

观察 Observation

- 33 机床产业热背后的冷思考——访中国机床工具工业协会常务副理事长吴柏林

对外交流 International Exchange

- 35 关注东欧机床工业现状,抓住融入东欧市场机遇

展览会咨询 exhibition

- 43 第十二届中国国际机床展览会国产数控系统述评
49 第十二届中国国际机床展览会主轴功能部件述评
50 从CMT2011看我国重型机床行业自主创新能力的提高
56 绝对式光栅尺和编码器是当代位移感测器发展主流
CMT2011 齿轮加工装备精品荟萃(下)
61 Exquisite assemble of gear machine equipment in CMT2011
67 CMT2011 磨料磨具展品特点

专题报道

- 69 21世纪加工概念 New machining concepts
71 复合加工中心的发展趋势 Developing trends of compound machining center

产销市场

- 73 世界机床排行榜
75 金属成形机床市场消费市场复苏……意大利机床和自动化制造商协会主席 Giancarlo Losm
The recovery of consumptions in the metal forming machinery sector

企业风云

- 77 济南二机床集团:研发高档数控机床,满足国家战略需求
79 CMT2011 中国艺工新产品隆重面世

相关产业

- 80 钛和钛合金加工技术的发展近况.
The trends of titanium and titanium alloys machining technology
84 复合材料孔加工方面的新进展
New development in composite hole-making
87 海纳百川有容乃大

产品与技术

- 89 浅议车床类可调式刀具简式工具系统的服务设计与补救措施
How to improve after service of adjustable turning tool system
- 93 环块摩擦磨损试验机设计研究
Design of ring-block friction wear test machine
- 96 工业设计在机床中的应用
Application of aesthetics in machine tool design
- 100 图像测量系统及关键技术研究
Research on graphic measuring system and its key technology
- 103 应用计算机辅助工程技术提升数控机床产品质量
Improve the quality of machine tool by CAE technology

业界动态

- 55 贾庆林视察大连光洋
- 60 山高刀具加大支援教育事业
- 74 用于CNC机床高效编程的GibbsCAM软件
- 76 中国锻协封头成形委员会2011年行业年会在合锻隆重召开
- 76 工具分会召开2011年度财务及统计信息工作会议
- 83 海克斯康推出全面的专业模具解决方案
- 88 海别得的新型CNC数控系统
- 92 张志刚理事长圆满完成第二年度任期龙兴元接任第三年度理事长职务

欧洲生产工程

- 110 THK机床和仪器设计制造的成功之路
- 113 大幅度缩短加工时间的Tornos多轴自动车床
Time gains thanks to innovative processing possibilities
- 116 德国机械成为未来工业的重点
- 116 海德汉推出全新TNC数控系统和测头

-
- 108 广告客户索引

机床产业热背后的冷思考

——访中国机床工具工业协会常务副理事长吴柏林

中国机床工具工业协会信息传媒部

“由大变强”一直是我国机床工作者不懈追求的目标，也是今年中国机床工具工业协会在规划和落实《机床工具行业“十二五”发展规划》（以下简称：行业发展规划）的根本出发点。来自中国机床工具工业协会的统计数据表明，今年一季度我国机床工业依然延续了2010年市场的火爆局面，累计完成工业总产值1294.0亿元，同比增长38.1%；产品销售产值1264.3亿元，同比增长39.2%，已连续18个月同比增速保持在30%以上。

目前，国内机床市场这种良好的发展态势的确让人鼓舞。但业内专家也提醒，保持头脑冷静和谨慎是企业面对当前形势最重要的态度。那么，在新的五年行业发展规划中，如何理清发展方向，确立重点任务，采取有效措施，扎扎实实地朝着“做大做强”的目标进一步迈进？带着这些问题，本刊记者采访了中国机床工具工业协会常务副理事长吴柏林。

1. “由大变强”非一日之功

“现在有人提出，在五年内中国机床企业要大变强。”吴柏林认为，这个目标提得有点高，也不现实，而扎扎实实地往这个方向逐步推进还是能够做到的。他坦言，目前国内机床制造企业总体上是大而不强，而功能部件和数控系统企业则是既不大也不强。因此，为推进“由大变强”目标的逐步实现，中国机床工具工业协会在制定行业发展规划时，经过内部细致的分析与讨论，初步提出了三个标志性目标：第一，在向行业主要服务领域重点企



业主导产品的典型零件加工装备上有突破性进展。第二，国产数控机床特别是中高档数控机床在国内市场占有率明显提高，国内中高档数控机床应用数控系统和主要功能部件国产化率明显提高。第三，少数几种或更多机床工具产品成为国际知名品牌，少数几家或更多企业成为世界强势企业。

同时，针对2011~2012年的工作，机床协会提出了三项重点任务和五点措施。其目的在于，通过提升中高档数控机床、数控系统、功能部件及刀具的产业化水平；推进“两化融合”的企业技术改造；加强人才队伍建设；进一步培育和开拓市场等措施，切实逐步推进和加快我国机床产业“由大变强”的步伐。

“当然，我们现在确立的这些目标，还要经过进一步的调研和论证。”吴柏林补充说。

2. 中高档数控机床市场竞争力亟待提高

高档数控机床的市场占有率是衡量国内机床企业竞争力的重要指标。今年一季度的统计数据显示，我国机床工具产品进口来势凶猛，同比增长61.9%，再创历史新高。

“国内市场对于机床的需求水平明显提高。”吴柏林指出，当前国内市场对高档的需求增长特别快，而对中档、特别是对低档的需求则越来越少。在这种情况下，我们势必要提高国产中高档数控机床产品的市场竞争力。然而目前国产中高档数控机床产品总的情况是：质量上不去，成本下不来。其原因，一方面，我们高档数控系统和功能部件的国外依赖度太高；另一方面，我们在深层次的技术开发方面的掌握度不够，只知其然，而不知其所以然。一台高档数控机床往往是高档数控系统和高档功能部件的集合体。为此，吴柏林举例说，现在国内不少机床企业针对自己的产品在数控系统上搞二次开发的能力明显不够，而仅限于使用标准平台上的那些功能；即使采用的是同样的高档数控系统，国内机床应用水平和适应范围也受到局限。因此，突破数控系统及主要功能部件的发展瓶颈显得尤为迫切。

3. 逐步推进行业发展方式的转变

面对上述机床产业所面临的发展难题，调整产业结构，转变发展方式成为必然。吴柏林提出，当前机床工具行业要着力于两个方面，大力推进行业发展方式的转变。

一方面，要解决深层次问题，增加产品附加值，克服企业多年来在技术改造和产品上形成的“重硬轻软”的弊病。例如，在技改上，不少企业往往善于铺摊子，盖厂房，买好设备，而对产品和工艺开发设计、深层次关键技术、工艺基础、现场管理和产业化技术缺乏深入的推敲；在产品上，对配备的数控系统和功能部件也没有深层次的理解，即使配备同样的名牌数控系统和功能部件，但设备运转起来，生产出的产品质量就不一样，适应各种加工工艺要求的能力也不一样。

另一方面，要提高服务水平和服务能力。所谓服务，国内一些企业还局限在帮助用户解决现场问题的阶段，只提供产品，不能提供高质量的服务。而国外先进企业早已达到了能向用户提供一次性全方位解决方案的综合服务水平；不仅能提供单一产品，而且具备根据用户需求提供成套装备方案的能力。

“从以上这两方面来逐步推动企业发展方式的转变，才能最终实现我们设定的三个目标。”吴柏林告诉记者。

4. 以点带面，加快中高档数控机床产业化发展步伐

“不研究产业化，成本就下不来，效率也上不去。”为此，吴柏林指出，客观上讲，目前国产数控机床产品的技术水平确实有了很大的提升，我们的科技攻关、04科技专项也可谓硕果累累，新品鉴定会、发布会也不断召开，但遗憾的是，中高档机床产业化的步伐还是举步维艰。试想，为什么我们的五轴联动只能卖别人的一半甚至还不到一半的价格，关键就在于我们在软件开发的深度和广度上不够，性能和质量也上不去。现在需要我们猫下腰，沉下心来，搞点深层次的技术，研究点产业化技术，只有这样我们的产品竞争力才能提上去。

谈到国产中高档数控机床的产业化突破点，吴柏林分析，由于我们在整体研发体系等方面的不足，要想在短期内全面提升国产中高档数控机床的产业化水平还困难重重，必须以点带面，首先在一些重点应用领域实现突破。以汽车为例，目前国产中高档数控机床虽然在个别汽车企业的生产线上有所应用，但在一汽、二汽、上海、北京、天津等汽车龙头企业的主导产品的关键零部件生产线上，还没有实现突破。

吴柏林说，“十二五”期间，我们要在机床工具行业的主要服务领域——汽车制造、航空航天设备制造、船舶制造、发电设备制造的重点企业的主导产品上有所作为，实现突破性进展，当然也包括当前的新兴产业。为此，中国机床工具工业协会将积极开展相关调研活动，并努力争取国家相关产业政策支持，推进中国机床产业健康持续发展。□

关注东欧机床工业现状，抓住融入东欧市场机遇

——东欧三国考察报告

中国机床工具工业协会考察组

2011年5月底，中国机床工具工业协会一行六人对俄罗斯、乌克兰、匈牙利三国进行考察，参观了在莫斯科举办的“俄罗斯国际机床设备和金属加工业展览会METALLOBRABOTKA 2011”，访问了俄、乌、匈三国机床协会，考察了三个机床制造企业，一个国家电子机械设备检测、认证中心，参观了一个展览中心场馆，在展会上还与多个机床协会进行了互访交流与沟通。

通过本次考察，沟通了与乌克兰、匈牙利等协会的联系渠道，建立了互通信息，交流统计数据，促进技术、贸易合作等长期合作关系，并商定在今年EMO2011展会或CCMT2012展会上再次洽谈，启动实质性合作议题。

本次东欧三国考察，开拓了视野，获得了信息，对东欧地区机床工业的现状有了新的认识。尤其是对机床企业的实地考察，起到了解现状，互通信息，知己知彼，探索合作途径的作用。

通过考察，我们认为：我国机床行业应发挥自身优势，利用东欧国家转型发展的机遇，积极寻求技术合作、贸易合作、融资兼并、投资建厂等方式，尽快融入东欧市场。

本次考察取得一定成效，以下分四部分予以阐述。

一、参观俄罗斯国际机床设备和金属加工业展览会

1. 展会概况

俄罗斯国际机床展览会（METALLOBRABOTKA 2011）以Expocentre展

览中心为主，与俄罗斯机床协会共同举办，据说得到俄罗斯工业贸易部，俄罗斯工业家和企业家联盟等部门支持，是俄罗斯规模最大的机床展览会。该展会自1984年开始举办，每两年举办一次。本届展会展览总面积46000m²，净展览面积约28000m²，展品分布于1[#]、2[#]、5[#]、7[#]、8[#]五个展区，展商约750家，其中450家来自俄罗斯。展会规模不大，展品种类比较齐全，基本涵盖了机床工具行业各类产品。开幕式会场不大，程序简单。



展会一角

2. 主要展商及展品

DMG 公司展出DMC60FD铣车复合加工机床、DMU60加工中心、DMU65 MONO BLOCK加工中心、VDF560DUS数控车床等8台机床。

DMC 60 FD铣车复合加工机床，采用FD 电机直接驱动技术，转速达到1200 r/min，功率达47kW，扭矩高达6200N·m，工作台最大承重2500 kg。DMC FD系列机床是在5轴铣床的基础上将铣削和车削技术统一到一台机床上，通过大功

率、直驱技术扩展了功能,适用于大型零件的多种铣车复合加工应用。

此外,数控万能铣床DMU65 MONO BLOCK是DMU系列中的一种机型,采用模块化设计,可装配不同的主轴,进行3轴或5轴加工,实现在高速切削领域经济型的万能加工。该机床精度高、效率高,采用BLOCK整体铸件结构,具有高刚性和高稳定性的特点;X/Y/Z轴行程650/650/650mm;快速移动40m/min;X/Y/Z加速度6g;采用Siemens840D系统,具有3D工件图形/3D横截面图形显示、图像文字的在线支持和人机对话方式新平台等功能,操作简便。

MAZAK公司展出三台机床,分别是SMART430A立式加工中心、SMART200M高速数控车床和INTEGREX j-200数控复合车床。INTEGREX j系列有三种产品,j-200的最大回转直径 $\phi 530$ mm,最大加工车削直径 $\phi 500$ mm,最大加工长度500mm,主轴转速5000r/min,最大功率11kW,并具有防震、防碰撞、语音提示等功能。

TRUMPF公司展出三台机床,TruLaser5030激光切割机其功率3kW,切割厚度20mm),TruPunch3000数控冲床和TruBend7036数控折弯机。

OKUMA公司展出五轴联动立式加工中心等五台机床,型号分别是VTM-120YB、MB-56VB、MU-500VA-L、L300E-M、KMX413,主要用于汽车零件和马达部件的加工。

MORI SEIKI公司展出NMV3000DCG、NTX1000、NL2500SY/700、NLX2500MC/700四台机床。NMV系列高精度立式加工中心采用DCG(重心驱动)和DDM(直接驱动式马达),通过B轴和C轴高速进给,具有车削功能,可实现高速高精五轴联动加工。

MAKINO公司展出一台D500高精度五轴联动加工中心。该机床的定位精度为0.006mm,主要用于飞机零部件、磨具等。这种产品在欧洲销售很好。

DOOSA公司展出PUMA2600LY、PUMA280LM、PUMA400、VC630/5AX等11台中小

型数控机床。

EWAG公司WS11、WS11-PS工具磨床可以在一次装夹中加工和测量,可以单件或批量生产。其附件齐全适应各种类型零件加工精密高,效率高,稳定性好。万能工具磨床WS11和WS11-SP适合高精度刀具以及特殊刀具的制造和重磨。

STUDER公司展出的S20、S30、S41万能圆柱磨床适用中型尺寸精密零件的单件和小批量生产。S30的顶尖距650mm或1000mm;中心高125/175/225mm;带内外圆磨削转塔砂轮;自动循环砂轮头架;可进行横向切入磨削;床身用人造花岗岩制造。

REISHAUER公司RZ260齿轮磨床,加工齿轮最大直径260mm;模数0.5~4mm;螺旋升角 -45° ~ $+45^{\circ}$;齿宽150mm;传动轴最大长度490mm;最大磨削速度80m/s;砂轮直径125mm或160mm。

3. 展会主要特征及印象

(1)展品种类比较齐全,涵盖了金切机床、锻压机床、焊接切割、工具量仪、磨料磨具、模具加工设备、功能部件、机床附件、数控系统、工业机器人、汽车零配件及其专用制造设备、计算机辅助设计软件等。

(2)大型、精密数控设备少,金切机床以中小型数控机床和普通机床居多,五轴联动的加工中心以带AB轴转台的结构占多数。

(3)展品中没有高效自动柔性生产线(FMS),仅有几台带机器人上下料的加工中心,大多配置FANUC工业机器人。有一个展位展出了俄罗斯自行制造的工业机器人,用于零件搬运演示,并称采用自行开发的系统和控制软件。

(4)俄罗斯尚无数控系统制造企业展出自主品牌的数控系统,展会上唱主角的仍是FANUC、SIEMENS等大家系统。数控机床展品也以配置这几种数控系统为主。值得一提的是,广州数控的数控系统被俄罗斯KOMTEX公司生产的数控机床应用广州数控的数控系统,双方已合作两年,已应用广数系统100多套,并建立了长期合作关系。

(5)机床产品展商多以代理商为主,往往以一家代理商展示多家制造商产品,包括某些国际

著名制造企业也是如此。

(6) 工具、功能部件展品多以制造企业自行展出, 山特维克、肯纳、伊斯卡、钴领、三菱等十几家世界著名刀具制造公司都展出了展品, 俄罗斯的刀具制造企业和代理商也展出了展品, 但多为钻头、铣刀、不重磨刀等普通刀具。

功能部件展商中, 台湾上银比较突出, 展品在5#馆较为显著的位置, 但该馆参观人数较少, 人气不旺。

台湾上银在本次展会中除展出传统的滚珠丝杠、导轨外, 还展出了光栅数显装置。据介绍光栅是从其他企业采购, 不是自己制造, 作为新品首次在俄罗斯展出。

(7) 焊接设备、汽车配件、铸件、管板成型零件及其专用加工设备集中在7#馆。该馆人气较旺, 人流最多, 可见俄罗斯市场对该类产品需求由此可见一斑。

(8) 俄罗斯著名的老国有机床企业的品牌没有在会上出现, 新兴的中小企业展品较多, 其中为LADA汽车提供制造装备的BATOBA 3公司, 其展位面积较大, 生产搬运机器人、加工中心等产品, 在展会中比较有代表性。机器人的结构比日本FANUC的简单, 价格也便宜。

(9) 参加展览的中国机床工具企业有近20家, 其中大连机床、株洲钻石、江苏金方圆等企业, 是通过当地长期合作的代理商进行展出。

大连机床、株洲钻石和江苏金方园的展位面积都较大, 展台上有很多俄罗斯工作人员提供服

务, 形成了一定气势。

其他17家中国企业是以参加中国国际贸易促进委员会(组织8家企业参展)和西麦克 展览公司(组织9家企业参展)展团形式展出, 以标摊为主, 展位都处于很不显眼的地方, 与我国当前的工业水平、企业现状和外商对我们的评价相比不太相称。

4. 从展会窥视俄罗斯机床工业的一个侧面

(1) 展会上看不到俄罗斯老国有机床企业品牌, 如红色无产者、列宁格勒机床厂等, 这些企业是否已经退出历史舞台不得而知。在展台上woe我们向俄罗斯展商询问, 有说已经倒闭的, 也有说90年代企业都发生了很大的改变, 已转向其他产业的, 可见以往名声显赫的俄罗斯机床厂不再生产机床产品已成为事实。

(2) 俄罗斯中小型机床工具企业正在崛起, 中低档数控机床展品为数较多, 中高档数控机床产品尚处于起步阶段。在展会上, 有档次的展品仍是德国、日本、瑞士的产品, 没有吸引眼球的



俄罗斯BATOBA 3公司的展台

俄罗斯产品。

(3) 俄罗斯部分数控机床展品外观造型不太精美和现代化, 但仍能显示出较好的工艺水平和零件的加工质量, 不失俄罗斯产品高刚性、经久耐用的形象。在展会上我们见到一家俄罗斯展品, 有明显的中国产品特征, 疑是贴牌产品, 但展商予以否定, 我们猜测这种合作关系也不无可能。

(4) 俄罗斯数控系统相对落后, 尚无自主品牌的数控系统。展会上既无单独的俄罗斯数控系



大连机床展台

统展出，也无配套俄罗斯数控系统的机床。展出的数控机床基本上都配FANUC、SIEMENS等国外系统。根据我国数控系统现状，我们认为如果以中低档数控系统进入俄罗斯市场，为中低档数控机床配套是完全可能的。

(5) 从展会上可见，俄罗斯的先进制造技术、数控产业远远落后于发达国家，甚至不如我国当前水平。从展商和展品现状看，俄罗斯机床工业正处在转型时期，多数企业的产品正在向数控化转型。在谈到数控机床水平时，俄罗斯方面承认与世界先进水平有差距，正在寻求技术和贸易合作，赶上国际先进水平。

二、考察机床制造企业和检测、认证中心

1. 俄罗斯SKBIS工厂

SKBIS (思科博) 工厂位于圣彼得堡市，成立于1988年，由一个生产机械设备的工厂一分为三转制而成，SKBIS公司是其中之一。公司的厂房是原机械厂的一部分，厂房外表显得很陈旧，但内部却比较整齐。

该公司现有员工180人，主要生产光栅尺和编码器等产品，产品主要用于国内企业，在俄罗斯各地有代理，约有25%的产品出口美国，也有部分产品销往中国。公司生产的直线光栅、圆盘光栅编码器的主要零件如光栅尺、读数头等均自行制造，部分电气元件从国外进口，其中印刷电路板来自中国。

工厂的主要设备有：激光刻线机1台，光栅尺检测仪1台，波峰焊机1台，用于光栅尺和圆光栅零件制造的数控专用机床3台。另有5台数控车床，1台带双交换工作台的卧式加工中心，1台带数显的立铣，4台普通车床等金切机床。

生产光栅尺的关键设备安装在地下室里，刻线机是自行设计制造的设备，结构比较特殊，用四套钢丝绳和滑轮组在四个角把刻线机悬挂起来，这种结构抗震性好，刻线精度高。刻线机上母光栅尺的精度为 $\pm 1 \mu\text{m}/\text{m}$ ，刻出的光栅尺精度为 $2 \mu\text{m}/\text{m}$ ，刻线高度可达2cm，最长可刻2m的光

栅尺。圆盘光栅编码器测量精度为 $2''$ ，518400线/转，有两个导向头，标准分辨率为 $0.003''$ ，转速为 $9\text{r}/\text{min}$ ，可测量3600个读数点，并画出精确的误差图。编码器的控制部分是公司自己设计制造的，机械部分调整精度高，最小的编码器直径 $\phi 8\text{mm}$ 。

该公司生产中档光栅编码器，为中档数控机床配套，目前市场上需求量很大。由于掌握了刻



自制激光刻线机

制光栅尺和制造编码器的核心技术，因此公司近年来销售额一直在增加，发展前景很好。

公司总经理Andrey zodnin先生表示，近年来中国机床行业发展很快，他们也很想把产品销往中国，正在加大对中国市场的开发力度，但由于对中国市场还缺乏了解和相应渠道，目前销往中国的产品并不很多。他表示明年会参加中国数控机床展览会，以尽快进入中国市场。

该公司掌握核心技术开发出市场急需产品，因陋就简自制关键设备光栅刻线机及检测仪器，在简陋的环境中生产出数控装置关键配件，给我们留下了深刻印象。

2. 乌克兰基辅机床制造中心

该公司是前苏联著名的老企业，始建于1934年，1936年生产出第一台车床后，成为金切机床制造企业。1936年为纪念高尔基去世，工厂改名为“高尔基机床厂”。1942年前，该厂一直是前苏联最有名的机床厂之一。2000年开始生产数控多轴车床。

令他们自豪的是工厂的光辉历史，自建厂以来的产品、设计人员和战争时期的史料陈列在工厂博物馆里。该厂曾获得过国家质量奖，类似于

列宁勋章。乌克兰第一位总统乌其玛曾参观过这家工厂。

目前,该公司已是私有企业,占地面积54公顷,现有员工1000人,从事机床制造的员工200人。主要设备有:10台立、卧式加工中心,2台龙门式加工中心,2台前苏联伊万诺夫公司生产的落地铣镗床,2台瑞士生产的坐标式镗床,德国瓦德里希科堡导轨磨床,东德生产的龙门铣床,前苏联生产的龙门刨床、立式车床等设备,这些都是它们以前看家的好设备,现在看来已略显陈旧。

工厂现在的主导产品是专用数控机床和其他专用设备,如双主轴、六主轴数控车床。生产的数控机床采用西门子数控系统,奥地利公司的直线导轨,电器元件主要采用力士乐等产品。

该厂的优势是,具有良好的工艺和技术基础,工人和设计人员多数是具有多年工作经验的老员工,机械设计水平较高,保持了老机械制造企业深厚底蕴。工厂设有一个技工学校,每年可培养50多名技术工人,主要针对工厂的需要培训技术工人。

该厂当前的主要问题:一是设备比较陈旧;二是数控系统和应用软件的开发能力不足;三是企业缺乏发展资金。金融危机之后,机床行业形势不断好转,随着市场需求的增加,该厂正在积极扩大工厂规模。交谈中我们了解到,该厂对于新兴的机床制造国家,如韩国、中国和台湾地区的产品和技术非常关注,正在加强与国外合作,他们表示下一步会考虑采用中国数控系统和购买一些中国数控机床。由此可见,与类似基辅机床制造中心这样的企业合作,前景还是很好的。



基辅机床制造中心车间现场

3.乌克兰质量检测、认证中心

该中心已有100年左右的历史,下设7个分部门,共有1075名员工,其中:设计人员778名,具有学士学位的39名,博士学位的4名,员工都是国家工作人员。近15年里,人员增加了3倍。据说乌克兰的25个地区都有检验中心,共有员工9000名。

该中心下设三个研究所,一个研究检测,一个制定标准,一个研究产品尖端技术。中心的主要职责一是产品检测,检测范围包括冶金、食品、轻工、建材、汽车等方面;二是对检测产品进行认证;三是制定相应标准;四是专业人员资格认证。

据介绍,乌克兰将从2012年开始采用欧洲标准,到2016年将全部使用欧洲标准。该中心特别强调,2012年以后的向乌克兰出口,既要符合欧洲标准,同时也要符合乌克兰标准。

乌克兰针对机床设定了一些特定的标准,如果产品通过认证,将颁发产品质量合格证,有效期五年。拿到乌克兰认证的产品方可在乌克兰销售,还可享受免税政策。乌克兰曾从中国工厂购买了十几台机床,但这些机床还没有得到乌克兰认证。进入乌克兰的机床必须符合乌克兰的标准和要求,认证一般需要两周左右时间。



检测认证中心工作现场

该中心按照国家标准对各种产品、原材料和元器件的质量、安全和寿命等指标进行检测,对机床的检测也是该中心的一项重要任务。中心有 $-70^{\circ}\sim+270^{\circ}\text{C}$ 的温度试验室;振动检测机;电缆抗弯曲疲劳寿命检测机;电器元件防雨检测

机；电熨斗抗碰撞检测机；防尘土检测机；防烟尘检测机；防火灾检测机；泵、管的疲劳检测机；电冰箱、空调机温控元件检测机；抗干扰检测机；噪音检测机等设备。该中心业务范围广，设备较齐全，具有良好的检测条件。

为了使我国产品更好地进入乌克兰市场，符合乌克兰标准是很重要的。因此，必须对此有所了解，加强这方面的合作是很重要的。我们认为，今后在机床进口检测和标准制定方面双方是有合作空间的。



中心主任介绍情况

4. 匈牙利EXCEL CSEPEL公司

该公司始建于1933年，早期生产自行车、摩托车和小型设备。1970~1980年期间生产齿轮磨床，1980年员工已达到7000人。工厂的商标已沿用100多年，至今没有变更，世界很多地方现在仍能看到该厂的商标。苏联解体后，在私有化改造中，由于工厂过于庞大，没人能把整个工厂买下来，只能分成37个专业化小厂，EXCEL CSEPEL是其中一个，分解的工厂相互之间保持着分工合作关系，以降低各自成本和适应市场。

EXCEL CSEPEL公司没有固定的主导产品，主要进行数控机床改装、老设备翻新，为用户量身订做专用机床。车间现场2台三井精机的卧式加工中心和2台FANUC机器人正在改装调试，据说是为诺基亚在奥地利的工厂订做的。

另一台TOYODA FH80S-5AXIS五轴联动加工中心也在改装调试，该产品是从德国购买后，到工厂进行精化改造。改造设备采用的滚珠丝杠是37个小厂中专门制造功能部件的工厂提供的。

从现场观察，虽然该厂设备陈旧，人员老

化，但仍保留着深厚的技术和工艺基础。为用户翻新改造老机床，属于单件小批生产，需要很高的技术含量和人员素质。目前企业效益较好。

在交谈中他们认为，在未来的几年与中国工厂合作的空间很大，因为中国也提倡绿色经济、再制造工程，而改造老机床是他们的强项。谈到产品质量，他们认为，日本、台湾地区的机床做得好，日本发展机床行业用了60年的时间，台湾用了不到20年的时间，相信中国人可以用更短的时间做得很好。同时欢迎中国企业到匈牙利投资合作。

三、国外协会同行间的友好交流

1. 访问俄罗斯机床协会

展会期间，考察组访问了俄罗斯机床协会，受到会长瓦西里耶夫维奇的热情接待，并进行了深入友好的交流。据负责人介绍，2008年至2009年受金融危机影响，俄罗斯机床工业严重下滑，2010年下半年开始回升。2010年随着俄罗斯经济全面复苏，汽车工业增长27%、机床工业增长14%。俄罗斯政府对工业部门给予很大支持，2011年预期GDP增长35%~40%。



与俄罗斯国际展览中心负责人交流

俄罗斯政府出台了两个政策将对俄罗斯机床工业的发展起到积极推动作用：

一是2011~2016年政府将对机床工业投入10亿美元，其中7.5亿美元用于产品开发，2.5亿美元用于技术改造，以提高俄罗斯现有机床工业的制作能力。其目标是每年开发新产品50~60种。对于研发出来的新产品，3年内限制同类机床进口。2011

年7月1日起,用于国防军工的机床,只要国内有生产的就不容许进口,由机床协会负责审查。

二是2011年起五年内,俄罗斯政府将投入3000亿美元用于电力设施和核电站的建设,主要用于购置设备。同时,十年内俄罗斯在军事装备方面(机床、军舰等)将投入9000亿美元,其中4000亿美元将用于基础技术装备的技术改造。由此可见,俄罗斯机床工业将得到政府空前的支持和巨大的市场拉动。无疑这将对俄罗斯机床工业的崛起产生重要作用,也将对全球机床业界带来相应的商机。

2. 访问乌克兰机床协会

乌克兰机床协会现有会员100余家,会长、副会长、名誉会长热情地接待了协会考察组,介绍了乌克兰工业发展现状。这是双方的首次会晤。



乌克兰协会会长介绍情况

乌克兰拥有70%的城市人口,其中70%从事重工业和制造业。2010年GDP总值为2320亿美元,汽车、铁路、船舶、飞机占70%,农业机械占26%,机床在工业中占30%~40%。

乌克兰生产的数控机床,其功能部件和数控系统等主要配套件大部分依靠进口,因此机床成本也很高。敖德萨有一家生产滚珠丝杠的企业,为日本的一家企业生产过18米长的丝杠。其它功能部件主要依靠进口。

据介绍,乌克兰每年不仅从日本、德国、瑞士购买先进的数控机床,价格较贵,也从台湾、俄罗斯进口,价格比较便宜,机床也很好,进口中国的机床大部分是普通机床。台湾进入乌克兰市场较早,每年固定参加乌克兰的机床展览会,

免费给去台湾的用户提供住宿。用户认为,台湾机床比中国大陆机床质量和服务都要好些,而且价格比较便宜。

乌克兰国有企业如需进口本国不能生产的机床,需要向政府提出申请,政府部门批准后才可以进口,但私人企业不需要申请。

乌克兰机床协会与基辅国际展览中心合作,每年11月份的最后一周举办国际工业展览会。他们希望中国机床工具工业协会和中国机床制造企业能参加乌克兰国际工业展览会。

交谈中,双方都表达了合作的意愿,对交流信息、相互支持参展及促进企业之间合作等方面进行了充分交流,并达成了共识,是一次卓有成效的访问。

3. 访问匈牙利机械电力工程协会

匈牙利机床协会已成立20多年,2007年由机床制造商协会和电气设备生产商协会合并成现在的“匈牙利机械电力工程协会”。协会由私有企业和代理商组成,会员中有著名的跨国公司和本国公司,费用来自会费。协会负责机械工业、电子工业的管理及标准的制定。



与匈牙利协会会谈

1989年以后,匈牙利由计划经济转变成市场经济。近20年来,机床工业发展缓慢,一些大型机床厂关闭了,出口几乎停顿了。2008年金融危机进一步影响了匈牙利的发展,从去年开始慢慢走出低谷。

据介绍,匈牙利有日本铃木、德国欧宝、奥迪、奔驰四个大的汽车公司,著名的诺基亚公司最大的组装厂和研发中心都在匈牙利。匈牙利的

高等教育比较好,员工的费用比较低廉,由于这些原因,欧洲有许多研发中心建在匈牙利。

他们认为匈牙利有很好的发展环境,费用比西欧低,可以买中国的机床到这里改装后再卖到欧洲,因为技术改造能力比较强,是一个很好的中转站。匈牙利掌握电能储备技术,与中国有很好的合作机会,如风力发电的储备技术,这项技术已在德国应用,效果很好。总之,匈牙利有很多机会可以让中国来投资。

匈牙利协会愿意和中国机床协会建立良好的关系,希望今后加强信息交流,在提高发电能力、降低电力消耗方面寻求广泛的合作。此外,双方还探讨了加强协会间的交流与沟通的途径。

四、考察东欧机床工业给我们的启示和思考

前苏联解体后,东欧的机床工业发展缓慢,由于与东欧的同行交往减少,近年来对东欧机床工业的实际状况及市场需求不断进行调研。通过本次考察,我们认为东欧也具有广阔的机床市场,东欧的机床工业正趋于重要的转型和发展期。关注东欧机床工业发展,抓住融入东欧市场机遇极为必要,对于促进我国机床工业的发展,引导企业融入东欧具有现实意义。

通过考察我们认为以下几个方面值得我们深思和借鉴:

(1) 以俄罗斯为首的东欧机床工业在上世纪六十年代达到顶峰,前苏联解体后的20多年时间里,正是世界机床工业从普通机床向数控机床过渡的重要时刻,由于这段时间东欧机床工业停止不前,发展迟缓,与国际机床先进水平拉开了距离。走进这些工厂给我们的第一印象是厂房简陋,设备陈旧,大多是普通机床,虽然有些是当年看家的精密机床,但先进的数控机床很少,就像我国改革开放初期的老国有企业。尽管如此,考察中仍让我们感到这些工厂的技术底蕴犹在,工艺基础良好,仍有很大的发展潜力。

(2) 东欧机床工业正在快速转型,已进入新的发展阶段,各国政府对机床工业越来越重视,

但由于政府财政状况比较困难,除俄罗斯协会反映的情况外,其他部门反映的情况,都是资金短缺,并且羡慕我国政府的政策和良好的发展环境。从现场观察,资金短缺是实际情况,已有一些全球知名的机床制造商在俄罗斯进行投资和开拓市场,MAG集团在半年前与当地拥有60多年历史的一家机床企业成立了合资公司。对于我国一些有实力的企业,到东欧投资、收购或合作办厂也不失为良好机会,这些企业的基础较好,改造的潜力很大。

(3) 为开拓市场,一些世界著名企业已与俄罗斯当地企业建立代理合作关系。据说俄罗斯很多用户习惯通过代理商进行采购,因此展会上代理商的展位很多,甚至一家代理商展示多家企业展品。我国大连机床集团、沈阳机床集团、江苏金方圆、广州数控、株洲钻石等企业都有自己的代理商。大连机床集团、江苏金方圆、株洲钻石的代理商具有很强的实力,展位面积大,服务人员多,有一定气势,对打开俄罗斯、东欧市场起到积极作用,这是拓展东欧市场很值得借鉴的办法。

(4) 进入俄罗斯、东欧的产品需要符合当地的标准,而且需要取得当地权威部门的认证,方可进入市场。通过认证的产品,对于有些国家还可享受免税等优惠政策。

(5) 保证产品质量,提高服务水平是进入东欧市场的先决条件,在与各国协会和企业的交流中,对中国大陆产品质量评价不高,认为德国、日本质量可靠,但价格昂贵;韩国、台湾的质量尚可,价格较低;认为中国产品的质量和和服务有待提高,这将是我国机床进入东欧市场的主要障碍。

五、结束语

通过本次东欧三国考察,使我们对东欧的机床工业有进一步的了解,对如何抓住东欧机床工业发展机遇,尽快融入东欧市场,有了一点粗浅认识,希望能通过全行业深入细致的工作,为我国机床工具企业进入东欧市场开辟一条新的途径。□

第十二届中国国际机床展览会 国产数控系统述评

中国机床工具工业协会数控系统分会

一、国产数控系统企业参展简述

2011年4月11日-16日,第十二届中国国际机床展览会(CIMT2011)在北京举行,国产数控系统企业积极参加本次展会,取得了很好的参展效果。中央和部委、行业领导高度关注国产数控系统的发展,许多机床制造企业展出了配置国产数控系统的中、高档机床。

2010年是“高档数控机床和基础制造装备”国家科技重大专项全面实施的一年。在重大专项的支持下,许多数控系统企业瞄准国际先进水平,结合市场需求,研制了许多高档数控系统。同时,与机床企业合作,研制了一批重大专项课题规划的高档机床,可初步满足航空航天、船舶、汽车制造、发电设备制造等行业急需。

参加本次展会数控系统展团的国产数控系统企业非常踊跃,申报企业的数量很多,申报面积之和大大超过展会组委会可以提供的展位面积。按照机床协会的统一安排,国产数控系统行业企业统一安排在W2馆数控展团,部分安排在连廊。国内知名数控系统企业,如华中数控、广州数控、航天数控、开通数控、大连光洋、大连大森、沈阳高精、南京华兴、江苏仁和、南京新方达、北京凯奇等企业都积极参展。参展数控系统企业共36家,展出面积共1300平方米,普遍反映非常紧张。

在本届CIMT2011上,参展数控系统企业充分利用展会平台,充分展示创新成果,广泛交流企业自主研发的最新技术和产品,深入探讨行业发展的趋势和方向,细致了解并尽量满足用户行业的最新需

求,都取得了良好的参展效果。

二、数控系统业主要展品

根据中国机床工具工业协会数控系统分会现场统计,数控系统主要参展企业展品情况如下:

1. 华中数控股份有限公司

本届展会上,华中数控集中展示了在高档数控国家科技重大专项的支持下,在公司前期技术和产品基础上,瞄准国际领先的高档数控系统技术水平,集中优势研发力量,自主研制的“华中8型”全数字高档数控系统。

“华中8型”全数字高档数控系统突破了一批关键核心技术,如:高速现场总线技术;多通道、多轴联动控制技术;纳米插补技术;超前预读、小线段高速速度平滑技术;双轴同步控制;复合加工、空间误差补偿、切削力自适应控制;对话式编程;远程故障诊断、数控机床快速调试等。

“华中8型”采用基于多处理器的开放式软硬件体系结构和自主创新的总线技术,硬件跨平台、软件可置换、系统多层次开放功能。开发了500W到100kW的全数字交流伺服及主轴驱动系统,解决了国产数控系统的系列化和成套性问题。

“华中8型”具有多通道、多轴联动、高速高精加工能力,适应于数控车、铣、车削中心、立式卧式加工中心、车铣复合、5轴龙门机床等大型、重型、高速、精密数控机床及各种专用加工设备。“华中8型”的研制实现了我国高档数控系统技术的整体跃升,将大大缩短我国与国外高档数控系统的技术差距。



华中8型数控系统展示装置

目前,“华中8型”高档数控系统陆续与重大专项支持的29台高档数控机床配套,主要指标已达到国外高档数控系统的指标要求。如“华中8型”与普什宁江机床有限公司的高精密卧式加工中心配套,满足机床的高精度控制要求。该机床作为高档数控重大专项重大成果参加了2011年3月中央组织的“十一五”国家重大科技成就展,是现场展出的唯一一台高档数控机床。

此外,华中数控还展示了基于华中8型系统开放式平台的共性技术及专用数控系统,例如:

(1) 华中数控指令序列示波器,独创的内嵌数控系统的指令序列示波器GCOSC (GCode oscilloscope)。其技术特点包括:①突破传统的时域和频域分析模式,采用基于指令域的加工性能分析模式;②内建预测程序代码,具备过程状态自学习能力;③以曲线图形式直观展示加工过程中的指令序列与加工过程中各种状态的关系。

(2) 华中数控伺服调整工具SSTT。SSTT (Servo Self-adapted Turning Tool) 伺服调整工具是一套帮助工程技术人员调整数控系统伺服参数,优化系统性能的应用软件。该软件与数控系统连接简单,界面直观友好,操作简单,智能化程度较高。具备伺服轴及主轴运动状态实时监控功能。如位置、速度、电流等关键性能参数图形化显示。

(3) 华中数控折弯机数控系统HNC-8283,拥有完全自主知识产权的全功能高端折弯机数控系统,

最高可实现9轴控制,支持多种驱动方式:AC伺服电机、比例伺服阀、电液融合 (hybrid DDC) 系统。

(4) 华中数控注塑机数控系统HNC-8284,拥有完全自主知识产权的全电动注塑机数控系统,可实现8轴控制,支持多种驱动方式,注射成形自适应闭环控制,基于材料特性-工艺参数-制品质量相关联的全新模型,建立智能化工艺参数库;内嵌材料及工艺数据库,具备注塑温度及工艺过程的校正自学习功能;具有工艺参数智能设置模型,支持工艺参数智能化设置;基于智能化试模的自适应规划算法,降低工人劳动强度,提高加工速度;支持人工进行对自动注塑规划结果进行工序调整。

(5) 华中数控总线式交流伺服驱动HSV-19D/SF。采用完全自有知识产权,由数控系统现场总线技术联盟统一规划的网络协议——NCUC-bus协议,中国人自己的数控系统现场总线标准、技术及产品。其技术特点为:①连接简单、控制简单、灵活。②接口丰富,控制方式灵活多样。③具有100M光纤接口,隔离数据传输环节中的电磁干扰影响。④支持绝对对式码盘接口,支持多种SSI绝对式编码器传输协议。⑤支持双码盘接口,可连接光栅尺等位置反馈器件,构成全闭环位置控制系统。⑥支持总线定制反馈数据,可实时反馈驱动位置、速度、电流及其他状态参数。⑦可控制交流伺服电机、交流同步/异步主轴电机、力矩电机、电主轴、直线电机。⑧控制国产直线电机,最大速度可达180m/s,最大加速度可达2g。



共性技术及专用系统演示

2. 广州数控设备有限公司

广州数控展出了18台套数控系统,包括:9台套车床数控系统:GSK980TA2、GSK98T、GSK928TEa、GSK980TDh、GSK980TDc、GSK980TDc -V、GSK928TCa、GSK988T、GSK988T-H;7台套铣床加

工中心数控系统：GSK218MC-V、GSK218MD-H、GSK990MA、GSK25i、GSK983Ma-H、GSK980MDc、GSK980MDc-V；1台套磨床数控系统GSK928GE；1台多轴功能的位置控制系统GSK96。

其中：GSK988T，5个进给轴（含CS轴）、任意3轴联动、2个模拟主轴、支持车铣复合加工的车床数控系统；GSK983Ma，机床操作面板、Wincc操作系统、模块化 I/O 单元、高精高速、超小、超薄型集成一体化加工中心数控系统；以及GSK25i，五轴联动、总线控制、高速高精的铣床加工中心数控系统。

同时，广州数控还展出了国家科技重大专项产品：GSK27全数字总线式高档数控系统、GS、GR系列驱动单元、175SJT系列高速交流伺服电动机、265SJT大转矩交流伺服电动机、ZJY265系列高速主轴伺服电机和ZJY440系列大功率主轴伺服电动机。



GSK27全数字总线式高档数控系统

3. 北京航天数控系统有限公司

(1) CASNUC 2110eTA一体化车床数控系统。该系统是一个将PC104 板嵌入到控制系统中的一体化车床数控系统，控制系统、显示面板、操作面板集于一体，结构紧凑，易于安装。系统采用的PC104板具有板载表贴内存、低功耗、不使用风扇等特点，将PC104 板嵌入到控制系统中，减少了很多连接环节，系统可靠稳定，具有良好的电磁兼容、抗串扰能力设计。系统采用中文菜单，人性化界面；参数界面带有中文提示，中文报警提示，操作面板按键中文标识，使其操作更加简单、方便等。

(2) CASNUC2100eMS一体化螺杆铣数控系统。

(3) CASNUC 2000TD车床经济型数控系统。该系统是航天数控研制的新一代经济型车床数控系

统，实现 μm 级精度运动控制，控制系统、显示面板、操作面板集于一体，结构紧凑，易于安装。



CASNUC2100eMS数控系统

4. 沈阳高精数控技术有限公司

(1) 总线式全数字高档数控装置—GJ400（国家科技重大专项成果）。该装置采用新一代“蓝天数控”高性能开放式体系结构，系统由人机接口单元（HMU）和机床控制单元（MCU）组成；各单元通过高速现场总线互联形成高性能分布式处理平台；HMU配置12”彩色液晶显示屏、集成机床操作面板、可安装多种操作系统；MCU支持大容量存储（最大320G），提供双1000M以太网、USB盘、DNC等程序存储及数据交换功能，支持4种现场总线接口，可配置AD/DA接口、Endat2.2接口、振动、温度、噪声传感器，有效控制高速机床、复合加工中心、柔性线等，满足航空航天、船舶、汽车、发电设备加工要求。

(2) 基于“龙芯”的高档数控装置—GJ400/L（国家科技重大专项成果）。基于国产“龙芯”处理器的硬件平台和实时操作系统，系统由人机接口单元（HMU）和机床控制单元（MCU）组成；HMU配置12”彩色液晶显示屏、集成机床操作面板；MCU可扩展为双处理器控制单元，大容量固态存储（最大32G），提供双1000M以太网、USB盘、DNC等程序存储及数据交换功能，支持4种现场总线接口，可配置AD/DA接口、Endat2.2接口、振动、温度、噪声传感器，有效控制高速机床、复合加工中心、柔性线等，满足航空航天、船舶、汽车、发电设备加工要求。

5. 大连光洋科技工程有限公司

GNC60是大连光洋自主创新的最新成果，具有

以下技术特点:

(1) 强大的多通道控制能力, 支持通道间协同及共享坐标; 为机床工艺运动坐标布局提供无限可能; 支持4伺服驱动同一运动坐标; 支持斜轴控制; 支持极坐标插补; 支持多个电子齿轮并发。



(2) 优秀的五轴加工能力, 简化5轴编程; 支持多种五轴机床结构, 支持斜面加工, 支持定向退刀, 支持3维刀具半径补偿。

(3) 高速高精度控制。支持双向螺距误差补偿, 空间误差补偿, 温度补偿; 配合大连光洋GDS系列伺服驱动支持16384倍位置细分, 可适配0.75~110kW交流同步伺服电机、交流异步主轴电机、力矩电机、直线电机。

(4) 基于新一代光纤GLINK2.0现场总线的高集成度、高可靠性、高性能硬件平台, 为数控机床可靠性提升提供基础保证。

6. 北京凯奇数控设备成套有限公司

北京凯奇数控生产的NC210高档数控系统采用开放式结构, 模块化设计, 嵌入式PC机。可跟踪PC机的技术发展, 不断丰富系统的功能, 保持系统的高处理速度。本系统经过广泛的国际、国内合作, 能为用户提供最佳的软硬件配置方案和合理的性能价格比。系统可进行多过程控制, 多坐标联动控制, 大容量程序存储, 内藏PLC控制器, 提供充足的I/O点。系统采用一体化设计, 使用维修方便, 并经过国内外电磁兼容性和环境试验、检测。软件功能强大, 可用于多种数控机床、车削中心、加工中心及其它类机械。

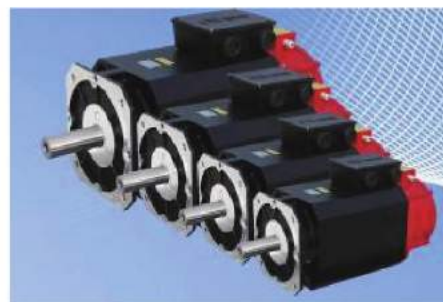
高精度全自驱数控珩磨机床。整机可以在 $\pm 3G$ 的加速度下完成精度达到 $0.1\mu m$ 的珩磨, 珩孔深度可简单加长。全系统分为径向进给、轴向进给及空心主轴电机, 3个独立模块, 可分别接受定制。



北京凯奇数控NC210高档数控系统

7. 北京超同步科技有限公司

(1) CTB 系列伺服 (主轴) 电机。先进水平的新型交流感应伺服主轴电机, 电机结构紧凑, 性能一流, 外形美观, 效率高, 广泛应用于机械制造的各个领域。最高转速: 8000r/min; 基本转速: 500r/min、750r/min、1000r/min、1500r/min、2000r/min、3000r/min; 功率范围: 1.1~315kW。



CTB 系列伺服 (主轴) 电机

(2) CTB系列主轴驱动器。实现了感应电机的全闭环伺服控制, 集速度控制、位置控制、转矩控制于一体。内置的多个运动控制程序可由用户根据机械设备的类型和不同控制方案自由选择, 使设备的控制更趋于专业化和专机化。功率范围1.5~160kW。

8. 滕州山森创发数控设备有限公司

(1) SS系列数控系统。该系统是针对目前市场需求而开发的经济型系列数控系统, 产品涵盖了单轴控制器、车床用两轴数控系统、铣床用三轴数控系统、铣床用四轴数控系统。

(2) 三相异步交流电机电子制动器。ZD-15交流电机电子制动器是实现交流异步电动机快速有效制动的电子控制装置。该装置利用电力电子技术和微机控制技术, 实现对交流异步电动机的制动, 同时

具有制动时间设置、制动电流设置、电机速度监测反馈等功能。



SS系列数控系统

9. 南京新方达数控有限公司

主要展出CNC系列机床数控系统、交流伺服驱动单元和双向数控曲面刨床。展示的数控系统中，尤其以专用数控系统的推广应用方面最具特色。目前该数控系统主要应用在木工加工专用机床、齿轮加工专用机床、阀门加工专用机床和罗茨叶轮加工专用机床等多种专用机械设备上。

CNC-81W、80W、60K数控系统是在木工机械数控化方面进行了研究和应用的产品，先后开发的多种制棒机专用数控系统，为木工机械生产企业配套。该系列系统拥有简洁的图形操作界面，让操作者只要将木棒的形状特征参数输入到数控系统中，就可以自动在数控系统内部进行自动编程，自动加工出各种不同尺寸、不同形状、不同组合的木棒。



CNC-81W、80W、60K数控系统

10. 时光科技有限公司

展出IMS系列通用伺服控制器、主轴专用伺服控

制器，进给专用伺服控制器。

产品技术特点：系统级芯片SOC技术，电流、速度、位置三闭环；系统专用运动控制语言QMCL，操作灵活，功能强大；内置PLC功能，可自成系统工作；同步控制功能，电子齿轮功能；控制电机范围：0.2~185kW；速度控制精度： $\pm 0.02\%$ ；调速范围：1:28000；转矩特性：0~300%电机额定转矩，0~50Hz恒转矩输出，低至0.01Hz大转矩输出，零速力矩保持功能；位置控制精度： ± 1 编码器脉冲；外部接口：RS232、RS422、RS422/485接口、模拟量、脉冲量、I/O接口等。

产品功能及应用：机床主轴功能：低速大转矩切削、高速恒功率切削、零速主轴锁定、C轴功能、刚性攻丝、绞孔、螺纹加工等；机床进给功能：高精度定位、高进给速度和加速度、快速相应。



时光科技交流伺服控制器和电机

11. 南京华兴数控技术有限公司

(1) 通用数控系统7XX系统。支持开放式PLC梯形图编程，宏程序编程，实现各种函数及条件判断转移；8.4" / 10.4" 彩色液晶显示人机界面，分辨率800×600；支持用户重定义换刀程序，固定循环或M功能，宏程序调用螺纹可实现直、锥、变螺距、非等分多头螺纹、梯形螺纹及定点破口、定角度切入等。



7系列加工中心系统

(2) 系列步进, 伺服控制单元。全数字交流伺服单元, 20A 30A 50A; 采用DSP及大规模FPGA作为核心控制器; 三相步进驱动器, 最大电流10A, 进给当量1 μ m。

(3) 交流异步主轴伺服电机/永磁同步交流伺服电机。ZJY208M-4-3.7/5.5/7.5; 110SJT-M04025/06025; 130SJT-M06025/07725/10015。

12. 北京宝伦数控技术有限公司

(1) 专用数控系统, 如: 等离子火焰切割数控系统、激光切割数控系统、异形玻璃切割数控系统、弯管机数控系统、钢筋弯曲数控系统、倒角机数控系统等二十余种专用数控系统及开放式数控开发平台, 填补国内多项空白, 变成操作简单, 结构紧凑, 可靠性高, 连接方便, 最高8轴联动, 可做双位置闭环控制。

(2) 异型玻璃切割整体配套电控柜。提供异型玻璃切割行业交钥匙工程配套方案, 解决国内多项技术难题, 并且与意大利著名套料软件公司optima合作, 形成最完整的最合理的行业解决方案。

三、配置国产高档系统的机床

本次展会上, 许多机床企业展出了配置国产高档数控系统参展的高档机床。其中配华中8型系统四台, 五轴联动机床四台。包括: 武汉机床厂MK6035-5五轴联动万能工具磨床, 配置HNC-8C; 福建省威诺数控有限公司M5V-320五轴加工中心, 配置HNC-848B; 荆州荷花机床有限公司CJK6150数控车床, 配置HNC-818; 上海黑格数控科技有限公司CNC-5B五轴联动数控工具磨床, 配置HNC-21G。

武汉机床厂MK6035-5五轴联动万能工具磨床, 配置HNC-8C系统, 是高档数控重大专项主机研制成果, 引起与会嘉宾的重点关注。



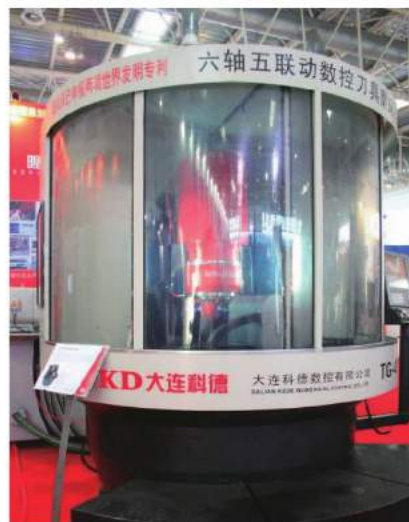
配置华中8型系统的武汉机床厂五轴联动万能工具磨床

沈阳高精数控公司与沈阳机床集团合作, 展出了配置高精系统的两台机床: AH130自动镗铣床, 配套系统: B10, 控制轴数: 6轴; ETC3650e数控车床, 配套系统: F0, 控制轴数: 2轴。



AH130自动镗铣床

大连科德数控公司展出了配置大连光洋系统的高档机床, 包括: 六轴五联动数控工具磨床, 十三轴五联动车铣复合加工中心等。



六轴五联动数控工具磨床



十三轴五联动车铣复合加工中心

第十二届中国国际机床展览会

主轴功能部件述评

主轴功能部件专业委员会专家组

在第十二届中国国际机床展览会期间,机床主轴功能部件专业委员会于2011年4月12日举办了专题技术交流。交流会由专业委员会副主任委员徐同申主持,主任委员丁振乾、秘书长钟洪、常务副秘书长武弘毅到会。会上由雷勇代表广州昊志做了《计算机仿真技术在主轴研发和制造中的应用》的专题报告;林厚波做了《水静压主轴技术—水润滑介质研究和应用》的专题介绍,是液体静压主轴技术的一大进步;丁振乾主任介绍了主轴行业会员单位近年参加装备制造业国家重大专项的情况。整个专题交流中,行业专家同与会者就专题、新技术及主轴相关问题进行了有效的讨论和沟通。

会后,由主轴专业委员会秘书长钟洪专门组织本行业调研小组,一起就本次参展的主轴企业和机床厂家使用主轴的情况进行了走访调查,了解了关于主轴行业这次参展的基本情况。

总体看,主轴行业这些年有了长足的进步,同时机床厂家对主轴的要求也在不断提高,这对我国装备制造业的提升打下了良好的基础。

从主轴行业看,这次展览会上,滚动轴承主轴、液体静压、动静压主轴、气体静压主轴、滚动轴承电主轴、气体静压轴承电主轴、液体静压电主轴均有展出,行业规模逐步扩大。滚动轴承电主轴有几家初具规模,如洛轴、广州昊志、无锡博华、江苏星晨、济宁博特、大连高金和西安合升等;流体轴承主轴多家企业也在逐步加强,如上海原创、北京东方精益、岳阳科梦、北京航空精研、北京环岛等都展出了悬臂式液体静压电主轴产品。

部分主轴企业还在主轴的基础上开发了一些新品种,如上海原创、北京东方精益、北京航空精研等,分别生产了液体静压转台产品,展出的液体静压转台的直径从450mm(端跳0.001mm)~3000mm(端跳0.003mm)。上海原创还展出了静压导轨、静压

丝杆螺母副等产品。

主轴产品的配套能力与上届相比有了很大提高,如洛轴展出了为十一五的重大专项主机产品配套的电主轴;国产雕刻机几乎全面采用国产电主轴,如江苏星晨、无锡博华、无锡阳光和安阳莱必泰等都展出了为雕刻机配套的电主轴。

除了多年参展的会员单位外,也有新参展的会员单位,其中广州昊志在气体静压电主轴和滚动轴承电主轴方面形成了规模,年产值达到1.2亿元,年出口电主轴4000多万元。这次展览会上展出了出口的电主轴产品的有广州昊志等企业。

湖南海捷主轴科技公司展出了电机内置式水静压高速高精度电主轴产品,额定转速达到30000r/min,功率12kW,主轴轴端径跳为0.001mm,已批量供应凸轮磨床和曲轴磨床应用。

另外,作为主轴的配套的制冷机和静压供油系统厂家也积极参展,如三河同飞和陕西中博等展出了为主轴配套的制冷设备。

从机床主机厂对主轴需求与使用情况看,在精密机床中已开始形成国产专业主轴企业的主轴产品逐步取代进口的趋势,参展的一些机床厂均有采用,甚至有的机床厂商全部采用国产主轴,当然也还有不少主机厂自己制作主轴。主要考虑主轴行业的产品还没有形成规模化和相对知名的品牌企业,也有部分机床厂认为,在高端主轴上与国外对比尚不能放心,包括在国产材料本身及生产工艺等方面成熟度还不够,还有待进步;但相对前些年的情况已有很大好转,相信主轴行业将会有相当好的发展。

本次展览的另一个情况是,主轴专业委员会是组团参展,鉴于总体面积不能满足需求,有不少单位不得不减少展出展品或干脆没能参展,希望今后能获得更多的展出面积。

从 CIMA2011 看我国重型机床行业自主创新能力的提高

中国机床工具工业协会重型机床分会 翟巍

在第十二届中国国际机床展览会（CIMA2011）上，重型机床展品展台再次成为吸引观众的亮点，各类重型机床精品提升了品牌内涵。展会所展出的新品中，大多是国家重大专项攻关项目成果或是重大专项成果提名项目。其中采用了一批曾制约我国机床发展的主要技术瓶颈和具有前瞻性的高速、高精、复合加工等高端技术，充分说明我国重型机床在掌握先进技术上已取得突破。展会上的新品代表了我国重型机床的最新技术水平和研发方向。

一、我国重型机床行业自主创新能力迅速提高

高档数控机床正在成为市场需求主流，这一发展趋势带动了重型机床新品研发的强劲势头。随着用户行业技术水平的提升、产品规格不断扩大、加工零部件精度、难度不断提高，要求加工机床性能更趋于大规格的高精、高速、复合化、智能化的方向发展。

近年来，随着机床制造企业技术改造、基建投资、新产品开发，企业创新能力得到迅速提高。在开发能力、技术水平以及工艺手段上都为承接重大工程项目、满足市场需求打下坚实基础，也为自主创新积攒了经验和人才。

1. 大型、重型加工中心类产品迅速崛起

本届参展的展品中，大型、重型类加工中心所占比例最大，主要源于一是市场需求量增多，二是制造企业在原有重型机床结构基础上，经过模块化组合更容易扩展功能，实现一机多能要求。如：在立式车床基础上扩展成立式车铣床、立式车铣镗床、立式车磨床、立式车铣磨及淬火复合机床等。这些复合机床配备自动换刀系统，实现加工中心过渡，

满足了工件加工的自动化，完成一次装卡多工序加工任务。

大连科德参展的KDL-1250FH-RAM十三轴五联动双车铣主轴立式铣车复合加工中心（见图1）、沈阳机床集团的VTM350140lg立式车铣磨复合加工中心、HTM40100h车铣复合加工中心、大连机床集团的CHD20/1000车铣复合加工中心、齐重数控的HD-FVTG350X6/32L-NC高档数控双柱定梁立式车磨床、武汉重型机床集团公司的WHGS7000曲轴车铣复合加工中心、安阳鑫盛机床有限公司的CX8075车铣复合加工中心、山东普利森集团公司的CMK6180X4000数控车磨床等，都是在车床基础上，采用了多种先进技术并得到合理处理所开发出的新产品。



图 1

KDL-1250FH-RAM为双车铣直驱动精密主轴联动立式车铣复合加工中心，完美融合重心驱动技术与双驱动技术，B轴刀架（第一车铣主轴）和W轴刀架（第二车铣主轴）以及C轴回转工作台采用直接驱动技术，各轴丝杠为中空冷却或螺母冷却，W轴刀架可安装径向车刀和各种形式的角度头，可实现1000mm深孔内壁的车铣钻复合加工，是航空航天、能源、军工、汽车、深海设备加工大型箱体零件的优选设备。

沈阳机床集团参展的VTM350140lg立式车铣磨及淬火复合加工中心，是由沈阳机床集团与 SCHIESS 公司联合开发设计的立式车铣加工中心（见图2）。



图 2

VTM350140lg采用移动双立柱，横梁升降式结构，加工精度高，稳定性好可承受较高载荷。主驱动电机采用大功率双主轴驱动电机控制。其实现 C 轴在铣削状态自动通过双主轴电机消隙功能。工作台及工件载荷采用静压轴承支撑，承载能力大、磨损小、回转精度高和寿命长。

大连机床集团参展的CHD20/1000车铣复合加工中心是自主研发的车铣复合加工中心，适用于军工、航空、航天等行业的形状复杂、精度高的零件加工。

数控立式复合磨床是近年来兴起并发展迅速的一种机床品种，主要是针对大型圆柱、圆锥类零件不能一次装卡在卧式外圆磨床上完成磨削加工的难题而专门开发的。

齐重数控的HDFVTG350X6/32L-NC高精双柱数控定梁车磨床（见图3），具备车磨同时可完成自动检测功能，适合风电、军工、航空、汽车、船舶企业的轴类零件的精车、精磨加工。该机床在立式车床基础上经过合理配置，可以扩展成龙门移动、工作台移动（前后）、工作台交换等型式，配置上刀具



图 3

自动交换系统和工件在线测量功能可形成柔性加工单元类产品。

武重参展的WHGS7000曲轴车铣复合加工中心（见图4）是在卧式车床基础上增加了主轴数控分度控制功能，增加了可多轴控制的铣头功能，可实现五轴联动。回转轴和直线轴均采用高精度无间隙驱动，并采用德国HEIDENHAIN高精度光栅作为位置的检测元件，对回转轴进行闭环控制。该机床复合加工性能高，具有出色的切削能力和高速加工能力，适合船舶、发电机、印刷机、航天航空、重型汽车等装备制造业。例如：船舶中低速重载柴油机的曲轴，电机转子、轮轴等技术要求高的需多工序加工的零件，一次装卡完成多工序复合加工。



图 4

大型、重型卧式加工中心是近年来国内外各企业力推的新作，其代表产品为数控刨台卧式铣镗床扩展形成的加工中心，也是本届展会的展示热点之一。国内展品主要有大连机床、江苏新瑞多棱、青海华鼎重型、沈阳机床集团等厂家展出的卧式铣镗加工中心，工作台可实现纵向、横向、回转运动。有的可以实现工作台交换，组成柔性加工单元和多台单元组成的柔性加工系统。

境外的意大利PAMA、捷克FERMAT和TOS（含中国昆明TOS子公司）、日本昌辅精机、东芝、韩国现代威亚、台湾远东机械（FEMCD）和MICROCUT等多家机床制造商也参展了多台卧式大型、重型加工中心展品。

2. 重型数控龙门镗铣床、落地式铣镗床趋向成熟

数控龙门镗铣床由于其加工工艺先进、扩展功能条件优越等优点，得到了国内外用户行业的广泛认可和喜爱。近年来，国内重型机床行业对该类机床开发出多种系列产品，如加工宽度达10.5m的超重

型龙门镗铣床、加工长度可达70m的双龙门移动超重型龙门镗铣床、配备回转工作台具有车削功能的超重型龙门镗铣床、高架式高速移动龙门镗铣床、工作台可交换式的龙门加工中心等等。

目前,国内生产龙门式镗铣床产品的厂家越来越多,技术水平越来越高,快速移动、高精加工、五轴联动已在龙门类镗铣床产品上得到广泛应用。在本届展会上,重型龙门镗铣床以其规格第一的显赫地位吸引着广大观众。一些厂家展出了本企业历史最大规格的数控龙门镗铣床展品,如大连机床集团参展了加工宽度4m的XK2140-120数控龙门镗铣床、华东数控参展了加工宽度4.5m的数控龙门式车铣镗床,都是展会规格最大重型机床。

四川长征机床集团公司参展了“高档数控机床与基础制造装备”科技重大专项高速龙门五轴加工中心(见图5),快速移动40000mm/min,主轴最高转速24000r/min,并全部采用国产功能部件。



图 5

济南二机床的XHSV2525X60高架式五轴联动龙门加工中心、宁波海天精工的HTM-30GLE横梁升降系列龙门五面加工中心、日发数控参展的工作台宽度3000mm,长度16000mm的RFMP16035M龙门镗铣加工中心。参展的重型龙门式镗铣床和加工中心都具有一定先进技术水平,也是我国同类产品中的杰出代表。

在本届展会上,重型数控落地铣镗床类展品大放异彩,吸引了参展观众的特别注意,其特点是,普遍注重外观的改善,如:沈阳机床集团展出的镗杆直径200mm的FBC200r落地铣镗加工中心(见图6),其外观颜色在满足视觉享受的同时,突出了人性化设计及安全防护设施,注重品牌形象的树立,外观及造型给人耳目一新的感觉。

齐二机床展出的TH6920A落地铣镗加工中心摒弃了传统的钢防护罩,采用缩板式防护罩,提高了



图 6

机床防护的安全性和运行的稳定性。其立柱及走台的表面弧形设计是其最大亮点,改变了人们以往对重型机床外形过于“机械”的印象,令人眼前一亮(见图7)。

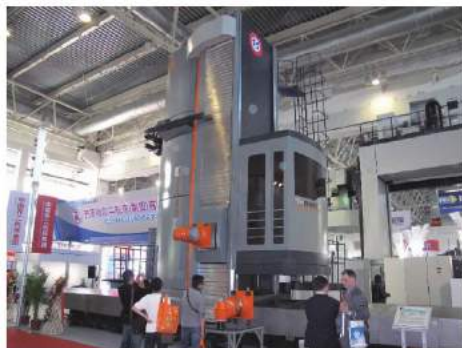


图 7

该机床应用了多项新技术,如闭式静压导轨技术、Y轴采用了丝母旋转丝杠固定技术减少转动惯量,提高了定位精度;主轴采用轴套内冷却循环及油气润滑技术,保证高速运转无发热;镗杆滑枕伸出时,采用全数字式电液比例减压阀完成三项精度补偿。齐二机床已经完成世界规格最大的镗杆直径320mm落地铣镗床开发和试制任务。

北京一机床是第一次参展落地式铣镗床类产品,型号为BHBM200的落地式铣镗床,镗杆直径200mm,主轴最高转数可达2500r/min,各轴的快速移动均在15000mm/min以上。目前这在国内同类产品中处于领先地位。该产品升降走台采用电机与大导程丝杠驱动,使其运行平稳、安全可靠,改变了以往升降走台的传统驱动方式。

昆明机床公司参展的TKS6916 镗杆直径160mm数控落地式铣镗床,是昆机重型数控落地式铣镗床的最新升级换代产品。该产品在原基型产品上进行了结构优化设计,采用了新的结构和技术,使之刚

性更好、可靠性更高、性能更优。

随着机床主机功能复合性不断扩大,以及主机种类不断扩展,为直线电机、双驱动传动、在线自动测量、机床热变形补偿、重心位移变形补偿,以及多功能铣头等先进技术应用,提供了有利条件和实用性考验。

功能部件的高性能化也为主机性能提升起到了至关重要的作用。本届展会上,沈阳机床集团FBC200r所配瑞士HORMA增速头,最高转数可达5000r/min,加工工件的精度及光洁度大大提高。齐二所配自制直角铣头和万能角铣头外形美观,铸件表面采用喷丸处理,在保证性能稳定的同时,做到与主机协调一致,为主机的性能和外观锦上添花。济南二机床获得国家科技重大专项成果奖的VXD40电主轴式力矩电机驱动A/C双摆角数控万能铣头,电主轴功率40kW和SVX60A机械主轴式A/C双摆角数控万能铣头,主电机功率60kW。两坐标铣头扩大了主机使用功能,实现了重型机床大功率五轴联动加工。

高速、高精、五轴联动已成为数控龙门式铣床和落地式铣床的特点。还有些数控机床具备了机械运动变形补偿、温度变形控制及补偿功能、智能故障诊断、智能防撞、智能刀具信息识别等高新技术并得到较为广泛的应用。我国重型机床行业自主创新能力的提高在数控龙门式铣床和落地式铣床类产品上得到充分证明。

3. 大型数控齿轮加工机床品种、规格越做越大,精度越来越高

我国大型、重型数控齿轮加工机床在市场需求培育下发展很快,本次展会上展出了多台大型、重型数控齿轮加工机床。许多数控齿轮加工机床采用了力矩电机直接驱动,加工精度明显提高,实施绿色环保高速干式切削,在线测量和精度判别,并采用自动补偿等先进技术。如齐重数控的YL31600L-NC高精度数控立式滚齿机、重庆机床集团的Y31320CNC6数控滚齿机和Y4232CNC5五轴数控剃齿机、南京二机床的YW5120CNC高速万能数控插齿机、湖南中大创远数控装备公司的YK2260全数控螺旋锥齿轮铣齿机和YK2060全数控螺旋锥齿轮磨齿机等大型齿轮加工机床,秦川机床的QJK002锥齿轮铣齿机,其规格、加工技术、加工零件技术等级都有较大提高。

锥齿轮应用广泛,是石油、矿山、军工、汽车等行业装备中传动装置的关键部件。秦川机床的QJK002锥齿轮铣齿机,其加工直径为 $\varnothing 2500\text{mm}$ 大型

锥齿轮,采用创新铣削工艺技术,不仅能实现Gleason制弧齿锥齿轮的铣削加工,还能够铣削Klingelnberg制延伸外摆线齿线锥齿轮。该项目的研制彻底摆脱了大型重载圆锥齿轮副长期依靠进口的局面,促进了我国船舶、石油、冶金、化工、矿山行业的快速发展。例如齐重数控的YK31600L高精数控滚齿机(见图8),最大加工直径可达6000mm,加工精度达到6级;重庆机床集团的Y31320CNC6数控滚齿机,最大加工直径为3200mm,加工精度达到7级(GB/T100095.1-2008)。



图 8

4. 大型专用加工机床的量体裁衣式设计

本次展会展出了多台特性化专用大型加工设备。

这些设备是根据用户加工特点而量身定制的新产品更适应用户要求。这类产品一般具备自动加工、自动检测、高效率和高精度的特点。如:数控曲轴圆角滚压机床配有计算机校直专家系统,具有循环启动、自诊断、程序存储等功能。其中,武汉重型机床集团展出的UGL30数控不落轮对车床、青海华鼎重型机床公司的DLC-25G地坑轮对车床、齐重数控的SVB19X6/32-NC数控行星架专用镗床、上海重型机床厂的SHZ22高效深孔加工机床、山东普利森集团的TZK25X2000 数控刮滚机床等。

武汉重型机床集团的UGL30数控不落轮对车床由径向支撑装置、径向反卡装置、抬起定心装置、摩擦驱动装置、防打滑装置、刀架、测量装置、活动轨道、排屑系统、除尘系统、液压系统、气动系统及电动控制系统等部件组成。机床集自动抬起定心、自动检测、自动加工、自动打印结果等功能于一体,具有高度自动化、高效率、高精度等特点。可用于在不拆卸车辆任何部件的条件下,修理加工高速列车、地铁、轻轨车辆轮对车轮的踏面和制动

盘。

青海华鼎重型机床有限公司参展的DLC-25G地坑式轮对车床(见图9),用于轴负重25吨的电力机车、内燃机车,其轮对不需要做任何解体,便可以在该机床上修理车轮的轮缘和踏面。也可以用于带轴箱的单个轮对及单个转向架上的轮对轮缘和踏面的修理加工。机床结构左右对称,机床整体调整,整体安装。

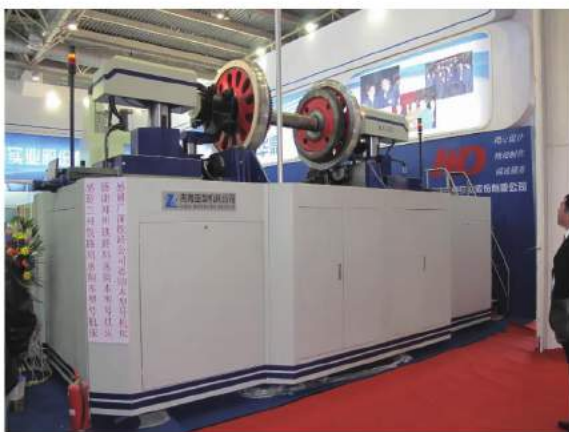


图 9

上海重型机床厂的SHZ22高效深孔加工机床,是结合国外最新发展趋势而开发研制的新一代深孔加工机床。该机床具有结构新颖可靠、简洁、高刚性、高效率、自动化高的特点。该系列机床采用模块化设计,可根据不同需求配置“镗-滚压”、“镗-铰-滚压”等不同形式的刀具系统及相应的冷却过滤装置,特别适用于液压支架等批量油缸深孔的加工。

柔性、复合、五轴联动、高精、高速以及整体结构优化仍是本届数控重型机床发展主流;多种先进制造技术,如直驱技术、直线电机、力矩电机、内装式电主轴、热变形控制补偿技术以及结构优化技术等被广泛应用。很多展品具有专家系统、多种智能自动补偿、语音导航、智能安全控制与报警等功能。从本届展会所展示的技术水平,已充分展示出我国重型机床行业在新产品开发、技术水平提升上,已经走上了自主创新之路,并取得可喜成绩。

二、差距与展望

CIMT2011上国外重型机床参展实物台数不是很多,有的只是中小规格的数控龙门式镗铣加工中心、卧式铣镗加工中心。国外展品特点是:一是突出智能功能,很多展品具有专家系统,多种智能自动补

偿、语音导航、智能安全控制与报警功能。二是倡导低碳和绿色制造方式,机床占地面积小。三是柔性复合、五轴联动、高精、高速化仍是国外数控重型机床发展主流,提倡多种先进制造技术以及结构优化技术是其优势。四是提高自动化水平,如机内对刀、自动更换附件铣头、在线绝对值测量等被广泛应用。

这类机床使用热亲和概念,实现智能化技术、防撞击系统、加工导航新技术,使移动部件在长时间运行情况下热变形减少1/2~1/4。通过热亲和结构,实现工作台膨胀补偿功能、主轴热位移补偿功能,使机床长时间实现高精度、高效率加工。

日本MAZAK第五代五轴联动复合加工机床INTEGREX i-300系列机床,具有独特的语音导航功能,准确地告知操作者安全报警和手动操作设置情况;3D模拟加工,进行加工程序的确认和机床干涉的检查;主轴控制功能,可以对主轴的温度、震动、位移等信息进行监控。

意大利PAMA公司的 speedcenter1600卧式加工中心、西班牙Danobat集团的FR-10000型落地式数控铣镗加工中心等具有高速、高精、复合加工特点。国外产品在机床结构的合理性、功能齐全性、精度稳定性、机床高效性(主要体现在主轴转速和移动速度上)和可靠性上仍居于前列,其产品仍稳稳占据高端产品的地位。

经过近几年技术改造和产品开发锻炼,我国重型机床行业无论是生产能力还是产品技术水平都有长足进步,但是与国外产品相比我们还有很大不足。受传统设计理念及方法和基础制造水平的制约,国产数控机床在结构的合理性、功能复合性、精度稳定性、机床高效性及可靠性方面与国际机床还存在一定差距,高端产品的国际竞争力亟待提高。

造成与国外产品差距的主要原因是缺乏关键核心技术、自主创新能力不足、缺乏国际性竞争品牌。由于体制改革等原因,国家及部级技术研究单位先后消失或弱化,基础技术研究工作处于停顿状态,高端装备研发能力薄弱。这些都是制约国内产品技术发展的关键因素,导致国内高端重型机床市场份额仍被国外品牌产品所占据。

国产数控机床的精度、性能、可靠性以及外观在试制期间或展览期间可以达到高于设计标准,但是在批量产品中却无法保障台台达到高精度要求。而国外企业通过先进的生产制造工艺控制,可以实现数控机床高精度的批量生产。国产数控机床从样

品（展品）到商品还有一段距离。在商品批量生产条件下，仍要保持产品台台达到精品水平要求，这是必须跨过的生死门槛，也是我国重型机床产品赢得用户信任的基本保证。

我国重型机床行业存在基础共性技术研究的薄弱与滞后问题，导致产品的稳定性和可靠性不高。为了改变国产重型机床的形象，必须加强机床行业基础共性技术研究，改善技术创新环境和提升创新能力，企业要积极创建高档重型机床工程研究中心，不断改进和完善基础共性技术研究的条件，同时培养高素质技术人才队伍。在加强重型机床共性技术研究的同时，还要对核心技术进行不断提炼和总结。

重型机床的功能部件由于具有大规格、大吨位、大承载、高精度的特点，不易安排功能部件专业生产企业生产。如大吨位的铣镗头、镗铣头、精密分度工作台、各种功能的附件头等，这些只能由主机厂担任研制任务，才能更好地满足主机功能与质量

要求。

在重点用户和机床行业内开展“应用示范工程”，既可促进重大专项成果的应用，又能拓展专项攻关产品的市场，也是巩固专项成果的重要措施。实施高档重型机床产业化示范工程，加强用户工艺的研究和应用实验，为用户提供成套设备和全面解决方案。提高服务意识，有针对性建立应用示范基地，解决用户应用中的突出问题，先期进行示范，并通过不断改进和完善设计，提高机床的稳定性、可靠性和各项精度指标，并将推广至用户所在行业其他单位示范应用。

相信，我国重型机床行业经过不断努力，必将促进我国机床制造业快速发展，并引领未来制造业的深刻变化，在不远的将来必定会展现出更多先进制造业的优秀成果，国产高档数控重型机床产品占领国内市场指日可待。



● 业界动态 ●

贾庆林视察 大连光洋

2011年7月2日上午10:20, 中共中央政治局常委、全国政协主席贾庆林视察了大连光洋科技工程有限公司控股的大连科德数控有限公司精密高档数控机床制造车间。

光洋科技董事长兼总经理于德海简要汇报了光洋及科德数控产业发展的情况, 阐述了企业创建数控产业完整技术链和产业链情况, 并分别介绍了参加过国庆60年及“十一五”成就展的高档数控系统及直驱双摆铣头展品, 参加过机床展的6轴5联动数控工具磨床、13轴5联动双车铣主轴立式车铣复合加工中心、14轴5联动卧式车铣复合加工中心等、直驱五轴联动龙门加工中心、高速钻攻铣机床



及系列化中小型卧式车铣复合加工中心等产品, 并汇报了光洋高档数控系统及直驱部件在沈阳机床、北京机床所、四川长征机床、四川普什宁江机床等机床企业的数控重大专项配套情况, 以及光洋高档数控系统与西门子、发那科、海德汉等技术对比等情况。

中国工程院院士、大连理工大学教授王众托向贾庆林汇报了系统工程观对指导数控产业发展的意义和作用, 得到了贾庆林的肯定。



绝对式光栅尺和编码器是当代 位移传感器发展主流

—CIMT2011 精密位移传感器评述

中国机床工具工业协会数显分会 顾问 卢国纲

一、前言

今年在北京举办的第十二届中国国际机床展览会 (CIMT2011) 汇集了高档数控机床和世界先进制造技术的最新成果, 展示了当代机床精密测量和控制技术的发展方向, 作为高档数控机床不可分离的光栅位移传感器也是最先进、水平最高的。这届展会上光栅位移传感器制造厂商德国的HEIDENHAIN (海德汉)、西班牙的FAGOR (发格)、日本的MITUTOYO (三丰)、英国的RNISHAW (雷尼绍) 和磁栅尺制造商日本的MAGNETIC (磁尺) 以及英国的球栅尺制造商NENWALL (钮沃尔) 等都来参加了。此外, 还有正在兴起的中国光栅传感器制造商广州诺信、长春光机、长春禹衡、怡信 (珠海和苏州)、东莞万濠、贵阳新天、无锡科瑞特、廊坊莱格等众多的企业也参加了。国外的位移传感器从增量式跨入绝对式, 国内的光栅传感器从数显尺进入数控尺。在这届展览会上, 绝对式光栅尺和绝对式光栅编码器是功能部件的显著亮点, 同时也是绝对式全闭环高档数控机床的亮点。

随着数控机床向高速度、高效率、高可靠性和高精度的方向发展, 高档数控机床各个轴的位移传感器需要在机床加工时, 实时提供轮廓加工性能信息, 以确定机床状态和控制的参数设置, 从而促使绝对式光栅测量系统得到迅速发展。绝对式光栅位移传感器的机床或生产线在重新开机后, 无需执行参考点回零操作, 就立刻重新获得各个轴的当前绝对位置值以及刀具的空间指向, 因此可以马上从中

断处开始继续原来的加工程序, 大大地提高数控机床的有效加工时间; 并对重要部件的状态进行实时监控, 提高机床的可靠性; 另外, 还可以在任何时间确定机床运动部件所处的位置, 通过在数控系统中作相应的设置, 可以省去行程开关, 提高机床使用时的安全性。在全闭环的高档数控系统中已经普遍使用绝对式光栅尺和绝对式光栅编码器, 在西方发达国家采用绝对式光栅位移传感器的占数控机床的80%, 目前国内的全闭环高档数控机床中采用绝对式光栅传感器的也接近30%。在本届展览会上, 全球著名的切削机床制造商DMG (德马吉) 集团展出的十台高档数控机床中全部是采用绝对式光栅尺和绝对式光栅编码器的全闭环数控系统。本文主要介绍各个企业在这届展览会上展出的光栅位移传感器新产品, 特别是绝对式光栅位移传感器。

二、国外生产位移传感器的企业

1. 德国HEIDENHAIN (海德汉)

该公司以生产高精度、高质量的光栅位移传感器而著称世界。目前海德汉公司平均每年大约销售120万个光栅旋转编码器和角度编码器、30万支光栅尺、1万台数显表、1万台高档数控系统, 接近全世界总产量半数。这届展览会的HEIDENHAIN的展品是集本世纪以来采用的新技术。其特点为: ①光栅的单场扫描原理, 提高了光栅传感器的抗污染能力和信号的质量; ②绝对式传感器由多码道提升为增量码和绝对码两个码道, 确保获得高精度的位置; ③有“功能安全”特性和EnDat 2.2双向数字接口,

实现绝对式传感器和增量式传感器的位置值高效、可靠、具有诊断功能的传输；④皮米级（ $\mu\text{m}=10\sim 12\text{m}$ ）光栅尺，是当代高档数控机床所需要配置的精密位移传感器，HEIDENHAIN都有相应的产品。

HEIDENHAIN本届展会展出的产品：

(1) LC211 绝对式大测量长度封闭光栅尺，测量步距可达 10nm 。这是今年推出测量长度大于 4m 的绝对式钢带尺，解决了大型数控机床的绝对式测量。光栅尺采用METALLUR刻线工艺的钢带尺，两个码道；精度等级： $\pm 5\mu\text{m}$ ，分辨力： 10nm ；最大产量长度： 28040mm ，最大移动速度： 480m/min 。

(2) LC183和LC483绝对式封闭光栅尺，测量步距到 $0.1\mu\text{m}$ （分辨力到 5nm ）。这是广泛应用于数控机床的绝对式光栅尺，采用DIADUR工艺的玻璃尺，刻有两个码道，一个是绝对码道，采用伪随机码，另一个是增量码道，栅距为 $20\mu\text{m}$ 。读数头采用单场扫描技术，提高光栅尺信号质量和抗污染能力。最大测量长度达到 4240mm ，精度等级为 $\pm 3\mu\text{m}$ 和 $\pm 5\mu\text{m}$ ，分辨力为 $0.005\mu\text{m}$ ，运动速度达到 180m/min ，加速度 10g ，震动 20g ，冲击 30g ，通信接口EnDat2.2双向数字传输绝对位置信息值，输出增量信号 $\sim 1\text{Vpp}$ 。

(3) LIC4015、LIC4017敞开式大测量长度绝对式光栅尺，测量步距可达 1nm 。该尺有两个码道，一是增量码道，另一个是绝对码道，通过EnDat2.2双向串行接口进行绝对值数据传输。适用于超精密机床、高精度机床、测量机和比较仪、半导体工业的测量和生产设备，以及直接驱动直线电机等。

(4) LIP281、LIP218敞开式皮米（ $\mu\text{m}=10\sim 12\text{m}$ ）级增量光栅尺，广泛用于超精密机床和极大规模集成电路专用设备。

(5) 新型RCN绝对式角度编码器。该产品有RCN2000、RCN5000和RCN8000三个系列，新型的RCN空心轴绝对式角度编码器安装简单并且全面升级，将过去的多码道结构升级为两个码道。绝对码道是采用MANCHESTER编码技术每转的绝对位置是唯一的，另外一个增量码道采用单场扫描原理，提高了分辨力和抗污染能力，这两项措施可以获得高精度的绝对位置。此外，还采用了纯串行数据传输，允许在高转速下保持高精度、高频响应与安全控制系统（功能冗余）一起应用。RCN绝对式角度编码器在机床的回转工作台、摆动铣头和车床的C轴等方面得到广泛

的应用是位置控制和速度控制的佳选择。

(6) EnDat2.2数字双向接口。HEIDENHAIN绝对式光栅传感器都是通过EnDat2.2数字双向接口，支持实时的监控和诊断功能，除读取绝对位置值外，还向数控系统连续传输光栅传感器的工作状态（如工作温度、允许最大速度等），可以向数控系统发出预警和报警信号，保证了系统的高可靠性。EnDat2.2数据传输与后续电子设备的时钟信号保持同步，大量快速的数据传输十分准确、可靠，这也是皮米级测量系统的基础工作之一。

2. 西班牙FAGOR（发格）

西班牙发格自动化有限公司配合高档数控机床的发展，展出了新型的绝对式光栅尺和绝对式编码器。FAGOR公司用于数控机床的数控光栅尺在市场上颇具竞争力，特别是近年来在中国市场的销售一直保持增长态势，用于数控系统的反馈光栅尺成为该企业的主导产品。该公司光栅尺的光学设计上已采用了单场扫描技术，绝对式编码器也采用两个码道。光栅尺也有敞开式光栅测量系统，主要用于半导体专用设备、测量机和直线电机；增量式光栅测量系统和绝对式光栅尺测量系统主要用于数控机床的反馈系统。

本届展览会上FAGOR推出了封闭式绝对式钢带光栅尺，其测量长度从 440mm 到 30m 。型号为LA，是采用栅距为 $40\mu\text{m}$ 的不锈钢带测量。

FAGOR还有采用栅距为 $20\mu\text{m}$ 的玻璃刻线的绝对式光栅尺，其型号GA、SA、SVA，测量长度从 140mm 到 3040mm 。

FAGOR绝对式光栅尺可以通过通信协议和机床的控制器相连，例如FANUC、SIEMENS、MIT-SUBISHI、PANASONIC等。

FAGOR的增量光栅尺也有钢带和玻璃两种，不锈钢钢带的栅距是 $40\mu\text{m}$ ，最大测量长度达到 60m ；玻璃尺的栅距是 $20\mu\text{m}$ ，测量长度为 4040mm 。它们的准确度有： $\pm 3\mu\text{m}$ 、 $\pm 5\mu\text{m}$ 、 $\pm 10\mu\text{m}$ 。分辨力有从 $0.05\mu\text{m}$ 到 $10\mu\text{m}$ 。测量速度为 120m/min 的增量尺用于数控系统，测量速度 60m/min 的用于数显系统。

FAGOR还有敞开式钢带光栅尺有型号三种EXA、EXG和EXT，栅距为 $20\mu\text{m}$ ，最大测量长度为 30m ，准确度 $\pm 5\mu\text{m}$ ，分辨力 $0.1\mu\text{m}$ ，测量速度 480m/min ，输出型号为 $\sim 1\text{Vpp}$ 和TTL信号。

3. 日本MITUTOYO (三丰)

三丰公司 (Mitutoyo Corpation) 光栅尺主要是用于测量仪器, 部分用于数控系统和伺服驱动系统。在本届展览会上该公司展出了新型的绝对式光栅尺。该尺采用了容栅的静电电容技术和光栅的光电技术, 在玻璃标尺上采用了三个码道, 中间是增量码道栅距为 $20\mu\text{m}$, 两边为绝对码道。

日本三丰公司推出用于数控机床反馈系统的绝对式光栅尺, 它们是AT300和AT500系列绝对式光栅尺, 最大测量长度为1500mm和3000mm, 准确度 $\pm 3\mu\text{m}$ 、 $\pm 5\mu\text{m}$, 分辨率 $0.05\mu\text{m}$, 最大移动速度120m/min, 可以直接和FANUC控制器相连, 输出接口EIA RS-422A。该公司生产的AT200系列增量式光栅尺, 用于CNC数控机床和半导体专用设备的位置的反馈控制, 最大测量长度3000mm, 准确度 $\pm 2\mu\text{m}$ 、 $\pm 3\mu\text{m}$ 、 $\pm 5\mu\text{m}$, 最大移动速度120m/min, 分辨率从 $0.1\mu\text{m}$ 到 $5\mu\text{m}$, 输出信号周期 $20\mu\text{m}$ 。

4. 英国RENISHAW (雷尼绍)

RENISHAW公司是专门从事高精度检测仪器与设备的制造企业, 主要产品为非接触直线光栅及圆光栅测量系统, 激光干涉仪, 三坐标测量机及数控机床用测头, 球杆仪和模具扫描系统等。RENISHAW的光栅传感器有直线、角度两种, 提供各种精密位置反馈系统, 用于广泛的直线和旋转运动应用。其光栅测量系统是金属反射光栅, 它采用了开放式、非接触、小型紧凑结构的光学测量系统, 能在高速、高分辨力的工作性能的同时有抗光栅表面被污染的能力。RENISHAW的光栅尺是镀金的钢带光栅, 光栅尺可按设备的具体需要剪切至合适的长度, 其背面有自粘的特别设计, 能快速安装。光栅尺的栅距有 $20\mu\text{m}$ 和 $40\mu\text{m}$ 两种, 光栅尺的精度是任意1m长度上为 $\pm 3\mu\text{m}$ 。读数头中有内置细分电路, 提供分辨率从 $10\mu\text{m}$ 到1nm的数字反馈信号以及 $\sim 12\mu\text{A}$ 电流和 $\sim 1\text{Vpp}$ 电压的模拟输出信号。最大测量速度600m/min, 分辨率1nm时相应的速度为100mm/s。

该公司最新推出的RESOLUTE绝对式光栅, 由RESOLUTE读数头和 $30\mu\text{m}$ 栅距的RSLA不锈钢栅尺组成, 具有独特的单通道绝对刻度, 将绝对位置数据和移相信息整合为一个代码, 分辨率可达1nm, 测量长度到5m, 热膨胀系数为 $10.8\mu\text{m} (\text{m}\cdot^\circ\text{C})^{-1}$ 。RELA光栅尺在1m范围内精度可达 $1\mu\text{m}$ 。读数头上有一

个内置安装状态LED指示灯, 用于进一步协助安装和诊断, 直线光栅最大工作速度为100m/s。RESOLUTE绝对式光栅尺提供的标准分辨率为1nm、5nm及50nm。RENNISHAW绝对式光栅尺采用的通信接口是IC-HAUS的BISS.C接口, BiSS C模式 (单向) 是一种用于从光栅采集位置数据的快速同步串行接口。

5. 日本磁尺公司

日本森精机 (MORI SEIKI) 公司旗下的株式会社磁尺 (Magnescale Co.Ltd) 在森精机公司的展台上展出的是SR87绝对式磁栅尺。该型号绝对磁栅尺用的是两个码道, 一个是增量码道, 通过信号细分提供位置值, 确定磁栅测量系统的精度和分辨率; 另一个是绝对位置码道, 用来确定绝对位置。该产品测量长度可以到3040mm, 测量分辨率到 $0.01\mu\text{m}$, 准确度在 $\pm 3\mu\text{m}$ 、 $\pm 5\mu\text{m}$, 最大速度200m/min。该公司和FANUC、MITSUBISHI (三菱)、PANASONIC (松下)、YASKAWA (安川) 厂家有通信协议。该公司生产的增量式数字磁栅尺, 读取磁栅尺上的信号是磁敏式磁头。这种磁栅尺可以输出正弦信号, 其输出信号周期为 $40\mu\text{m}$ 的正弦波, 和光栅尺的信号差不多, 可以互换。例如SR84/85磁栅尺分辨率达到 $0.01\mu\text{m}$, 准确度达到 $\pm 3\mu\text{m}$ 、 $\pm 5\mu\text{m}$, 最大速度200m/min, 测量长度达到3040mm, 防护等级可以达到防水的IP65, 能用于反馈控制系统。

6. 英国NEWALL (纽沃尔)

英国NEWALL公司 (Newall Measurement Systems, Ltd.) 的球栅传感器利用了交流电磁感应技术, 采用非接触式测量, 读数头是全密封设计的, 能防尘、防铁屑、防水, 达到了IP67保护等级。该公司现在可以提供增量式和绝对式的数字球栅尺, 输出波形有TTL矩形波和 $\sim 1\text{Vpp}$ 、 $\sim 11\mu\text{A}$ 正弦/余弦波, 和光栅尺的输出信号差不多, 可以和微米级的光栅测量系统互换。增量球栅尺信号周期20mm或40mm, 最大测量长度单尺12m, 接长可达30m, 准确度为 $\pm 5\text{mm/m}$ 、 $\pm 10\text{mm/m}$, 分辨率为10mm、5mm、1mm, 最大速度60m/min, 这种数字球栅尺主要作为位置反馈装置与CNC、NC、PLC和PC产品配套使用。现在推出的绝对式球栅尺的尺体同增量式类似, 都是由不锈钢管内装有一系列半英寸紧密排列的镍镉合金球。但绝对式和单参考点球栅尺, 是在尺身内部嵌入编码环。读数头内的霍尔传感器能识别内嵌编码

环自带的磁信号。绝对式球栅内部的高速DSP(数字信号处理器)负责处理数据以及和外部的通信。NEWALL绝对式球栅尺,其测量长度不超过3.5m,准确度为每米 $\pm 10\text{mm}$ 、 $\pm 5\text{mm}$ 和 $\pm 3\text{mm}$,分辨率为10mm、5mm和1mm,测量速度60m/min(1mm分辨率时)。该产品已经通过了Fanuc公司的接口认证。

三、中国的位移传感器产业

数显技术从20世纪80年代以数显技术改造传统的机床行业为起点,发展到21世纪以“数显装置”装备了中国的机床产业,使机床的数显化率达到30%左右。数显装置以经济实用的价格,普及到整个机床行业,给“中国制造”奠定了基础。数显装置的发展是跟随位移传感器的发展而发展的,现在中国已是位移传感器生产的大国。2010年全国机床产量估计,金属切削机床产量为80万台,其中数控机床产量为22万台(全闭环系统大约占5%)。光栅尺的销售量超过50万坐标,销售额超过4亿多元,数量为世界第一。光栅旋转编码器超过200万个,销售额超过3亿元,数量为世界第三。现在国产增量式玻璃光栅尺的测量长度达到3m、钢带尺30m,准确度等级能达到 $\pm 3\mu\text{m}$ 、 $\pm 5\mu\text{m}$ 、 $\pm 10\mu\text{m}$,分辨力能达到 $0.1\mu\text{m}$,测量速度达到60m/min和120m/min。增量式旋转光栅编码器的线数5000/转,每转输出的脉冲数达25000个,增量式角度编码器的线数到9000/转,系统精度到 ± 2.5 角秒。绝对式编码器的位数已到21位,已采用双向串行数字传输,并在数控机床上使用。

光栅尺主要的生产企业:广州信和、怡信、长春光机、贵阳新豪、广东万濠、廊坊莱格。圆光栅编码器主要的生产企业:长春禹衡、四川科奥达、无锡科瑞特。

在本届展览会上部分国内光栅企业介绍如下:

1. 广州信和

在本届展览会上,信和公司展出的KA-NC100系列反馈光栅尺能用于全闭环的数控系统,其主要技术指标:最大测量长度3m,栅距 $20\mu\text{m}$,准确度 $\pm 5\mu\text{m}$ 、 $\pm 3\mu\text{m}$,分辨率从 $1\mu\text{m}$ 达 $0.1\mu\text{m}$,最大速度120m/min,加速度3g,抗震动8g,抗冲击10g,接入压缩空气时防护等级达到IP64,信号输出为总线式的信号输出模式,通过通信协议可以直接接入日本

安川公司伺服驱动器。该公司的光栅尺已从数显光栅尺进入了数控光栅尺,应用范围已从数显机床进入数控机床。该公司的光栅尺在市场的占有率和产品的质量都在国内行业中领先。在这里要指出的是,KA-NC100系列反馈光栅尺数据输出已采用高速双向串行数字接口,并且已与著名的伺服电机驱动企业——日本安川(YASKAWA)公司签署通讯协议,配备安川公司的 ΣV 型系列AC伺服驱动器,这是国内第一家光栅尺生产企业和国外数控企业签署的通讯协议。诺信公司的KA-NC100系列光栅尺达到安川公司的所要求的品质,使我国的光栅尺正式用于全闭环数控系统。

另外,该公司配套角位移的控制,开发了RA系列角度编码器,其主要技术指标:编码器每周线数 ≥ 9000 线,系统精度 $\pm 2''$ 、 $\pm 5''$ 、 $\pm 10''$,测量步距 $\geq 0.0005^\circ$,允许转速200 r/min,输出信号频率达到200KHz,通信接口为总线式的信号输出模式(可以直接接入安川公司伺服驱动器)。

光栅传感器企业发展模式主要有德国HEIDENHAIN和西班牙FAGOR的模式,即从光栅传感器发展到数控系统,而信和的发展模式是制造光栅尺。为了促进光栅传感器和数控系统的发展,他们又建立了制造数控系统的诺信公司。为了发展中国自己的光栅位移传感器和数控系统,他们又建立了制造高档数控机床的佰锐富公司。现实证明,国产数控光栅尺很难进入数控机床,他们生产加工中心首先采用自己生产的光栅尺、自己生产的角度编码器和自己生产的数控系统。2010年信和公司光栅尺销售了16万支,诺信的数控系统销售了二千多套,佰锐富加工中心也销售了二千多台,保持了信和光栅传感器技术国内领先和销售量的领先。在本届展览会上该公司展出的全线轨立式加工中心SPD-6150-H2是采用自己的SDS9-6CNCH2数控系统的五轴联动数控机床,并且和自己的光栅传感器组成的全闭环数控系统,该机的涡轮曲面精加工进给速度最高可达6m/min。

2. 怡信集团

光栅尺是怡信集团的主导产品之一。怡信现已发展成为测量仪器、机床制造及机床数控系统的综合企业,年产光栅尺85000支、数显表30000台销售量居国内同行业第二,生产的 $1\mu\text{m}$ 和 $5\mu\text{m}$ 大量应用于

手动机床,部分 $1\mu\text{m}$ 光栅尺也用于数控机床。怡信以光栅测量系统为基础,生产的仪器包括光学投影仪、影象测量仪,3D激光扫描仪、三坐标测量机、长度测量仪、光学对刀仪等。怡信生产的数控机床包括火花机、雕铣机、高速加工中心等。怡信本次展会推出ES-12光栅数显表,采用LCD作显示屏,适用于铣床、镗床、车床、磨床、EDM及线切割等不同机械的特殊使用环境和特殊功能要求。2010年怡信集团的销售额达到3亿人民币。

3. 长春禹衡

长春禹衡光学有限公司是我国专业生产光栅编码器的企业。公司主导产品光栅旋转编码器,现已形成二十多个系列,上百种规格:有绝对式、增量式、混合式编码器;有空心轴、实心轴、半空心轴、手持式编码器;有增量式编码器每转的线数到5000线,绝对式编码器位数到21位。2010年产量达到80万台,产品广泛应用于数控机床、交流伺服电机、电梯、纺织机等自动化行业。该企业承担了国家“高档数控机床与基础制造装备”科技重大专项《高精度、高分辨力绝对式光栅旋转编码器》的研制。

4. 长春光机

长春光机在展台上展出了其研制的绝对式光栅

尺原理样机。该样机采用了单码道绝对编码技术;增量码道正余弦信号纠偏与细分技术;光栅单场扫描技术;光电信号的快速译码及纠错处理;高速串行通信接口,实现数控系统与传感器之间的高分辨率数据的短周期交换。样机的测量长度:1.2m;分辨率: $0.1\mu\text{m}$;测量精度: $\pm 6\mu\text{m}/\text{m}$;最大工作速度:100m/min;最大工作加速度: $20\text{m}/\text{s}^2$;截止频率(-3dB): $\geq 80\text{kHz}$ 。

5. 廊坊莱格

莱格钢带光栅尺,栅距为 $20\mu\text{m}$,测量长度可以达到30m,准确度分别为 $\pm 3\mu\text{m}$ 、 $\pm 5\mu\text{m}$ 、 $\pm 10\mu\text{m}$,分辨率为 μm 、 $1\mu\text{m}$ 和 $0.1\mu\text{m}$,最大测量速度60m/min,加速度1g,震动20g,冲击20g。

四、结束语

从本届展览会上可以看到,绝对式光栅传感器是位移传感器发展的主流,是高档数控机床最重要的功能部件。国产的光栅尺从数显尺进入到数控尺,国产的光栅旋转编码器进入到了数控机床,但是与西方发达国家的差距还很大,必须努力。□



● 业界动态 ●

山高刀具加大支持教育事业

2011年6月16日下午，山高刀具（上海）有限公司董事总经理蒋文德、市场总监王魄、北方区高级销售经理康博一行三人来到清华大学，参加2010-2011学年“清华之友——山高刀具奖学金”颁奖仪式。今年已经是山高刀具（上海）有限公司为清华学子颁发的第五届奖学金了，共有10名学生获此殊荣。

6月17日下午，他们又马不停蹄地来到天津职

业技术师范大学，出席在这里举行的“2010-2011学年机械工程学院-山高奖学金”颁奖仪式。这是山高刀具继“清华之友奖学金”后，加大奖学金投放范围，支持教育事业的又一次善举。

山高刀具与高校的强强联手，一方面搭建了为国家培养优秀机械人才的平台，强化实践与理论的相结合；另一方面也履行了企业的社会责任，树立了企业的良好形象。



CIMT2011 齿轮加工装备精品荟萃 (下)

Exquisite assemble of gear machine equipment in CIMT2011

陕西秦川机床工具集团有限公司 马云

二、滚齿机

2.1 国外滚齿机展品

(1) 美国格里森的立式滚齿机 210HIC

该系列机床在设计上用于干切，可减小占地面积，大幅度减小切削时间。尤其值得关注的是，Genesis 系列滚齿机具有倒角和去毛刺选项，只需一次调整便可实现滚齿以及后续的倒角和去毛刺功能，在生产效率、产品质量和重复精度等方面都具有很大的优势。机床配备有高速自动装料系统，结合格里森的快速更换夹具，再加上极具人机工程学的设计，还可大幅度地减少非生产时间，这些优势使得 Genesis 滚齿机成为同类机床中速度最快、生产效率最高的产品之一。



(2) 三菱重工干式滚齿机 GE15A

此款机型以高速、高精度的精加工能力见长，同时缩短了工件交换等必要的非加工时间，实现制造生产效率的提高。

GE15A 采用超级干式滚刀Ⅲ型，进行高速干式



切削，作为此 GE 系列的选项，可以配置倒角和去毛刺的装置。它可以同时进行倒角和去毛刺的作业，提高了生产率，并且可以减少占地面积和投资成本。

(3) 瑞士阿福尔特精密技术有限公司小模数精密滚齿机 AF90C

机床主要特点：

●AFFOLTER 滚齿机拥有一次装夹完成双端面齿的加工技术。滚刀轴上装有滚刀及除毛刺刀，工件在头架 Z 导套中夹持以加工一侧端面齿并除毛刺，然后头架 Z 导套可以自动将工件推入尾架 Z' 的导套中继续夹持工件加工另一侧的端面齿，整个过程即省时又保证了精度。

●在 AFFOLTER 滚齿机床上还可以实现一种可以替代磨齿加工的硬滚削技术。能够加工的工件硬

度可达 HRC60~65。

●只用一把滚刀加工并除毛刺的 X 轴除毛刺技术、齿轮硬滚削技术、一次装夹完成双端面齿加工。

(4) EMAG 集团 KOEPFER 300 型滚齿机

采用 300 型滚齿机可以完成你能想象的所有滚齿加工。300 型全自动滚齿机具有至少 9 个 CNC 轴。由高级矿物料浇铸而成的床身和直线轴采用的滚动导轨，是 300 型机床保证卓越的静动态平衡和出色的热稳定性能的基石。封闭式的框架结构使主轴和尾架在承受最大的夹紧力和切削力时仍能保持足够的刚性。倾斜安装的滚头使落屑不管在干加工还是湿加工时都能达到最佳效果。



2.2 国内滚齿机展品

(1) 重庆机床集团展出的六轴四联动数控滚齿机 Y31320CNC 6

机床采用大立柱移动，工作台固定的立式布局方式，全密封防护罩，大开度的推拉式防护门，冷却油的对称循环，保证机床的热稳定性。X、Z 轴采用大平面矩形镶钢导轨，实现高速、大走刀量切削对机床刚性的要求。以最短的滚刀主轴传动链、滚动、静压轴承支承结构及消除间隙机构，实现滚刀主轴系统的高转速、抗振动的要求。高精度的双蜗杆蜗轮副及工作台卸荷支承结构，实现工作台无间隙传动，满足切齿精度的要求。采用电子齿轮箱，以展成法原理，加工直、斜圆柱齿轮、蜗轮、小锥度齿轮、鼓形齿轮及花键。

YS3126CNC-CD 数控高速干切滚齿机

YS3126CNC-CD 七轴四联动数控高速干切自动



滚齿机全部为自有技术，独立开发并拥有技术的全部知识产权，与美国、德国等世界著名的滚齿机制造商同类产品相比，加工精度和技术参数相当。

●机床为七轴数控、四轴联动数控高速干切滚齿机，各运动轴均由独立交流伺服电机驱动。

●采用绿色环保的干式切削工艺并集成了倒棱去毛刺功能；

●机床滚刀主轴传动系统和工件主轴传动系统均有消除机构及阻尼调节机构，确保传动系统的刚性及精度；

●机床各直线运动部件采用镶钢导轨及滚动导轨；滚珠丝杆副采用进口的带预加负荷的高精密丝杆，并采用高精度、高刚性进口组合轴承支承。

●机床可实现下列齿类零件的加工：圆柱直齿轮、斜齿轮、蜗轮、小锥度齿轮、鼓形齿轮、花键、链轮。

(2) 南京二机齿轮机床有限公司 Y3120CNC 型全自动数控滚齿机

本机床结构紧凑，加工高效，经济，精度稳定可靠。高强度、高刚性的大件结构，满足了高速、大走刀量切削对机床刚性的要求；床身对称设计，从结构上有利于机床的热平衡；各轴均由独立的交流伺服电机直接控制，具有传动链短，传动刚性好、传动精度高等特性；后立柱支架行程的范围，可满足用户加工盘齿和长轴齿工件的加工，方便地适应了工件品种变化对机床的要求；循环润滑系统的合理设计，使机床、刀具、夹具、工件所形成的切削工艺系统稳定，从而提高了大批量生产的工艺能力；机床可配备自动上下料装置和循环料库，加大生产效力；机床不同功能的配置，可满足用户的多样性要求。

(3) 齐重数控展出的数控立式滚齿机 YK31600

YK31600 通过电子齿轮箱加工各种直齿轮、斜齿轮、小锥度齿轮、鼓形齿轮、蜗轮和花键等。采用高强度、高刚性大件结构设计,应用大尺寸淬火钢导轨、予载滚滑导轨副,在高速重载下仍能保证机床具有良好的加工性能。进给系统采用予载滚珠丝杠付闭环控制,保证传动和微进给精度。工作台采用大规格静压轴承支承,高精度双蜗轮蜗杆副传动,使工作台具有很高的动、静刚性和工作台精确的无间隙传动。主轴系统采用大功率交流主轴电机驱动,无级调速,传动链应用减振消隙机构,实现高精度、高刚性的主传动系统。产品可实现六轴四联动。机头架采用互换结构形式,根据需要可提供滚刀架、内铣头架、指形刀架和轴齿轮加工的后立柱等。YK31600 数控滚齿机的加工精度可达国际 6 级,加工效率是普通滚齿机的 3 至 5 倍。



(4) 四川普什宁江机床有限公司 YK3610 II 全数控滚齿机

YK3610 II 数控高效卧式滚齿机,主要用于加工模数 $\leq 25\text{mm}$ 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 6 级精度的直齿圆柱齿轮及斜齿轮。机床轴向溜板、径向溜板通过伺服电动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动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。控制轴数七轴四联动。

三、铣齿机

(1) 德国 DEPO 6 轴龙门式锥齿轮铣齿加工中心
龙门式锥齿轮铣齿加工中心特点:

- 高架龙门式结构—通过铣刀头架实现所有的加工。
- 通过内主轴供冷却剂。
- 采用适用性广泛的叉式铣削头。
- 配置有多功能齿轮加工软件,可灵活应用于多种锥齿轮的加工。

(2) 秦川发展的 QJK002 锥齿轮铣齿机

QJK002 锥齿轮铣齿机是根据国家“高档数控机床与基础制造装备科技重大专项”的要求,针对我国矿山、冶金、建材、电力、石油、船舶、国防等行业主机设备日趋大型化、高精度化的需要开发的。

螺旋锥齿轮应用广泛,是石油、矿山、冶金等能源开采设备,汽车、船舶、飞机等交通设备,工程机械、纺织机械、印刷机械等工业设备装甲车、潜艇、飞机、直升飞机等国防军工装备中传动装置的关键部件。

QJK002 锥齿轮铣齿机,用于最大加工齿轮分度圆直径 2500mm 的软齿面的大型圆锥齿轮,采用创新的铣削工艺技术,不仅能实现大型 Gleason 制弧齿锥齿轮的铣削加工,还能够铣削 Klingelnberg 制延伸外摆线齿线锥齿轮。

该项目的研制彻底摆脱了大型重载圆锥齿轮副长期依赖进口的局面,促进了我国船舶、石油、化工、冶金、矿山等行业制造水平。

(3) 天津一机床 YK2232A 数控弧齿锥齿轮铣齿机

本机床是能够使用多种加工方法,加工最大直径 320mm,最大模数 6mm 的弧齿锥齿轮零度齿锥齿轮及准双曲面齿轮的数控弧齿锥齿轮铣齿机。该机床特别适用于成批或大量生产中粗及精加工轻型、微型汽车后桥主传动的半滚切小轮、摩托车齿轮、山地车、沙滩车的传动齿轮。

主要性能特点

- 机床系三轴数控弧齿锥齿轮铣齿机,数控系统采用德国西门子 802DSL 系统。
- 机床摇台和工件箱均采用高精度蜗轮副传动,



采取了多项增强结构刚性和传动刚性的措施，保证了机床加工精度并提高了生产率和使用寿命。

- 机床装有最大刀倾角为 30° 的刀具主轴倾斜机构，不但可加工半滚切主动轮而且能实现更好的轮齿接触区修正。

- 机床调整无需更换挂轮，减少了调整时间。

(4) 长机科技展出的高速数控铣齿机 YK83160

机床采用横向立式布局结构，滑枕（刀具）横向移动作径向进给运动方式，工作台固定于床身上，便于加工内、外齿转换，不需更换铣头；滑座移动由伺服电机完成并自动松开、锁紧；该机可加工螺旋圆柱齿轮，适于风电设备、石油机械、工程机械等行业加工直径 2.5m （外齿）/ 2.2m （内齿）模数 20mm 以下大型齿轮，自动化程度高，精度稳定。

(5) 沈阳中威重型机床制造有限公司 MG3035 数控内外圆柱铣齿机

本机床为数控五轴伺服驱动机床，采用快速成型法铣削内、外齿圆柱齿轮及内、外圆斜齿轮。安装外铣头后，该机床还可以加工大直径外齿圆柱齿轮及外圆斜柱齿轮，并具有高效、高刚度等特点。



本机床适应于风电行业、石油机械、冶金机械、工程机械矿山机械和军工机械等行业中大规格内、外齿圈的加工。

(6) 天津精诚数控锥齿轮铣齿机 JCB60

JCB60 数控锥齿轮铣齿机为七轴六联动螺旋锥齿轮加工机床，采用 Siemens840D 数控系统，使用相应制式刀盘、程序。

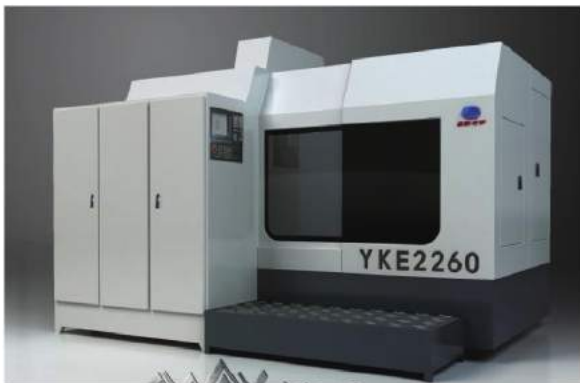
机床主要特点

- 该机床既可加工格里森齿制的产品也可加工奥林康齿制的产品；

- 可进行高效干切削加工；

- 适用于轿车、轻型载重汽车、拖拉机、工程机械等行业的中等模数弧齿锥齿轮的加工，尤其适合汽车后桥齿轮加工。

(7) 湖南中大创远数控 YK2260 全数控螺旋锥齿轮铣齿机



机床砂轮主轴采用电主轴，工件主轴采用力矩电机，大大提高了传动精度，使工件分度更加精确。直线轴均采用零驱动，保证了各联动直线轴的准确定位。增加了在线测量系统，利用自主开发的误差反调技术理论，可对工件进行在线检测和精度判别。

通过该机床的研制开发，创造性的创立了磨削 4 级螺旋锥齿轮机床的企业标准，填补了国家及行业标准的空白。

四、插齿机

(1) 南京二机齿轮机床高速万能数控插齿机 YW5120CNC



机床采用工作台固定，立柱移动的布局。机床具有 2500 次/分钟的冲程速度和宽范围的圆周进给量及径向进给量；整机运用结构动态优化技术，缩短新型齿轮加工机床的设计周期；采用了满足任意螺旋角插制的电子导轨技术，可节约大量的更换螺旋导轨的费用和时间；工作台的分齿同步技术，采用力矩电机驱动，代替传统的挂轮分齿机构，两者同步关系由数控系统来实现；配备数控摆动工作台，准确进行小锥度齿轮的角度调整；采用高速非金属插齿机主运动万向球铰轴承，用来联接刀具主轴和连杆，球体材料主要为陶瓷，通过高压润滑油带有高速运动产生的热量，在国内属于首创；刀具冲程长度可自动调整，采用刀架滑板，增大了加工范围，使多联齿轮或深内齿等典型零件能够一次装夹加工。该数控插齿机为八轴五联动：径向进给运动 X 轴、刀具圆周运动 $C1$ 轴、工件圆周运动 $C2$ 轴、曲柄回转运动 A 轴、让刀凸轮运动 $B1$ 轴、工作台摆动 $B2$ 轴、刀架滑板垂直运动 Z 轴和冲程长度调整 Y 轴。

(2) 宜昌长机科技 YK51160C 大型数控精密插齿机

YK51160C 数控插齿机工作台采用一锥两面定位，在中床身的结构上采用滚轮卸荷来承受重量减少磨擦力；机床床身采用镶钢导轨，在立柱上设计斜向让刀装置；将润滑油和冷却油在立柱与床身上分开，有效解决了混漏油问题。机床具有冲程长度及刀位自动调整功能，此技术为我公司 2009 年获得

的两项专利，调整时只需要输入调整量参数，行程调整自动完成。加工操作简便，结构简单，省时省力。机床增加冲屑装置，特别针对用户的各齿零件的加工，基本实现了铁屑自动排出功能。本机床采用全防护，整体外观效果好。

(3) 天津一机床 YK5132B 数控插齿机

YK5132B 数控插齿机为立柱移动实现径向进给的数控插齿机，主要用于内、外齿圆柱齿轮的加工和非圆齿轮的加工。

机床主要特点

- 机床系三轴三联动数控插齿机。采用先进的数控系统，实现刀具主轴回转 (X 轴)、工作台主轴回转 (Y 轴)、立柱径向进给 (Z 轴) 控制和联动。

- 机床立柱采用高精度直线滚动导轨支承，实现高稳定性的径向进给和快速移动。

- 机床刀具主轴往复运动采用变频电机和变频器调速，可实现编程设定和高、低速度自动转换。刀具主轴有自动上停功能。

- 机床的刀架采用高精度的变齿厚蜗轮付。

五、剃齿机及其他齿轮加工机床

(1) 重庆机床 Y4232CNC5 五轴数控剃齿机

Y4232CNC5 五轴数控剃齿机是一种高效的齿轮精加工机床。适用于外啮合直齿、斜齿圆柱齿轮及连轴、台阶齿轮的剃削加工。它可通过仿形机构完



成鼓形齿与小锥度齿轮的剃削加工。机床刚性好,调整简单、生产效率高,特别适合切削较大模数及较大规格齿轮的汽车、拖拉机、载重汽车、工程机械等行业。

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

(2) 湖南中大创远的 YK2560 螺旋锥齿轮研齿机

该机床既适合于格里森齿制弧齿锥齿轮、准双曲面齿轮的全自动齿面研磨,也适合于奥利康齿制的摆线齿锥齿轮、准双曲面齿轮的全自动齿面研磨。



机床辅助运动均采用气动控制,操作维护方便。

该机床两主轴采用零传动的电主轴结构,运行平稳,精度高,研齿效率高,效果好。

该机床采用自动对齿技术,自动化程度高;人机界面中英文可选,易于学习和掌握,同时还具备以下功能:齿轮副径向跳动自动测定;毛刺自动检测。

六、国内外齿轮加工机床行业的发展动向

近年来,为实现向用户提供成套齿轮类零件解决方案和“交钥匙”工程,以及满足各行业对齿轮品质要求的进一步提高,国内外齿轮加工机床行业逐渐将形成了几家综合实力强,能向用户提供成套齿轮加工技术与装备的公司。

1. 国内外齿轮加工机床行业已逐渐形成了几家

综合实力强大的跨国(企业)联盟

近 4~5 年来,国际上齿轮加工机床行业已逐步形成 Gleason/Pfauter/Hurth 集团、Kapp/Niles 集团、Sigma Σ Pool 集团、Sampulensili/Modul 集团等几大跨国集团,可向用户提供成套齿轮加工技术与装备。

与此同时,国内的以专业生产圆柱齿轮滚齿、插齿、剃齿加工机床为主重庆机床(集团),在本次展会上推出了万能磨齿机、精密螺纹磨床等新产品,打造国内最大的成套制齿装备生产基地志在必得。

秦川机床集团通过战略性并购、重组,拥有了齿轮磨床、外圆磨床、高速滚齿机、复合齿轮刀具、拉削工艺及设备等技术,本次展会上展出了由公司承担的国家重大科技专项“高速、精密、大型数控圆锥齿轮磨齿机”项目,以世界首创的“数字铲形轮展成加工理论”,实现了对现有的国际传统锥齿轮加工工艺和锥齿轮加工装备设计思想的一次革命性“颠覆”,极大地提升了公司向用户提供从图纸到工件的全套工艺设备解决方案的能力。

以立、卧式重型机床为主齐重数控公司向风电拓展发展空间,2007 年以来提出了打造全系列制齿设备发展战略。公司开发的 BVGM、YL 系列齿轮加工机床包括开坯机、直齿斜齿铣齿机、滚齿机、磨齿机。

2. 滚齿机、磨齿机制造商极力延伸产业链,竞争将日益激烈

随着用户对齿轮品质要求的不断提高,比如六档变速箱和自动变速箱的推广,以及航空、航天、船舶、风力发电行业对大型齿轮需求的迅速增加,原来以制造滚齿机为主的公司逐步进入齿轮精加工机床——磨齿机制造领域。以制造滚齿机、插齿机和剃齿机为主重庆机床集团、南京二机床、营口冠华机床也都相继研发生产了圆柱齿轮磨齿机;以立、卧式重型机床为主齐重数控公司也研发生产成形砂轮磨齿机;秦川发展在向市场提供直径 2.5m 以下精密内、外圆柱齿轮磨齿机同时,在 CIMT2011 年首次推出了重大科技专项—大型精密、高效弧齿锥齿轮磨齿机 QCJ009;长沙哈量凯斯(齿轮检测仪、刀具为主)、威海华东数控公司等研发生产了数控螺旋锥齿轮磨齿机等。

CIMT2011 磨具磨料展品特点

中国机床工具工业协会磨料磨具分会 戴红军

一、磨料磨具参展商

参加本届展会的普通磨料磨具的国内厂家有“白鸽磨料磨具公司”、“鲁信高新”、“苏州远东”、“苏北砂轮厂”、“山东升华磨具厂”、“福青融马砂轮有限公司”、“沈阳科锐特”、“沈阳大强砂轮有限公司”、“四砂泰益”等知名厂家。参展的国外企业有圣戈班 (SAINT-GOBAIN)、泰利莱 (TYROLIT)、温特苏尔 (WINTERTHUR Technology Group)、日本则武 (NORITAKE CO LTD)、瑞士戴米特 (DLAMITER)、德国DVS集团 (DVS Group)、株式会社京滨工业所 (KEIHIN KOGYOSHO)、德国卡帕公司 (KAPP GmbH)、瑞士麦斯特磨料有限公司 (MEISTER ABRASIVES AG)、德国NAXOS-DISKUS磨具有限公司 (NAXOS-DISKUS Schleifmittelwerke GmbH)、莱斯豪尔集团 (Reishauer Group)、德国万特 (WENT GmbH)、德国格林 (Gehring Technologies GmbH)、德国卡迪亚 (Kadia Roduktion GmbH) 等知名品牌厂家。

与上届相比,展商数量没有太大变化,也少有新面孔出现,国内展商少于国外。

二、部分磨具磨料展品

鲁信高新的“泰山”牌磨具展示了直径1600mm的陶瓷结合剂磨曲轴砂轮,广泛用于大型柴油发动机曲轴磨削加工,砂轮平衡性能好,尺寸精度高。

鲁信高新展出的直径1250mm的100m/s耐热树脂切割砂轮,在钢铁行业热轧生产线用于热轧钢坯的



定长切割,切割钢材温度600~800℃,在国内多家钢厂使用,替代了进口砂轮,为钢铁生产提供了高效率。

鲁信高新还展出了以下砂轮:陶瓷微晶磨料砂轮广泛用于各种精密齿轮和难磨材料的磨削加工,直径300~600mm双斜边50m/s直齿成型磨砂轮,平衡性能严于国家标准50%,直径200~550mm杯型粘板磨伞型齿砂轮,加工精度高,达到同类国外进口砂轮质量水平;缓进给成型磨砂轮,以其低密度、高强度用于飞机发动机叶片的精密成型磨削,磨削切入深度2~3mm,砂轮线速度50m/s,砂轮具有磨削形状保持性好,磨削热低,磨削尺寸精度高的特点;直径1065mm七片成组曲轴磨砂轮,以其高精度、高效率满足了曲轴加工的高精高效加工,成组砂轮每片厚度偏差在0.05mm之内,硬度值0.2mm之内,保证了曲轴多档轴颈一次加工完成精度要求,满足未来曲轴加工的发展要求。

此外,山东升华展出了系列产品,其中包括大直径曲轴磨砂轮。



白鸽磨料磨具公司展出了琳琅满目的多个系列产品，四砂泰益展出了三大系列数十个品种的磨具，沈阳科瑞特展出了有特色的齿轮磨砂轮，苏北砂轮厂展出了独具特色的特大、特厚、特薄砂轮，福清融马砂轮厂展出了使用引进先进技术制造的多款专用砂轮，特别是齿轮展成磨砂轮和蜗杆磨砂轮已达到国内先进水平。

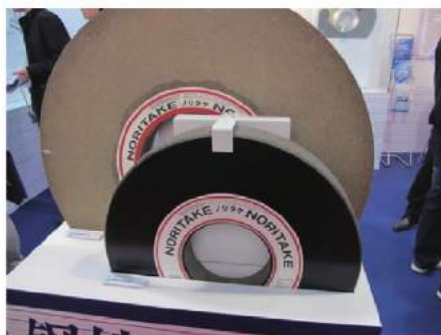
与上届展会一样，圣戈班在中国市场强力推出TG磨料砂轮和NORTON品牌的QUANTUM砂轮(NQ)。

NORTON TG和QUANTUM磨料砂轮具有高耐磨、高切削率以及较少修正量的特点，适用于超精密、高效率等加工，特别是在强力磨、齿轮磨、内圆磨等高速磨削应用上能发挥出极大的优势。

圣戈班还推出了面对中国市场的VORTEX砂轮和使用新型结合剂的蓝天牌砂轮，以及用于轴承沟道磨削的NORTON犀利(Perfrace)牌砂轮。

据称，诺顿“蓝天”工具磨砂轮是针对工具和模具加工而设计的。它采用了突破性的结合剂技术，具有极高的材料去除率和砂轮使用寿命，可以帮助用户缩短修整时间，减少砂轮更换频率，从而提高总体生产效能，有效地节约了能源的消耗，是典型的环保低碳产品。

NORITAKE推出使用高纯度氧化铝陶瓷磨粒制造的CX砂轮，和一般砂轮比，寿命延长3~5倍。用来加工高硬度难磨削材料，更稳定，成本更低。



MAXOS-DISKUS展出了独具特色的，使用特种磨料、混合磨料、多层磨料制造的多款特种用途砂轮。



MEISTER 展出了用于汽车制造、燃油喷嘴、轴承、半导体和航空航天精密磨削砂轮。

三、对展出磨料磨具的述评

(1) 本届展商及展出展品与上届几乎没有区别，金融危机对磨料磨具行业的伤害可见一斑。

(2) 山东鲁信高新和圣戈班推出了几款面向中国市场的新产品，足见大企业的抗风险能力和引领市场潮流的风范。

(3) 世界磨料磨具巨头不仅占据了国内的高端市场，而且正在蚕食中端市场。圣戈班最近推出了几款新产品就是面向中国中端市场的。

(4) 国内外展商展品反差极大，国内产品基本上是以传统磨料制造的普通机床使用的低速磨具为主，特点不明显；而国外展商带来的产品几乎全部是用于数控机床的新型磨料制造的高速磨具，每一展商都有他的独特产品。

(5) 政府和企业需要加大对新型磨料和高速磨具的投入，否则国内外磨具的差距会更大（因此类产品的研发并非一朝一夕就能完成的，比主机的研发周期要长得多）。近几年，国家在高速磨具方面也有一些投入，但研发和产出的成效是一个漫长过程，而社会资金投入又比较少，加上人才、技术的缺失，导致磨料磨具产业化规模和基础研究都比较薄弱，在新产品开发、基础研究、装备制造等方面与国外都将会存在很大差距。□

21世纪加工概念

New machining concepts

刀具制造商看当今的竞争环境

现在的刀具公司必须同全球化制造趋势保持一致，通过提高效率、同客户合作来降低成本。在这个全球竞争的后WTO时代，全世界的公司正对相同感觉作出更快、更轻、更便宜的反应，即所制造的产品和零件必须能在高速下运转，由于成本的压力最好更轻、更便宜。取得这些目标的最佳途径是通过发展和应用新材料，但这些新的材料通常都难以加工。这种商业上的动力和技术上的困难的组合在汽车和航空工业尤其突出，并已成为有见识的刀具公司研发部门的首要驱动力。

球墨铸铁已成为发动机零件和其它汽车、农用设备和机床工业上的零件的常见的材料。这种合金提供较低的生产成本和良好的机械性能的组合。他们比钢材便宜，而比铸铁有更高的强度和韧性。

但同时球墨铸铁非常耐磨，有快速磨坏刀具材料的倾向。这种耐磨性很大程度上受珠光体含量影响。某一已知球墨铸铁的珠光体含量越高，它的耐磨性越好，而且它的可加工性越差。另外，球墨铸铁的多孔性导致断续切削，这更加降低刀具的使用寿命。

可以预计，高硬度和高耐磨的切削材质需考虑球墨铸铁的高耐磨性。并且事实上材质包含极硬的TiC（碳化钛）或TiCN（碳氮化钛）的厚涂层在切削速度300m/min时加工球墨铸铁被证明通常是有效的。但是随着切削速度的增加，切屑/刀具结合面的温度也在增加。当发生这样的情况时，TiC涂层倾向于和铁发生化学反应并软化，更多的压力作用在抗月牙洼磨损的涂层上。在这些条件下，希望有一种化学

稳定性更好的涂层，如 Al_2O_3 （虽然在较低的速度下不如TiC硬或耐磨）。

化学稳定性比耐磨性更成为一个重要的表现性能分界的确切速度和温度取决于被加工球墨铸铁的晶粒结构和性能。但是通常厚涂层的TiC或TiCN和仅有氧化物的较薄涂层是针对球墨铸铁应用的，因为今天大部分这类被加工材料的切削速度在150m/min~335m/min之间。对于速度高于300m/min的应用，人们对这种材料是满意的。

为了使这个范围性能最优，各刀具制造公司分别推出各自的材质，如山高研发和推出了针对球墨铸铁加工的材质TX150。这种材质有一个硬且抗变形的基体，对于加工球墨铸铁很理想。它的涂层由一层较厚的很耐磨的碳氮化钛和一层较薄的抗月牙洼磨损的氧化物涂层，顶面是一薄层TiN。这种涂层运用目前工艺水平的产生耐磨性和抗月牙洼磨损需要的CVD涂层的全部硬度而且韧性平滑性增加的中温化学气相沉积（MTCVD）工艺。基体/涂层的组合性能给予很高的抗塑性变形和刃口微崩能力，使之成为正常速度下加工球墨铸铁的理想材质。

涂层陶瓷也能有效加工球墨铸铁。在过去，未涂层的韧性较好的诸如氮化硅和碳化硅纤维强化的氧化铝陶瓷应用受工件材料化学亲和性的限制。但是今天通过使用能抵抗切屑变形过程产生高热量的涂层刀具寿命已经显著增加。而某些早期这个领域的工件加工使用氧化铝涂层晶须强化陶瓷，今天的多数研究活动集中于TiN涂层氮化硅。这种涂层能显著拓宽韧性较好的陶瓷的应用范围。

刀具在热强合金中的应用

航空加工也变化迅速。镍基高温合金Rene88现在占到航空发动机制造使用总金属量的10%~25%。这些热强合金能增加发动机寿命而且允许较小的发动机工作在大飞机上，那将提高燃烧效率并降低运营成本。这些韧性好的材料也把费用呈现在刀具上。它们的耐热性导致刀尖上的温度更高，从而降低了刀具寿命。相似地，这些合金里的碳化物颗粒显著增加了摩擦，从而缩短刀具寿命。

作为这些条件改变的结果，曾经能很满意地加工很多钛合金和镍基合金的硬质合金材质在应用到当今的合金时会出现切削刃的压碎和切削深度线处严重的沟槽磨损。但是用最新的细颗粒硬质合金能有效加工高温合金，刀具寿命得到提高，更重要的是提高在高温合金应用时的可靠性。细颗粒硬质合金有比传统硬质合金材质更高的压缩强度和硬度，只是在韧性方面增加少量的成本。结果是在加工高温合金加工时比传统硬质合金更有效。

PVD（物理气相沉积）涂层也能有效加工高温合金。TiN（氮化钛）PVD涂层是最早使用的并仍然是最受欢迎的涂层。最近，TiAlN（氮铝化钛）和TiCN（碳氮化钛）涂层也能很好使用。过去TiAlN涂层应用范围和TiN相比限制更多。但是当切削速度提高后它们是一个很好的选择，在那些应用提高生产率达40%。另一方面，在较低的切削速度下根据涂层的表面工况，TiAlN会导致积屑瘤、随后的微崩和沟槽磨损。

近来，用于高温合金应用的材质发展很快，这些涂层由几层组合而成。大量的实验和现场测试已经论证了这种组合和其它任何一种单一涂层相比在很宽范围的应用时很有效。因此针对高温合金应用的PVD复合涂层可能成为硬质合金新材料研发持续的焦点。和MTCVD涂层、涂层陶瓷集合在一起，它们有望成为更有效加工正在研发的新的更难加工工件材料的主要冲击力量。

干切削

包括冷却液在内的问题是刀具制造科技和商业

发展的另一个领域。北美和欧洲严格冷却液管理的要求和美国最大的三家汽车制造商强制它们的核心供应商取得ISO14000认证（ISO9000的环境管理版本），这使得冷却液处理成本上升。对汽车公司和他们核心供应商来说，明显受欢迎的反应之一是在特定的加工应用里完全免除冷却液的使用。这种干加工的新世界给刀具供应商提出了一系列挑战。

金属加工从业人员能很好理解有关冷却液使用的问题，但大多数不能理解有关除在刀具——工件接触面间技术挑战（例如排屑）之外的干加工问题。通常可以观察到流出的冷却液分散切屑，但压力超过3000psi的高速冷却液也能帮助断屑，特别是软且连续的切屑会引起刀具——工件接触面上的麻烦。

采用干切削工艺的零件的结果是机床比采用湿式加工零件的更热。你是否允许它们测量前在露天自然冷却？如果新加工的热零件经常放到周转箱，升高周围环境温度，是否零件充分冷却并正好足够允许精度检测？还有处置身边几十上百的零件会对操作工人增加额外负担。

同许多刀具/工件的技术问题一起，这些潜在的问题需要陈述是否干加工能行。幸运地，有很多途径阐述这些问题。例如，压缩空气被证明在很多排屑成为问题的应用场合有成功的反响。

另一个方案是叫做MQL（最小量润滑）的技术，它由应用代替传统冷却液的相当少量油雾构成。这是一个公认的折中方案，这种最小量技术会大幅度减少冷却液的头疼事，而且在许多应用里加工出的粗糙度也很好。这个领域仍然有很多研究在做，而且刀具公司积极参与这样的研究是绝对必要的。如果他们不做将落后于竞争对手，处于不利的地位。

根据世界上工厂内具体情况设计出别的也许更好的方案。制造业从业人员可能仍然会问为什么他们要努力使用新发展的技术代替传统的已经经历数代人改进提高的冷却液方法，尤其因为实施干加工或半干加工产生的试验和失败可能引起更高的短期刀具成本。简明的答案是当刀片大约占典型加工零件成本的3%时，冷却液的成本（从购买到维护、储存、处理）会占零件成本的15%。

干加工也许不是对每个应用都适合，但象上面讨论的其它加工问题一样，需要从更宽的操作、环境和商业角度来评价。能帮助客户这样做的刀具公

复合加工中心的发展趋势

Developing trends of compound machining center

陕西秦川机械发展股份有限公司技术研究院 孙 璐

从20世纪中叶数控技术出现以来,数控机床给机械制造业带来了革命性的变化。进入21世纪以后,我国经济与国际全面接轨,数控机床更是进入了一个蓬勃发展的新时期。

随着航天航空、汽车和模具工业成为国内机床市场需求的主体,数控机床的发展趋势呈现出高速化、高精度化、复合化、模块化、智能化等特点。

伴随着市场的激烈竞争,客户的个性化需求日趋增多,产品的多样化发展迫在眉睫,零件的加工呈现出单件小批、复杂工艺、辅助时间和加工时间长等特点,因此,对数控机床的复合化即复合加工中心就提出了更高的要求,主要凸显在以下几个方面:

1 功能复合化

复合机床的含义是指在一台机床上实现或尽可能完成从毛坯至成品的多种要素加工。根据其结构特点可分为工艺复合型和工序复合型两类。工艺复合型机床如秦川机床的VTM180/VTM260龙门式车铣

复合加工中心,工序复合型如秦川机床的VT350NC立式车床。采用复合机床进行加工,减少了工件装卸、更换和调整刀具的辅助时间以及中间过程中产生的误差,提高了零件加工精度,缩短了产品制造周期,提高了生产效率和制造商的市场反应能力,相对于传统的工序分散的生产方法具有明显的优势。

加工过程的复合化也促使了机床向模块化、多轴化发展。鲁南TMC250车铣复合加工中心就采用了系列化模块设计,具有12种搭配形式,能够在一次装夹完成车、铣、钻、镗、攻丝、铰孔、扩孔等多种工序。随着现代机械加工要求的不断提高,大量的多轴联动数控机床越来越受到各大企业的欢迎。

2 控制智能化

随着人工智能技术的发展,为了满足制造业生产柔性化、制造自动化的发展需求,复合加工中心的智能化程度在不断提高。具体体现在以下几个方面。

(1) 加工过程自适应控制技术。根据切削条件



司将有竞争优势，而那些不能提供的将不断处于被动地位。

刀具和纳米技术

一个能剧烈改变刀具工业的迷人的新领域是微型制造，或处理微小粒子形成所需的产品。要谈及的关于刀具微型制造的第一件事是它这里还没有；第二件要说的事是它并不遥远。

为什么微型制造和刀具相关。因为最主要的是颗粒尺寸越小，硬质合金材料韧性越好且更耐磨。用纳米级颗粒（一些专家定义为小于 $0.2\mu\text{m}$ ，而其他人坚持纳米颗粒要小于 $0.1\mu\text{m}$ ）制造的硬质合金刀具原型已经做好并经过测试。据称耐磨性戏剧性地增加。问题是纳米级的硬质合金颗粒不能靠粉碎较大的材料形成，它们一定得通过更小的材料构成，而处理分子级粒子还不是一件容易的经济的事情。□



的变化,自动调节工作参数,使加工过程中能保持最佳工作状态,从而得到较高的加工精度和较小的表面粗糙度,同时也能提高刀具的使用寿命和设备的生产效率。

(2) 智能故障自诊断与自修复技术。具有自诊断、自修复功能,在整个工作状态中,系统随时对CNC系统本身以及与其相连的各种设备进行自诊断、检查。一旦出现故障时,立即采用停机等措施,并进行故障报警,提示发生故障的部位、原因等。还可以自动使故障模块脱机,而接通备用模块,以确保无人化工作环境的要求。

3 功能部件、配件

数控功能部件是指数控系统、主轴单元、数控刀架和转台、滚珠丝杠副和滚动直线导轨副、刀库和机械手、高速防护装置等。为了提高数控机床各方面的性能,具有高精度和高可靠性的新型功能部件的应用成为必然。因此越来越多的功能部件向着高精度化、智能化及高可靠性方面发展。而他们的快速发展,也为我们的设计思路提供了更多的选择,使设计工作更加简单。

4 先进技术的应用

(1) 重心驱动技术

重心驱动是一项可以缩短加工时间、改善轮廓加工精度、提高加工面质量、延长刀具寿命及机床寿命的技术。大连科德数控有限公司的14轴5联动卧式铣车复合加工中心在采用重心驱动的同时,配合使用双驱技术,有效抑制震动,提高了运动的平稳性,进而提高精度。而其主轴则采用直驱技术,有效的保证了高精度的回转运动。

(2) 零传动技术(直驱技术)

所谓“零传动”技术,即将机床床身与运动工作台之间的传动链缩短至零——只有一个直接驱动的直线电机(直线运动)或扭矩电动机(旋转运动)。直接驱动技术给数控机床提供了更高进给速度、加速度和控制精度的全新解决方案。

直接驱动的零传动技术具有以下重要特性:高的动态特性;运动平稳性;高的加速性能;

静态和动态负载特性;无配合间隙的定位性能;无摩擦直接驱动。

大连科德数控有限公司的14轴5联动卧式铣车复合加工中心的单摆铣头采用以力矩电机为驱动核心,替代传统的涡轮蜗杆或齿轮等传动,消除了传统机械传动的间隙和传动误差,通过高精的伺服控制可以实现高分辨率精密回转运动。主轴和副主轴也采用直接电驱动技术的内置式同步电主轴,在1100r/min的转速下,最大可以提供565Nm的扭矩,完全满足难加工材料和重切削的扭矩要求。

5 结构布局日新月异

北一双柱立式铣车复合加工中心系列的床身、横梁采用高强度铸件,具有高刚性、好的抗震性和精度稳定性。滑枕采用进口直线导轨或者全包形式的闭式静压导轨。滑枕材料为合金锻件,具有很高的强度和刚度,静压导轨面用高精度导轨磨床加工成,确保结合精度,这样既可以使机床最大限度实现滑枕大行程伸出时车削和铣削的动、静刚度和精度的保持,又可以保证静压导轨永无磨损。高转速、大扭矩旋转工作台采用多头泵静压导轨,最大承重250t。转台具有C轴功能,可参与数控进给,转台驱动系统采用双齿轮油压消隙,传动精度高、扭矩大、性能稳定。溜板左右往复运动的进给采用齿轮齿条双电机消隙结构。横梁上下垂直运动采用闭式多头把静压导轨,进给丝杠使用进口高精度丝杠,采用双丝杠双驱动,双边闭环检测实现同步驱动。横梁运动可参与数控进给,可以由机床控制系统同步轴功能自动调整滑枕和溜板在横梁不同位置因自重产生的横梁倾斜。

6 结语

从CCMT2010和CIMT2011看到,高速化、高精度化、复合化、模块化、智能化以及各种先进技术的应用和各式各样的结构创新已经成为数控机床甚至是复合加工中心的发展趋势。

世界机床排行榜

根据Gardner 出版公司“金属加工内部报告”(Metalworking Insiders' Report) 2011年5月的“世界金属加工机床排行榜”显示:沈阳机床集团已位居世界机床企业销售产值第二的位置;大连机床集团所报销售产值仍是2008年数据,位居第五位,如按照其在2010年1至12月重点联系企业月快报数据,金切机床产值为110亿元人民币,折合16.18亿美元,应能排至第四位。排名前20位的企业名单,以及两家

数控系统生产企业产值情况如表1所示。

在排行榜前20名企业中,日本和德国所拥有的企业数及企业总产值均分列第一和第二位,相对其他国家保持较明显优势。具体情况见表2。

世界金属加工机床排行榜的范围是全球金属加工机床及相关产品生产企业,目前全球已有一百多家企业参与。数控系统生产企业的数字列在其中,但是不参与排名。排序的依据是参与企业自行上报

表1 世界金属加工机床生产企业排行榜

(金额单位:百万美元)

排名	公司名称	国家/地区	财年截止时间	机床产值	企业销售额	主要品牌
1	Yamazaki Mazak	日本	Mar. 2009	2 525.00	2 525.00	Mazak
2	沈阳机床	中国	Dec. 2010	2 123.20	2 123.20	SYMG, SMTCL, S1, Schiess, ZJ, Fiyang,
3	Gildemeister	德国	Dec. 2010	1 636.00	1 828.20	Deckel Maho, Gildemeister
4	Trumpf	德国	Jun. 2010	1 585.90	1 865.70	Trumpf, TruPunch, TruBend, TruLaser
5	大连机床	中国	Dec. 2008	1 525.70	1 556.80	Dalian, Ingersoll Production Systems, BoKo
6	Itekt	日本	Mar. 2010	1 493.50	8 297.20	Toyoda, Koyo
7	Amada	日本	Mar. 2010	1 231.30	1 465.90	Amada, Amada Wasino
8	Schuler	德国	Sep. 2009	1 115.10	1 115.10	Schuler, Müller-Weingarten, SMC, Gr?bener,
9	MAG	美国	Dec. 2009	1 006.00	1 006.00	MAG
10	Haas	美国	Dec. 2007	880	880	Haas
11	Heller	德国	Dec. 2009	764.3	764.3	Heller
12	Gleason	美国	Dec. 2008	724	724	Gleason, Gleason-Pfauter, -Hurth, -M&M
13	Index	德国	Dec. 2007	675.8	675.8	Index, Traub
14	Mori Seiki	日本	Mar. 2010	664	664	Mori Seiki, Dixi, Mori Seiki Hitech
15	Okuma	日本	Mar. 2010	650.4	650.4	Okuma
16	Makino	日本	Mar. 2010	624	624	Makino
17	Nippei Toyama	日本	Mar. 2008	609.1	796.3	NTC, Nippei Toyama
18	Hyundai Wia	韩国	Dec. 2009	606	2 463.40	Hyundai-Kia
19	Chiron	德国	Dec. 2008	598.8	598.8	Chiron, STAMA
20	GF AgieCharmilles	瑞士	Dec. 2009	533.9	2 684.00	Charmilles, Agie, Mikron, ActSpark
*	FANUC	日本	Mar. 2010	1 938.60	2 731.60	FANUC
*	Siemens	德国	Sep. 2009	2 959.80	47 474.50	Sinumerik, Simotion, Simatic

表2 前20名企业的国别分布情况

(金额单位: 百万美元)

国家	日本	德国	中国	美国	韩国	瑞士
产值之和	7797.3	6375.9	3648.9	2610	606	533.9
企业数	7	6	2	3	1	1

(如是上市公司, 就采用公开年报) 的财年年度金属加工机床及相关产品的销售额。由于每个企业财年结束时间不同, 通常以三月、六月、九月、十二月

四个季度结束时点为财年截止日期。因此, 这个排行榜按月更新, 始终处于动态, 不可能比较某固定时期内所有企业的销售产值情况。

目前, 中国已经是世界最大的机床生产国, 应该有更多的企业参与到这个排行榜中来。具体要求可以联系“金属加工内部报告”(Metalworking Insiders' Report) 的编辑及出版人 Joe Jablonowski 女士 (jjablonowski@gardnerweb.com)。



• 业界动态 •

用于CNC机床高效编程的GibbsCAM软件

美国 Gibbs 公司是用于 CNC 机床高效编程的 GibbsCAM 软件开发企业。近日该公司发布了最新的 GibbsCAM 软件 32 位和 64 位版本已通过 Autodesk 公司验证，成为 Autodesk Inventor 2012 版本 3D 机械设计软件认证合作伙伴，应用在 Autodesk Inventor 认证应用程序中。Autodesk Inventor 软件数字样机解决方案帮助制造商在产品成形之前透彻研究完整的产品，对产品的真实性能进行数字化设计、可视化和仿真。借助数字样机解决方案，用户能够降低成本，提高生产效率。Autodesk 公司的认证证明 GibbsCAM 软件是款走在技术前沿的高品质产品，与 Autodesk 的 Inventor 软件协同性也很好。

GibbsCAM 软件可直接读取 Autodesk Inventor 软件设计的模型和装配图，通过 Inventor-to-GibbsCAM 插件，可以把 Autodesk Inventor 软件设计的模型和装

配图直接从 Inventor 传递到 GibbsCAM。

GibbsCAM 软件 32 位版本和 64 位版本都实现了“与 Windows 7 兼容”，因此用户能在同一个平台上使用 Autodesk GibbsCAM 和 Microsoft 的最新功能。GibbsCAM 易学易用且操作简单的界面，采用编程人员和机械师们所熟悉的语言和图标，便于 GibbsCAM 软件用户快速应用其强大的功能，使软件学习周期最短化，让机械制造任务和生产加工直观且高效。GibbsCAM 软件可为最复杂的加工工艺编程，允许用户首选的加工方法灵活性强，选项设置复合编程人员的工作逻辑。

GibbsCAM 软件的完全相关性功能十分强大，Autodesk Inventor 的零件几何和工艺参数更新可通过此功能即刻实现几何、工艺和刀路的全部更新，非常便捷。使用 GibbsCAM 软件，NC 编程人员能快速优化加工的零件几何，为机床编程，无论是只需 2 轴车削或 2.5 轴铣削的简单几何体，还是需要使用 5 轴铣削、车铣复合多任务加工（MTM）或瑞士型车床加工中心加工的复杂几何体。GibbsCAM 软件还能检验刀路，进行干涉与碰撞检测，并能进行其他测试，动态显示所选择型号机床生产加工时所有运动组件活动情况。GibbsCAM 软件的这些，及其他很多功能帮助制造者们降低了废料率，缩短了生产周期，使生产效率、安全性和利润最大化。



金属成形机床消费市场复苏

The recovery of consumptions in the metal forming machinery sector

意大利机床和自动化制造厂商协会主席 GIANCARLO LOSMA 先生

一、目前金属成形行业的发展趋势

由于技术的进步，如今金属成形机床在同样成本下，能够更好地保证产品精度和材料结构强度。它大约占据了全球机床订单的30%。

2010年统计数据证明，金属成形机床行业已经复苏。世界金属加工总产值增长了17.2%，达到135亿欧元，几乎回复到2009年的市场水平。其中，中国作为世界第一大生产国，所占份额达到29.5%，其次是德国和意大利，分别为16.1%和13.5%。由此可以看出，意大利金属成形行业表现良好。

二、意大利金属成形制造业的特点及市场表现

除了以上这些数据外，意大利的生产商还以其灵活性和可塑性而著称，这一特点外国竞争对手难以复制，从而保证了一定的优势。

为了在国际市场上竞争，意大利金属成形制造业必须要强化自己有别于其竞争对手的优势。一提到德国产品，毫无疑问总会联想到质量、技术发展、服务等方面，然而，这并不意味着意大利提供的产品就低人一等，意大利产品的品质可以通过国际市场所占的份额以及评价来清楚地得到证明。与德国产品相比较，意大利产品的真正不同之处在于生产方式的不同，德国是标准机床的最大提供商，因为德国机床产量很高，所以它们能提供高质量的产品和最快的交货期。

意大利制造商可以按照客户需求提供解决方案，

尽管也具有相同的技术创新水平，然而，这种特性化解决方案的提供也意味着更长时间的交货期。这也就是为什么意大利制造商要尽一切可能来尽快缩短交货期的原因。

在世界范围内，意大利在金属成形机床的消费市场方面也占有举足轻重的地位。

目前，中国以35亿欧元的机床消费额而高居榜首，占整个国际市场消费总额的35.6%；其次是德国和意大利，分别占9.8%和9.2%。

显然，意大利和德国一样，是一个重要而活跃的市场。与韩国、美国、巴西、俄罗斯等国的市场份额相比，有着明显的优势。

然而，尽管意大利制造商在保护国内市场份额方面有着很强的实力，但意大利国内终端用户需求的多样性依然为国外制造商提供了各种各样的商机，因此，参加LAMIERA展会的国外制造商都会有所收获。

三、LAMIERA展会的相关情况及特点

LAMIERA展会是意大利最引以为傲的展会之一，这与上面提到的意大利在世界市场上的作用相一致。现在我们正着手筹办第16届展会，计划于2012年5月9~12日在Bologna Exhibition Centre展览中心召开。该展会由意大利机床、机器人、自动化制造商协会承办，CEU-CENTRO ESPOSIZIONI UCIMU主办，每两年一届，整体展示了金属成形领域最先进的产品。它也是制造商和用户会面、切磋、交流的最佳机会，这要归功于这一经过精心准备的综合性展会。2012年的LAMIERA展会也被设想为促进高校和研究机构在金属成形领域交流的又一次机会。

因此，LAMIERA展会对于所有的加工行业人士来说，是一个全面了解金属成形行业的窗口，全面、集中展示的展品将吸引最传统产业（如机械、交通、家用电器、维修）以及新兴产业（如能源、环境、电子、生物医药）终端用户的注意力。

通过对展会参观者的分析，其行业分布的多样性和观众高质量是该国际化展会的重要特征。从2010年展会后的调查统计显示：82%的参观者直接参与公司的购买决策，从事管理工作占26%，生产

占25.3%，采购占16.4%，研发占12.7%，工程占12.6%，维修与安全占7%。

同时，也要看到展会的国际化内涵。2010年的展会统计数据显示：共有441家企业参展，其中30%来自国外，共吸引了41个国家的18000名观众参观。

因此，展会组织者的所承担的义务主要集中在广泛、细致、有效的展会宣传推广方面，即通过最适合的信息交流渠道，也包括重要的面对10万名潜在观众的网上营销。



• 业界动态 •

中国锻协封头成形委员会 2011 年行业年会在合锻隆重召开

6月28日,中国锻压协会封头成形委员会2011年行业年会在合肥合锻机床股份有限公司隆重召开。此次会议由中国锻压协会封头成形委员会主办,合肥合锻机床股份有限公司承办,无锡市东阳旋压设备有限公司等三家封头制造企业支持协办。来自全国各地的90余家封头会员企业和中国锻协有关领导共计95人参加了会议。无锡市前洲西塘锻压有限公司副总经理谢爱军致开幕词并主持会议。

此次会议安排了专题讲座,合肥通用机械研究所总工程师、全国锅炉压力容器标准化技术委员会

副秘书长张义军就《压力容器封头》(GB/T25198-2010)标准编写说明向与会代表进行了说明。会议代表还就封头行业竞争、行业发展等问题进行了交流和探讨。会后代表们参观了合肥合锻机床股份有限公司生产车间,并就感兴趣的问题和合锻股份有限公司领导进行了交流。

据了解,目前国内有200多家封头制造企业,并逐渐向专业化、民营化方向发展。在经济上独立核算、具有一定生产规模的封头专业厂近100家。

(集团宣)



• 业界动态 •

工具分会召开 2011 年度财务及统计信息工作会议

中国机床工具工业协会工具分会 2011 年度财务及统计信息工作会议于 5 月底召开。

会议由分会秘书长胡红兵主持，沈壮行名誉理事长以“工具企业在发展顺境中要看到面临的挑战”为题作了主题报告，通报了我国工具行业 2010 年度经济运行情况以及“十一五”期间工具行业的经济发展数据。2010 年我国国产刀具总量为 290 亿元人民币，除供应国内市场外，出口刀具 70 亿元人民币；2010 年我国工具消费达到 330 亿元人民币，居全球第一，其中，国产刀具 220 亿元，进口刀具 110 亿元，进口刀具占到我国刀具消费的 1/3。报告指出，中国已成为全球最具发展潜力的工具大市场，欧、美、日等跨国工具集团在后危机时代的发展战略中，无一例外地都把扩大在我国的工具销售作为

首选。我国工具行业未来的发展机遇巨大，但面临的竞争也将更加激烈。因此，在当前高速发展的顺境中，工具行业的企业，尤其是骨干重点企业要居安思危，紧跟我国现代制造业的发展需要，从调整产品结构入手，下决心认真转变传统标准刀具的发展格局，大力发展现代高效刀具，大幅度提高我国工具行业的产业集中度，只有这样才能打开行业发展的新局面。

会议代表分组交流了各企业加强财务、价格管理和统计信息工作的经验，研讨了目前产品制造成本、产品销售价格的变化情况，讨论了统计信息工作中存在的问题及其解决措施，表彰了财务、统计工作优秀企业和工作人员，圆满完成了会议议程。

(工具分会秘书处)



济南二机床集团： 研发高档数控机床 满足国家战略需求

济南二机床集团（以下简称济二）是国内机床行业唯一拥有的横跨金属成形和金属切削两大产品门类的企业。在锻压设备领域，他们是国内当之无愧的领军企业，在世界上也位列前茅；在金切机床领域，济二同样取得了引人注目的成就。近年来，他们研发的五轴联动高档数控机床，遍布国内各个重点行业领域和重大工程，为满足市场需要和国家战略需求做出了积极贡献。

直面高端失守之痛

近年来，我国机床进口方面呈现一升一降：进口台份数下降，进口总金额上升。其中玄机何在？无非是高档数控机床大量进口所致。

2009年，国产机床市场占有率突破70%，2010年，国产机床市场占有率也接近67%，这应该说是一份不错的成绩单，但高端失守却是我国机床行业难言的伤痛。

以数控龙门镗铣床为例，国内生产企业已逾50余家。大部分厂家仅仅满足于在中低端或低端市场打拼。在中国的“四大”飞机制造厂，五轴联动数控龙门镗铣床100%是进口设备。船舶（船用柴油机、船用螺旋推进器）、汽轮机、水轮机等行业的超大型数控龙门镗铣床把关设备，高速铁路、城市轨道交通、汽车模具等行业的高速五轴联动龙门镗铣床，基本上也选用欧洲或日本的产品。国产机床，或因性能较低，或因精度不能满足要求，或因可靠性差，一直被拒之门外。

高端机床不能完全自给，国家战略安全遭遇考验，如何应对？“高档数控机床与基础制造装备科技重大专项”（04重大专项）恰于此时应运而生。

2009年启动的04重大专项总投资221亿元。重点开发航空航天、船舶、汽车制造、发电设备制造等需要的高档数控机床，满足国内主要行业对制造装备的基本需求。按目标规划，航空航天、船舶、汽车、发电设备制造所需要的高档数控机床与基础制造装备80%左右立足国内。

需求就是市场。嗅觉灵敏的济南二机床早就发现了高档数控机床市场的商机，而04重大专项的启

动，更是为其提供了难得机遇。

依托雄厚的技术研发实力，2009年以来，济南二机床先后承接并实施了“5.5×12米高速龙门五轴联动加工中心”、“双摆角数控万能铣头”、“高速龙门五轴联动加工中心”等七个国家重大专项课题，成为行业内承担国家重大专项最多的机床企业之一。其中，“双摆角数控万能铣头”项目包含三个子课题，涵盖了五轴联动数控机床的电主轴式、机械主轴式和力矩电机直驱式三种结构形式，分别用以实现高速高精切削或高效重型切削，可以满足不同行业的各种工艺需求。

济南二机床以承担国家重大专项为契机，大力推进高档数控机床发展战略，凭借在五轴联动数控机床、大重型龙门镗铣床极限制造、高档数控专机等方面形成的自主核心优势，在满足国家战略需求、实现国产高端装备自主化的发展过程中，取得多项突破，进一步推动了中国机床制造实力的全面提升。

打破国外封锁和垄断

参加过往届国际机床展的专业人士会发现，国际展商的高精尖产品有些只展不售。由此可以看出，发达国家对我国的技术封锁仍然存在，同属16个重大专项的大飞机专项就面临着这样的尴尬——所需的机床装备属于国外封锁的产品。但对济南二机床来说，这却意味着机会。

航空制造业是关系到国防安全的战略性产业。由于现代飞机的零部件制造越来越向尺寸大型化、型面复杂化、结构轻量化、材料多元化和制造精密化发展，加工难度大、精度要求高，因而对机床加工设备的技术性能要求也越来越高。目前我国航空行业所需的关键件机床加工设备—高性能五轴联动数控机床几乎全部依赖进口。

济南二机床抓住了航空制造企业开始采用国产高档数控机床的机会。近期，他们分别与洪都飞机制造公司和某航空研究所签订了高档五轴联动数控镗铣床订货合同，打破了国外优势企业的垄断地位。

五轴联动技术是数控机床的制高点。济南二机床凭借多年积累的龙门框架结构机床设计制造优势，

以及与国外著名公司的全方位合作,掌握了高速五轴联动龙门铣床、大型数控龙门镗铣床、全静压数控落地铣镗床等最新技术,实现了从传统产品到高新技术产品的升级换代,成为国内最早研制成功五轴联动数控机床,并最早实现市场化、规模化的企业,在一系列国家重大工程及铁路、航天等行业领域中,打破国外封锁,担纲起国产高端装备自主化的重任。

2002年研制成功的首台XKV2420×40型五轴联动数控龙门镗铣床,解决了南水北调工程水泵叶片的加工难题,使国产五轴联动龙门铣床首次进入实际工业应用阶段,入选国家“863计划”项目。

2003年研制的第二代高速五轴联动龙门移动式镗铣床,采用有限元分析,引入加速度概念,技术接近世界先进水平,用于长春轨道客车公司铝合金车体加工,以先进性能和稳定的质量获得了用户的较高评价。

2006年,在与国外优势企业的竞争中,中标唐山机车项目XHS2735×50型龙门移动式高速镗铣加工中心 and XHS2411×30型龙数控高速龙门镗铣加工中心,进入国外优势企业传统的高端领域。

2007年,赢得航天第一设计院大型五轴联动数控机床订单,使国产大型五轴联动数控机床首次进入航天领域。之后他们开发研制的高性能五轴联动数控机床为航天工业提供了关键装备支持,包括北京航天、上海航天等在内的航天企业,共计采购了济二50余台五轴联动数控龙门镗铣床,从导弹、火箭到卫星、飞船,从运载车到发射架,都有他们的设备在发挥作用,彻底打破了国外技术封锁,展示了中国装备制造的技术和实力。

值得一提的是,国内五轴联动机床发展迅速,但是作为关键技术的主铣头,都是采用国外技术,制约了国产机床向高端领域的发展。济南二机床不仅开发研制的电主轴式五轴联动数控机床拥有自主知识产权,而且于2007年又自主研制成功国内首台大功率、大扭矩,重型双龙门移动机械式五轴联动数控龙门镗铣床,并交付用户——鞍钢重型机械有限责任公司使用。该机床具有先进的五轴联动重切削特性,可完成无基准曲面的精确切削加工,改变了三峡工程大型水电机组叶片加工依赖进口的状况,打破了国外企业在水利发电等国家重点行业的垄断地位。荣获“中国机械工业科学技术奖”一等奖。

近年来,随着国内市场需求增长实现了快速发展,济南二机床与时俱进,掌握了自动换头与分度技术、立卧换刀机械手技术、五轴联动双回转摆动铣头技术、重载静压导轨技术、大扭矩大功率全自动镗铣头技术、电液比例/电液伺服平衡和精度补偿技术、精密高转速动平衡技术、超宽龙门距下的横梁平衡技术、无间隙传动技术、数控平旋盘技术、

双龙门移动技术等多项具有当今世界先进水平的核心技术,形成了重型数控龙门镗铣床、数控落地铣镗床和高速五轴联动高速铣为代表的10大主导产品系列、100多个品种的数控产品。先后承担了“十五”国家863项目两项课题:“新型高速五轴加工技术及设备”和“飞机大梁数控高速复合仿形加工中心的研制”。

自主创新引领发展

实现重大技术装备国产化,济南二机床靠的是技术创新、管理创新与服务创新于一体的全方位的自主创新。

先说技术创新。一方面,该企业加大技术开发收入,完善“国家级技术中心”和“国家级企业技术研究开发中心”的研发、试验、检验手段与能力,推广应用“三维”设计。其技术中心现有1000多名科研开发人员、4个研究所、5个实验室。近三年,其技术研发费用占销售收入的比重达到6%以上。另一方面,持续加大技术改造投入。近三年来,围绕提升重型锻压设备和数控机床制造能力,新建、扩建数控机床装配车间、重型机加工车间,增添数控落地镗铣床、数控卧式镗床、数控龙门镗铣床、大型数控立车、卧式加工中心、蜗杆磨齿机、数控切割机大批先进装备和检测仪器,提高制造和检测把关能力。

投资3亿元异地新建建设的大规模投资项目——铸造有限公司已于2010年11月正式投产使用,每年可提供高品质数控机床铸件3.6万吨、有色铸件1000吨,显著提升了大件精密零件铸造、加工生产能力。

在管理创新上,该企业投入大量资金,推进技术、管理、生产制造等领域信息化建设。以生产管理信息化为中心,整合各管理模块,形成一体化信息系统,通过细化管理,提高准时化制造能力和水平,增强企业履约能力。

在服务领域,大力发展现代服务制造业。近年来,济南二机床实现了从传统的提供机床到提供解决方案的转变,为用户提供全面优质的技术支持和售前售后服务。同时,该企业成立专业机构开展设备检测、维修、零部件定制服务,开展设备维修改造升级业务,在为用户提供周到服务的同时,促进高新技术产品的市场化应用进程,提升品牌价值,拓展新的经营领域。

随着济南二机床高档数控机床自主创新能力的显著增强,在不断满足国内各工业领域需求的同时,其大型数控落地镗铣床、重型数控龙门镗铣床积极参与国际竞争,打入了国际市场。在与国际一流企业的角逐中,不断迈向高端,实现快速发展。

(吴艳玲)

CIMT2011 中国艺工新产品隆重面世



CIMT2011第十二届中国国际机床展览会，南京工艺装备制造有限公司集中展出了一系列高速、重载、精密、大型滚动功能部件产品，全面展示了该公司承担“高档数控机床与基础制造装备”国家科技重大专项所取得的丰硕成果。与此同时，凭借对高端数控机床的前瞻性研究和对用户需求的针对性探索，公司隆重推出了最新开发的复合型、模块化功能部件——伺服直驱螺母旋转复合单元以及带自锁功能的滚动直线导轨副。

伺服直驱螺母旋转复合单元是针对客户产品结构升级需求所研发的全新的滚动功能部件产品，主要应用于高速、精密定位的直线运动场合。该产品是将伺服电机、编码器与滚动轴承、滚珠丝杠副高度集成，直接驱动螺母旋转，实现直线运动及精密定位，与传统的“伺服电机+滚珠丝杠副”模式的直线驱动系统相比，摒弃了联轴节、同步带轮、齿轮等过渡传动环节，具有高效能、高精度、低振动、低噪声、转动惯量小、结构紧凑等特点，同时具备润滑、防尘、冷却等辅助功能。伺服直驱螺母旋转复合单元的成功开发为数控机床直线运动系统引入了新的结构，注入了新的理念，将在今后高端数控机床行业的发展中发挥重要的作用。

最新推出的带自锁功能的滚动直线导轨副，是国内第一款以自锁方式实现滚动直线导轨（见附图）在高速运行过程中的刹车、稳停、定位、防振等功能的产品。配置的导轨自锁器有气动型、手动型，具有体积小、安装使用方便、制动力大、反应速度快等诸多优点。该产品的面世，为滚动直线导轨副增加了新的功能，满足了不同工况下的工作稳定性要求，丰富了滚动直线导轨产品种类，填补了此类产品的国内空白。

借助本次展会平台，南京工艺装备制造有限公司



带自锁功能的滚动直线导轨副

针对新产品提供详细介绍和技术咨询；通过官方最新版《旋转螺母组合单元产品样本》，向用户全面介绍旋转螺母组合单元产品精度、预紧方式、润滑和防尘方法等，详细剖析其惯量低、刚度高、多螺母驱动、设计安装简便等特点。样本还将给出必要的安装接口尺寸等详实的技术资料，为技术人员提供设计参考。

与此同时，为了能够让客户全面了解公司产品、方便设计选型，在本届展会上，南京工艺装备制造有限公司成为国产滚动功能部件行业内首次向用户免费提供《滚动元件样本及设计选型软件光盘》的企业。该光盘包含公司滚动功能部件产品的“产品信息”、“选型计算”及“2D、3D图库”等内容，通过友好的人机交互界面让客户全面了解公司产品，为用户提供周到的技术支持。其中，“产品信息”可让客户直接了解公司产品的详细数据；“选型计算”可根据用户自定义工况，自动选出符合客户需要的产品型号，提供选型参考，并可将选出的产品以2D或3D图形下载，在产品的设计时直接导入使用。

多年来，南京工艺装备制造有限公司始终追逐行业发展的前沿，不断突破创新，致力于满足行业发展的需要和用户多元化的需求。公司秉承“创新驱动，科学发展”的经营理念，坚持以客户需求为驱动，坚持以先进技术引领行业发展，以高端产品满足用户需要。展望未来的国产功能部件行业发展，中国艺工必将继续引领产业向着高端不断突破、大步向前。

钛和钛合金加工技术的发展近况

The trends of titanium and titanium alloys machining technology

中国机械工程学会 高级会员 沈福金

在航空、航天工业部门，用轻质材料的轻型结构件越来越多。轻质材料除铝合金外，主要是钛、钛合金和碳纤维增强型复合材料（以下简称CFK）及钢康镍合金（Inconel）等。钛和CFK的应用日趋广泛，如在空客A-330飞机上铝构件的重量占比仍达70%，而在A-350 XWB飞机上，铝构件则减少为20%，CFK由5%提高到50%以上。但由于CFK和铝之间的电化学电位差大的原因，这两种材料的接触部位很容易产生腐蚀作用。而用钛合金代替铝时，这种引起腐蚀的电位差降低约80%，显然在接触部位钛胜过作为轻金属的铝。因此，飞机制造商要求在接触部位尽可能用钛件替代铝件。结果在新机型中，钛制零件从5%增加到14%以上，具体在波音B-787和空客A-350飞机上，钛合金构件所占比例在15%~20%之间。

由于钛和钛合金具有重量轻、强度如钢、比重只有一半，且坚固、韧性好、抗腐蚀、热稳定性好等非凡的特性，在航空和航天工业、生物医药，以及化学和石油工业中应用广泛。特别是在开发新飞机时，除CFK应用增多外，由钛或钛合金制造的主要轻型结构件也越来越多，如飞机机身结构件、起落架构件或涡轮机部件等都是由钛或钛合金制作的，所以，航空部门以70%以上的消费量构成钛产品的最大市场。而欧洲有专家估计，金融危机后的未来20年，世界主要飞机制造商将提供25000架客机和货机。可见，CFK件以及钛和钛合金件的切削加工数量会快速增加。尤其是为了减小内应力，钛或钛合金部件通常是由整块材料雕铣加工而成的。在飞机工业中，钛结构件的切除率可达90%以上。据报道波音B-787飞机的90多吨的钛合金毛坯件，经切削加工成成品结构件后的总重量不足11t，可见切除量之

大。钛材料的高强度、耐磨、耐高温等使用性能的优点很突出。但其可切削性差，加工困难，加工费用较高。尽管如此，钛在飞机制造中，现在已是不可或缺的材料。如何提高钛合金件的加工效率、降低制造成本的研究探索一直没有停止，并不断取得进展。

大家知道，钛合金材料的可切削性能很差，这是由于其弹性模量低、切削力大和导热性差的缘故。尤其是因导热性差，钛合金切削加工时的大部分热量都留给了刀具，而不像铝切削加工时那样，75%以上的切削热由切屑带走了。这意味着刀具的热负荷巨大，刀刃上的高温，再加上温度梯度大而导致刀刃上热应力增大，最终使刀具损坏。为了降低制造成本，提高切除率即单位时间内的切除量是常用的方法，但用在加工钛材料上就不那么简单了。在飞机制造中，许多钛合金构件常用的加工方法是型腔铣削，加工质量是头等重要的。因此，钛加工对机床、刀具和加工策略都提出了特殊要求。不同的结构件自然要用不同的加工策略，但对机床和刀具提出了许多特殊要求，必须通盘考虑，予以解决。

我国航空、航天工业的快速发展，也要在生产中解决CFK和钛合金之类难加工材料的加工难题。现在仅就钛或钛合金的加工特点和加工技术方面的发展情况归纳探讨如下。

一、钛合金加工对机床的要求

钛合金的特性是强度高、导热性差。为了能达到像加工铝那样的切削效率，要尽可能提高切削参数，即加大进给和切深，从而导致加工切削力增大，这可能引起工件和刀具之间产生静态偏差，进而引

起零件的形状精度变坏或加工过程不稳定,还会加快刀具的磨损。为此,用于钛合金加工的机床必须具有大功率和尽可能好的静、动态特性(静、动态刚度);还需要配备相应的高压冷却润滑设备,以便在低转速、大扭矩加工情况下及时清除切屑,以减少刀具磨损和减少加工过程中产生的热量传给刀具。为了提高机床的刚度,一些机床制造商采用箱中箱结构或封闭式框架的焊接钢结构;进给轴用大功率进给电机驱动和高刚度无间隙导向系统,到了加工位置能夹紧,以进一步提高机床刚度;此外,还必须提高包括主轴-刀具-连接部位,以及刀柄夹持器在内的整个系统在加工过程中的刚度。

除了静态刚度外,机床的动态特性对于卓有成效的钛合金加工也是起决定性作用的。控制加工过程的稳定性是一个巨大挑战。如果机床的刚性低和阻尼特性差,由于切削过程中切削力大、转速较低和激振频率与机床自身固有频率相近等动力学效应,可能出现自激振动,导致加工过程颤振。这种颤振除了影响工件表面质量(有振纹)外,还会导致机床结构、刀具主轴和刀具产生过载而受损,刀具磨损增大甚至断裂。加工过程的稳定性主要取决于所选用的主轴转速、切深等参数。使用者要了解机床的性能和可能达到的极限切深,还可以主动积极地对机床采取诸如消振垫、在机床控制装置里预先置入参数避开极限切深小的转速范围等防振措施,以进一步提高机床的抗振性。

钛合金的切削加工属于强力切削,所以机床刀具主轴要有大的驱动功率,具有大功率强力切削功能。在航空工业中,钛合金构件的加工以型腔铣削居多,为便于切屑清除,要管理好冷却润滑装置,使大量高压冷却润滑剂直接喷向刀具切削刃。

这样,一方面冷却刀具,另一方面可更好地及时把切屑冲出加工区,以免切屑遭多次切割而降低刀具寿命,擦伤加工面。为使机床具有大功率切削功能,德国Heller公司有针对性地设计、布置机床结构和坐标轴结构,并配用了刚度极好的强力切削摆动单元安装刀具主轴,使机床在垂直、水平和空间任意角度都能产生同样的切削功率。

一句话,加工钛金属的机床要求大功率、高刚

度、配有大流量高压冷却装置,并且还要接近性好。

二、适合钛合金加工的刀具技术的最新发展

由于钛的导热性差,切削过程产生的热量大部分留在了刀具和刀刃上,所以,加工钛合金是一种条件恶劣的强力切削,刀具对于钛合金加工的成功与否,起着不可替代的关键作用。加工钛合金的刀具必须强度高、耐热、耐磨损。飞机制造商希望使用的刀具寿命长,加工过程安全可靠。这对于一个刀具制造商来说,无疑是一个很大的技术挑战。面对需求和挑战,许多刀具开发者和科研机构及航空航天部门紧密合作,积极研究开发,大大推动了刀具技术的快速发展,一批适合切削钛合金等难加工材料的高性能刀具新产品不断问世。

例如,一个法国刀具制造商Safety公司专门为飞机制造而新开发的Aerolong和Aerofinish铣刀(如图1所示),主要用于飞机机身和起落架的深腔粗、精铣削加工。在起落架框架上粗铣深腔时,也可选用



图1 法国Safety公司开发的最适合加工高强度耐热材料标准刀具,自左至右Poly-mill面铣刀, Aerolong圆柱平面铣刀, Aerofinish精整加工铣刀

Safety的Penta High-Feed(带正五角形刀片的大进给平面铣刀)大功率铣刀或Orbi-Saf铣刀,精加工时用新的Aerofinish铣刀。虽然Safety刀具的刀刃几何形状精确,刀具材料为新发明的大功率切削材料,刀具寿命也很好;但在加工钛合金材料时,要提高切削速度和切屑厚度都会受到技术限制。若要进一步提高生产率,就要用耐磨的刀具材料并增加刀齿布置密度,以增加同时参与切削的刀刃数。为此,法国

刀具专家开发了名为Sidelok的刀片夹紧系统。刀片没有中心孔，而是用螺钉拧紧的方式使刀片牢固夹紧，因此更稳定，并在刀体上可提供多达2倍的刀片位置。双倍的刀齿参与切削，直接增大了铣刀每转进给量 f ，即 f 为每齿进给 f_z 与刀齿数 Z 的乘积 ($f=f_z \times Z$)。这样，生产率可提高50%。

加工钛合金（例如TiAl6V4）或钢康镍合金（Inconel 718）可用专门开发的PVD-TiAlN镀层的硬质合金铣刀，切深4mm，进给0.08mm，寿命达到35min，这就是很好的结果了。对于加工钢康镍合金来说，切削速度达34m/min就意味着近乎高速切削。为了提高刀具寿命，专为加工航空合金材料而开发的大功率刀具材料-2003硬质合金新品种，命名为“Microform”。通过专门的方法把它制备成粉末并烧结，再直接压制成刀片。这样就制成了优异的质地均匀、颗粒结构精细的刀具材料，基质非常坚硬，维氏硬度大约2000HV，几乎像刚玉或蓝宝石那么硬。因此，最适合切削难加工材料。用微缩技术压制的刀片，材质没有夹杂物，极其柔硬的切削刃呈现很好的热硬性。

新的Aerofinish航空精加工刀具用于精细加工性能很突出，Sidelok夹紧系统可多容纳1倍刀片，致使切削率大幅提高。用于型腔加工的刀具材料还可用硬质合金5020，配以PVD-TiAlN-TiN复合镀层，这样的刀具有很高的柔韧性和热稳定性。为了更好地在加工过程中冷却刀具，刀具内部设计有冷却液通道，乳化液通过夹紧系统的夹紧螺钉直接送到切削刃，每个可转为刀片都与冷却通道相连，所以冷却效果很好。

奥地利的硬质合金制造企业Ceratizit与世界领先的航空、航天企业共同开发了一种适合钛合金切削特殊要求的Maximill 211-20铣刀（见图2）。经严酷条件下的切削试验表明，该铣刀加工钛的切削速度大约60m/min,同时寿命提高20%~100%，部分可达到200%。大而稳固的刀片在切深至19mm时还能稳定地铣削。可转位刀片是专门为加工钛、超级合金和耐热钢等难加工材料而设计的，刀片镀以CTC5240超级镀层，确保其抗高热的能力，光滑的表面使切屑很容易滑落，并保护基体免受磨损和腐蚀。由于缩短了加工时间，提高了加工过程的可靠性，Maximill 211-20铣刀可节省加工成本，其突出的效率特性不

仅使航空工业受益，在能源、涡轮机制造、油气输送和化学工业等部门在加工超级合金、钛合金、耐热钢等难加工材料时，Maximill 211-20铣刀也能得到卓有成效的应用。



图2 适合钛加工的Maximill211-20铣刀

德国瓦尔特（Walter）公司首次按PVD法在刀具材料上沉积氧化铝硬镀层，即所谓PVD-Tiger刀具（虎牌刀具），期间还产生了用于完全铣削和车削的可转位刀片。这种刀片韧性极好，同时氧化铝镀层硬度高，耐热性好且耐磨，特别适合加工钛合金、钢康镍基合金、钴基合金等耐高温的材料。瓦尔特的标牌为Ti40的VHM铣刀是加工钛合金的基本刀具。一种新硬质合金基体，新的AlCrN镀层和优化的微几何结构，使铣刀的切削率可以接近极限值。德国瓦尔特公司的各种加工钛合金的螺纹铣刀也是其中一部分。

Cemecon公司用俄罗斯科学家弗拉基米尔·库兹涅佐夫（Vladimir Kouznetsov）开发的HiPIMS技术进行镀层的刀具，其镀层质量大有改善。HiPIMS镀层刀具在提高切削参数、加工镍基合金和各种奥氏体不锈钢等难切削材料时更经济，刀具磨损小得多。HiPIMS镀层法的机理是，使一种阴极真空喷镀的中间电极材料（施主材料）达到高度电离化，在兆瓦级高能量、大功率脉冲作用下飞向靶，在靶前形成高密度载流子的等离子区。这个密度超过一般直流溅射的密度。与其他方法相比，溅射靶材料的高度电离作用改进了镀层结构，并因此改善了镀层特性。除了致密的镀层结构外，镀层与基体粘结的牢固度比迄今的PVD镀层大1倍以上。刀刃锋利，能进

行断续切削。在铣削钛合金时,性能提高80%。而车削镍铬铁(Inconel)耐热耐蚀合金时,性能甚至提高400%。

德国达姆斯答特(Darmstadt)大学的PTW研究所的钛加工研究小组围绕提高钛切削加工的生产率,对刀具和刀套进行优化,认为在铣削钛结构件时,一般用直径8~63mm之间的可转位刀片铣刀(WSP铣刀)和整体硬质合金铣刀(VHM铣刀),粗加工切削速度大约50m/min,精加工时可达200m/min。他们还得到了两个特殊的研究成果:其一是用CO₂冷却刀具效果很好,既不影响刀具寿命,又大幅提高了切削速度,还明显改善表面加工质量。其二是发现钛合金和其他难加工材料的切削热有新的利用潜力。通过被切削材料局部加热,会使材料软化,因而改变了材料特性,降低了材料强度。初步调查表明,这可以使切削参数提高3倍;同时,机床的驱动力与传统的切削相比,降低约50%。可见,他们的研究对提高钛加工的经济性是很有意义的。

总之,钛加工方面的刀具开发新成果还有很多,如,德国瓦尔特(Walter)公司的各种加工钛合金的螺纹铣刀就是其中一部分,这里不多列举。现在,

我国正在研制大飞机和ARJ21、新舟支线飞机等,其他工业部门应用高强度耐热合金和碳纤维强化复合材料也日益增多,加工难题不可避免。上述一些信息仅供国内业者参考。

参考文献

- [1] RALF M.HAASSENGIER. Produktiv durchstarten. <WB>2011 (1-2),54-57.
- [2] EBERHARD ABELE, ROLAND HOELSCHER, DENNIS KORFF ROBERT ROST. Titanz-erspanung produktiver machen. <WB>2011 (1-2),34-38.
- [3] RUDOLF STRICKER. Titan fraest Titan. <WB>2011 (1-2), 48-49.
- [4] INKA HARRAND. Anspruchsvolle Materialien leichter zerspanen. <WB>2011 (1-2),18-20..
- [5] DIRK BIERMANN, MARKUS FELDHOFF. Bohrungen in CFK. <WB>2011 (1-2),29-37.
- [6] Know-how fuer Titan <WB>2011 (1-2),33.
- [7] BIRGIT HUMMLER-SCHAUFLER. Werkzeuge zum Abheben. <WB>2011 (1-2),26-28.

● 业界动态 ●

海克斯康推出全面的专业模具 计量解决方案

海克斯康最近推出了贯穿模具制造全过程的计量解决方案，向业界全面彰显其专业的计量实力。从针对样品的开发与验证的 Romer 绝对关节臂方案，到面向模型铣削与消失模铸造 ROMOCUT 数控铣削系统，从实现铸件与模具加工过程测量的 m&h 在线测量系统，到应用于模具试制与合模分析的 WLS400 白光测量系统，以及现场完成检具精密测量的 DEA 龙门式测量系统……现场的每一项测量技术，都围绕着模具应用而展开。专业的方案、针对性的展示、现场专家的技术说明，海克斯康为模具行业量身打造的方案，全面展现了先进测量系统如何助力模具企业实现技术升级。

其中，全球首套 ROMOCUT 可移动数控铣削系统采用机器人，配备中空的轴状铣削头。



ROMOCUT 可移动数控铣削系统

ROMOCUT 专为泡沫、油泥、PU 树脂材料等软材料模具加工而设计，具有高效、清洁、可移动、加工尺寸不受限的特点。该自动化机器人的切削加工可以与便携式测量系统——白光测量系统或关节臂测量机完美整合，实现高效可移动的切削加工与尺寸验证，以此获得高效模具设计与加工。该系统受到车企与各模具制造企业的广泛关注和认可。

复合材料孔加工方面的新进展

New developments in composite hole-making

山特维克可乐满

在不断发展的复合材料领域，加工面临着新的挑战。从根本上而言，这些材料并非难以加工。目前的挑战在于更为高效、安全地加工出更高质量要求的孔——尤其是加工带有金属叠板材料的复合材料。这就要求我们开发出更为优异的刀具解决方案来应对不断提升的需求。

同时，由于在复合材料不同工艺装备的加工领域，孔加工居于主导地位，因而钻头正在经历一次切削刀具技术的全面变革。

需要刀具具有专用性

碳纤维增强塑料（CFRP）为主体的复合材料的应用越发普遍，涵盖了航空航天业以及其他行业，尤其是汽车业和国防工业。这些复材部件上存在着大量紧固件的孔需要加工（见图1），其中产品的品质由于关乎产品的安全性正成为事关竞争力的关键问题。基于复材本身特性的制造缺陷，钻削CFRP复合材料会涉及分层和劈裂等问题。此外，当不得不使用相同的刀具在各种航空结构件中的复材和金属叠板（如铝合金或钛合金）上制孔时，就需要专用于具体应用的解决方案，这一点非常重要。如此一来，刀具也就必须应对完全不同的工况、迥然不同的材料可加工性能、切屑形成以及排屑。

在进行钻削CFRP复材或叠板材料的工艺规划时，需要考虑许多因素。在大量不同的部件材料中理想地钻削孔绝非易事，这时刀具供应商对试切参数、应用的推荐以及高品质的技术支持会助您一臂之力。

CFRP和CFRP/金属叠板零件上需要加工的部位通常少于传统金属零件，但由于其材料的加工特性

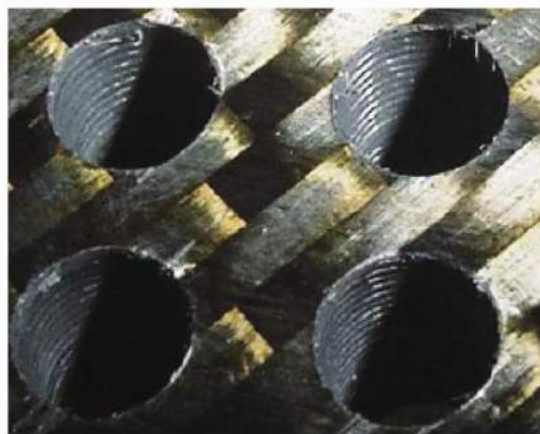


图 1

的特殊性，凸显关键技术的品质要求更为苛刻。CFRP复材的加工涉及到纤维的割断，这时为了获得净切削，在刀具和加工方法上就需要有所改变，导热性差，并且没有切屑形成，这样一来，切削复合材料期间所产生的热就很成问题，因为在高温下，复合材料的树脂存在很大风险。因此，与金属相比，这些材料在切削工艺中更能表现出难加工性。属性变化很大、不可预测，另一方面CFRP复材作为零件材料的比重与日剧增，这些方面都需要不断改善，才能保切削工艺富有竞争力。

在切削这些材料和零件的工艺中，孔加工的工序占据主导地位。在航空航天业中，大部分加工集中于基于复合材料的框架和零件上紧固件孔的制备。即使用更大的结构件来减少装配量，孔加工仍对效率、成本和制程的安全性起着决定性的作用。也就是说，在考虑提高刀具性能、工件质量的一致性和制程安全性时，孔加工是其重点关注的对象。

工艺规划

令人满意地钻削CFRP与相关叠板材料零件孔是一项挑战。为确保稳定的工艺过程，工艺规划包括以下内容：应用的描述，待加工的孔数、孔大小、深度和质量要求、制造设备或机床类型、装夹稳定性、CFRP复材和金属叠板属性、搜集整理类似材料的加工经验数据以及利用从富有经验的专业刀具供应商处所获得的支持。

切削CFRP和叠板零件时，正确地应用专用的切削刀具是获得理想孔和减少粉尘污染的关键所在。金属材料的制孔质量标准不完全适用于复合材料制孔。无任何切屑和传统的表面光洁度通常不是衡量孔质量的标准。孔质量一般是基于复合材料底层分离的程度（分层）和孔中任何残余的纤维剥离（破裂）。这些有的不能直接检测到的缺陷，对刀具是否发挥相应的切削效应是一大挑战。有些孔质量的下降甚至发生在刀具的磨损征兆发生之前。

切削过程中，由于CFRP纤维的硬度，刀具磨损很快。当粘合在较软而粘性大的树脂中时，就可能出现纤维剥离、弹性错配以及层间破裂的可能。这样很容易损坏孔入口、出口和孔壁，使其不符合质量要求。另外，当加工叠有钛或铝一类的金属时，刀具必须具有合适的穿透能力。

将新型CFRP材料引入到生产中需要新的方法，并且在建立工件材料属性时，基于刀具供应商推荐的应用最佳的刀具和切削参数的测试一直是主要的参考依据。它们并非均质材料，并且可加工性的难度要超过金属。CFRP需要根据表面、结构、纤维、树脂和厚度（孔深）进行区分。具有叠层时，金属叠板的种类以及厚度是重要因素。

机床设备与装夹的能力和稳定性会影响到切削刀具的选择。通常分自动型、动力型或手持型，体现到具体的设备类别则表现为CNC机床、机器人、轻便型自动进给设备或手动风钻。此外，由于工序要求和操作员的工作经验有所不同，您需要在刀具选择上做相应的补偿。

所加工孔的数量往往被看作计算刀具成本因素。在大批量、单一品种CFRP材料制孔时，需要选择经过优化且一般更为昂贵的刀具才能更有效率。另一方面，如果孔数量较小，再加上需要能够处理各种

类型的CFRP、零件和装夹和应用，则意味着应选择通用型刀具。

新解决方案垂手可得

目前，主要的刀具解决方案基于金刚石涂层硬质合金钻和烧结金刚石钻头概念（分标准、半标准和定制）。

聚晶金刚石（PCD）是最硬的刀具材料，耐磨性最好。同时，它也是非常适合于加工CFRP以及叠板材料的刀具材料。在质量水平和一致性更趋严格并且对生产效率要求更高的现状下，采用硬质合金作为钻体材料（具有PCD切削刃）的钻头可作为复合材料孔加工的理想刀具。

产品品质、加工过程的安全性和可达到的生产效率是选择刀具的主导因素。山特维克可乐满与Precor共同开发的PCD涂层和烧结PCD钻头专注于不同材质的加工和所有工况的应用。这一系列产品包括各种标准品、定制品和非标产品。图2是专为优化不同应用而开发的标准PCD涂层钻头。

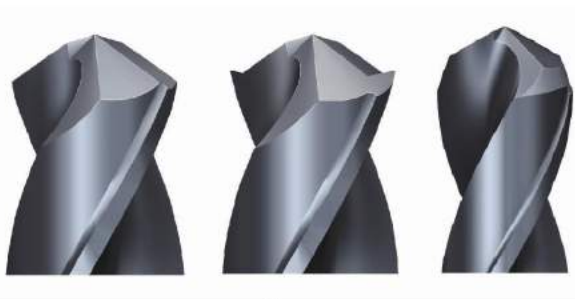


图 2

硬质合金刀具可通过其钻尖设计和钻柄进行增强，同时在保证刀具后角和排屑能力最大化的前提下，确保最佳的切削效应。使用手持刀具加工、操作员施加的推力不均匀或者钻头和导向套间隙容易变化时，硬质合金的钻头尤其适合此类不稳定的工况。这些钻头也可以应用于定进给设备，以及在机床上需要一次走刀加工叠层材料的时候。作为刀具材料，硬质合金和PCD各有不同的优点和缺点，硬质合金非常坚固，但加工研磨材料时磨损很快；PCD非常耐磨但易碎。如果把这两种刀具材料组合到一把刀具中一定可获得最佳的效果。

针对不同的材料和切削工况，可提供不同钻尖形式和材质的具有PCD涂层的标准、半标准和定制品

钻头。精心开发的钻尖，可以作为CFRP高纤维基或高树脂基的复合材料的首选，同时也可以加工复材金属叠板材料。

应根据现有CFRP的特性作出选择，其中有不同的钻尖形式和PCD材质可供选择。在机床和定进给设备的应用中，可选用两种标准钻头优化工序。一种钻头最适合于高纤维含量材料，具有降低孔中纤维破裂趋势的极强能力。钻头周边处有用以切断纤维的尖刺，这样即可有效地避免劈裂和封层缺陷的发生；同时，它也适合于CFRP和铝叠层材料。

另一种标准钻头擅长于钻削高树脂基的CFRP复材。其双顶角钻尖结构使钻头能够平稳地进入和退出工件，由此降低了分层风险。可通过定制选项选择您所需的标准品系列之外的产品。要获得加工CFRP与铝叠层材料时的通用型钻头，可采用半标准化方式。此类方式所获得的通用性主要针对于高纤维基复合材料，这为客户在大量不同应用中找到最佳的通用解决方案提供了便利。

为了获得更长的刀具寿命、更精确的孔公差和缩短加工时间，不同钻尖形式的新一代的PCD涂层刀具提升了此类产品的强度和精度。类金刚石涂层是硬质合金钻头上的备选，其好处包括高通用性、低成本以及可重磨。

硬质合金与PCD的完美结合

用于CFRP和叠层材料的最新钻头类型基于烧结技术。即在硬质合金钻体中集成了PCD切削刃。这种先进的工艺方法得益于过去二十年间所开发的已获得专利的技术，在高韧性的硬质合金钻体中结合了坚固且耐磨的PCD切削刃。这样一来，就使PCD切削刃融合为钻头的一部分，由于距钻尖足够远，因此就能够应用高强度的钎焊连接。钻尖的刃形角度全部经过磨削，切削刃由合金刀体渐变探出，起到了保护钻尖的作用。

烧结技术使得开发更多的金刚石钻尖刃形角度成为可能，采用传统的焊接PCD工艺就无法实现这一点。这样，无论在刚性差还是刚性好的不同工况下，我们都可以提供不同的优化钻尖设计来稳定地加工出大量高品质的孔。

烧结PCD钻头通常应用在自动化加工设备，旨在优化刀具性能以及保证钻削CFRP复材的时候孔质量的一致性。同时为了应用更高的切削速度并保证更小的孔入口和出口缺陷，其独特的切削刃要经过加强的刃口处理。

烧结PCD钻头也可针对叠有金属叠板的CFRP复材而专门设计。在高应力的集中区域经过精密研磨。这样使钻头更能保持锋利性，并确保更长的刀具寿命。同时也能确保刀具在低钻削力下切削CFRP纤维，这样在复材层或金属层的孔出端，可保证最小化劈裂、分层和毛刺等缺陷风险。

钻削CFRP和叠层材料时，孔质量极为重要。使用定进给钻或手持刀具进行钻削时，高韧性钻柄和极耐磨的切削刃相结合可提供所需的孔质量和安全性。烧结PCD和PCD涂层钻头的钻尖结构（见图3）专为加工CFRP复材或复材金属叠板材料而优化设计制造。



图 3

应用最新的刀具技术加工CFRP复合材料以及CFRP复材+金属叠板材料，是您成功的前提。在更长的刀具寿命期间确保质量水平的一致性、操作员安全性、减小废品，以及对缩短生产时间与日俱增的需求均要求更高的钻头技术——基于从累积投入和广泛全球研发资源所获得的丰富经验。作为切削解决方案的创新者与合作供应商，山特维克可乐满与Precor携手为CFRP和叠层材料提供一流的品牌联合刀具。创新性的标准与定制PCD和硬质合金钻头，能够积极应对航空航天业与其他行业中广泛应用这些材料时所面临的挑战。□

海纳百川 有容乃大



高级车指定使用的水箱水泵

奔驰、宝马、奥迪、凯迪拉克、沃尔沃、丰田、日产、大众……这些举世闻名的汽车品牌，在我们的印象中，几乎是高级车的代名词，这些车子的每一个部件对精密度的要求肯定是超乎一般汽车的，但他们有一个共同的地方，即水箱里都用上了温州瑞安市万路达汽车部品公司所生产的水泵。一家公司的产品能被全球几十个大厂普遍认同并采用，说明了万路达的产品，在质量上已经达到了国际尖端水平。

瑞安市万路达汽车部品公司（以下简称万路达）是一家专业生产各种汽车水泵的企业，企业成立于1999年，至今已有700~800个水泵品种，年产超过80万套，其中50万套出口，30万套系与主机厂配套，年营业额3400万元。万路达技术力量雄厚，开发能力强，拥有先进检测设备及现代化的电脑控制系统，严格的质量管理。近年来，通过不断的开拓销售网络，优良的售后服务，该公司在国内外赢得良好的声誉，并通过了ISO/TS16949国际质量管理体系认



证。近年来，该公司与为川绵阳新晨动力机械有限公司配套生产，产品80%以上外销。

使用哈斯 产品质量更上一层楼

目前万路达公司拥有一台哈斯VF-2立式加工中心和两台Mini Mill迷你铣床，其中两台迷你铣床是万路达接触哈斯机床的开始。正是从哈斯的基础产品中，万路达公司见识到哈斯产品不同凡响的性能，于是，一年后追加了一台VF-2立式加工中心。众所周知，生产泵体重中之重，就是两个模块在组合起来后，必须完全紧密的结合，不能容许有一丝一毫的间隙，否则就会发生漏水，严重时甚至可能爆裂。因此，对泵体接合面的平面度和表面粗糙度要求很高。

过去，万路达使用传统的铣床加工这些泵体，在成形之后，还必须通过人工将接触面磨光，但是靠人力总会有误差，造成不良率的提高。过去的作法是在两个成品模块中间，垫上一层纸质的衬垫，利用衬垫的可塑性，将微小的间隙封死。但在使用了哈斯机床之后，直接用铣刀就可以加工出要求的粗糙度。现在两个模块结合时，可以直接使用钢质衬垫，就能够确保不会有渗漏的现象，说明现在两个模块交界面的精度相当高，这当然是哈斯机床带给万路达的新契机。此后，客户看到万路达的产品质量显著提高，越来越多的知名汽车厂都开始使用万路达的水箱泵体。

陈总强调，质量要靠设备保证，因此，唯有增加好的设备，淘汰老旧的设备，才能让万路达始终保持在业界前沿的地位，从而满足这些全球知名汽



车对水箱泵体的要求。

使用哈斯立式加工中心后，公司产能提高了不少，精度也得到保证。由于目前车间的空间有限，没有现成的土地可以扩充厂房，加上温州地价昂贵，买地需一大笔资金，因此只有从改善现有设备来提高产能。陈总开始思考更新加工泵体定位销孔所用的车床。当他听到哈斯的车削中心拥有半径、锥度、外形、切槽、内径和外径车螺纹、以及刚性攻丝等功能，尤其是精度完全符合万路达的要求时，陈总

心动之情溢于言表。

选择好客户 提升质量

陈总经理表示，由于公司产能有限，在自身质量不断提升的同时，万路达开始筛选客户，对于加工价格低、产品精度要求不高的汽车厂，将逐步淘汰，以便将产能用于加工质量高、价格高的产品，形成一个良性循环，也让万路达的声誉越来越好。做到让客户主动来找我们，才是万路达的成功。

陈总指出，现在全世界每年小客车产能至少在3500万辆以上，去年中国的销售量即高达1800万辆，万路达生产的水箱泵体，虽然销售遍及全世界知名的汽车厂，但总量不过80万套，占全球市场的份额不到百分之四，发展空间还很大。“现在的重点是要将质量做到最好，这也是近年来公司致力采购先进设备的重要原因。”他说，万路达企业不求最大，但求更好，坚持以质量、诚信和顾客的满意为宗旨。□



海别得的新型 CNC 数控系统

海别得于 2011 年 6 月发布了最新的 CNC 系统：MicroEDGE Pro 及新的 Phoenix 第 9 版软件。

海别得 MicroEDGE Pro 设计可靠且使用简单。其综合了 MicroEDGE 和 EDGE Pro 数控系统的优势和成功经验，在广范围的切割应用中，可为客户提供定制的性能，且实现了最高的生产效率和盈利。

海别得不仅专注于研究包括 True Hole 精细圆孔技术的等离子切割专业技术，最近还升级了 Phoenix 软件，将来还会扩展海别得数控系统的功能，以应用于复合等离子坡口切割设计、水刀切割和方管/圆形管材切割。

MicroEDGE Pro 的另一个新颖之处就是海别得

的 Hypernet 通信。其通过使用以太网网线，可快速连接 CNC、ArcGlide 割炬高度控制和高性能等离子或 HyIntensity 高强度光纤激光，以加快切割工艺设置。在 CAM 软件中，所有必要的切割工艺参数都可植入客户零件程序，以减少设置时间，从而消除常见的工艺错误并提高生产效率。

海别得自动化部门负责人 Peter Brahan 说“我们的客户将会非常满意新切割设备或现场升级设备应用此款数控系统获得的众多新效益。MicroEDGE Pro 是在从工艺和产品改善获得的可靠性基础之上建立的，且将先进的特性集成到 Phoenix 软件，使用更加简单且更具通用性。” □



浅议车床类可调式刀具简式工具系统的 服务设计与补救措施

How to improve after sail service of adjustable turning tool system

范亚炯

【摘要】 车床类可调式刀具简式工具系统在产品市场化的过程中，服务质量失误是不可避免的现象。因而分析造成服务失误的原因，及时提出并完善服务失误的补救策略是开创并提高企业市场竞争能力的一个重要途径。

车床类可调式刀具简式工具系统在产品市场化的过程中，服务质量失误是不可避免的现象。因而分析造成服务失误的原因，及时提出并完善服务失误的补救策略是开创并提高企业市场竞争能力的一个重要途径。

一、对可调刀具简式工具系统市场服务的定位与分析

由于，简式工具系统可调刀具的结构性能相对于不可调刀具（焊接刀具、不重磨可转位刀具）复杂且科技含量高，初步解决了不可调刀具结构对应工程系统的不相适应问题，能精简并压缩其品种与类型，且可靠性与效率均相对提高，使用成本较低。但用户对相关知识和认识的欠缺，会对厂家和经营者各种服务的依赖性增大，因而不断健全该刀具的市场服务框架，是开创并提高企业市场竞争能力的一个重要途径。

1. 市场服务的系统性问题

现机械加工行业对生产过程的要求是，更加注重效率的提升与投入产出比的优化，而不是注重单纯的价格因素，刀具厂家产品的“服务”内涵应该由单纯的售前售后服务发展到切削方案的解决。因而服务的系统性问题至关重要。虽然刀具的性能与质量直接影响到能否高速切削，顺利加工出所要求的合格产品，因而刀具寿命的长短以及调整（包括调换刀片、修磨刃口、调整几何参数）频次的高低都直接影响到加工节拍和生产效率。但包括工件的强度与硬度、刀具的

耐用度都有一定的分散性，可转位刀片只能以工件强度与硬度最高，刀具耐用度、最低刚度时的标准（并保留有一定的安全余量）考虑约束条件，因而在刀具应用系统工程的一系列不确定因素，迫使刀具企业必须有一套系统服务框架，才能制定有效措施提高服务质量，与加工企业共同完成生产任务。

不可调刀具技术仅从刀具切削性能稳定与较长的使用寿命、断屑、排屑的可靠性、快速与自动换刀，以及迅速精确地调整刀具等刀具功能系统的硬件来考虑刀具应用工程系统问题，即使制定了数控刀具的标准化、系列化与通用化结构体系，完善了刀具组装、预调、编码标识与识别系统，以及相应的数据库，进一步提高两种自动化生产经济效益的空间并不大。因为，其刀具品种的庞大，不仅使刀具的编码难以归类且识别困难，还使加工中心刀库与主轴间的自动换刀机构的设计与操作比较烦杂。因而，只有面向车削加工应用系统工程的动态性，考虑其多元、多层次、多时序的特点，解决结构与功能不相适应的问题，才能获得较好服务质量与市场效应。

例如：Secolor 是山高公司在 20 世纪末首先推出的刀片选择系统，以便在其 4000 种标准刀片和 1000 种刀杆产品中，能根据加工条件方便快捷地选择刀片并确认所覆盖的范围，又能进一步优化刀片材质与断屑槽型，尽管是通过三种加工材料（碳钢、不锈钢、铸铁）和三种工况（精加工、半精加工、粗加工）所组成的矩阵来选取的，新推出的 TK1000、TK2000 又具有市场上 ISO-K 领域最强有力的刀具材料等级，

有较高的切削性能,但其仅是在高投入、大批量生产条件下的工艺性静态参数的组合,是一种刀片选择系统(一可转位服务技术)而不是可调的综合优化系统,无助于庞大加工系统与繁杂刀具品种的归类与精简,刀具定位的差别化程度不高。因而,产品技术的服务定位为可转位不重磨刀具,只能一一并行地对应大生产条件下的各种工况,而适应不同类型生产状况的性能不强,其服务性能也相对单一。

2. 简式工具系统可调刀具服务的系统框架

掌握“刀具-工件材料副”相匹配的原则,根据被加工零件的工况来选择适用的刀具型号,是推广应用可转位刀具的重要一环,而掌握刀具各独立几何参数作用的相类似规律,并进一步运用可调不重磨的归类原则进行简式工具系统可调刀具的系统技术服务,才能适应多品种、小批量的生产结构,并取得技术与服务创新的更高效益。

因而,服务原则应在 Secolor 刀片选择系统基础上,根据“刀具几何参数可调不重磨归类分析”的具体原则和加工系统的总体特点,对其切削同类与不同类材料的几何参数进行系统的可调不重磨归类分析,并对可调的路径给出了简捷优化的说明,就能实现不同工艺过程之间的切削数据共享。所以,结合具体加工条件与工艺标准,对刀具的转位、不重磨、调换、可调性能一体化与随机组合并提供解决方案的服务效率就高。由于能为用户开发新刀具、新工艺提供全面的系统服务,因而必须在市场开发活动中,引入新的刀具应用系统工程原理、技术发明与新的市场概念,以及一系列新的市场要素服务理念。

3. 操作性服务

简式工具系统可调刀具是通过刀头可调机构,使刃口主偏角可调,几何形状相差不大刀片的可调换,前后角可调,以及刀片的可重磨,将不可调刀具结构体系的相关单元,通过对应的接口,实现刃口几何参数的可调并联,且可靠性强,效益高。所以它是一类不可调刀具品种的集合与切削性能的综合提高。所建立的包括刀头、刀夹、刀杆和刀座等先进技术单元在内的工具系统,不仅使大批量流水线上(刚性专用化自用生产)的专用刀具能突破传统刀具单一工艺性能的局限,也能用较少种类的刀具,把多道工序组合到一道工序里,并结合专用机床开发新的加工方法,提高加工效率和精度,起到

集约化经营的效应,有效提高绿色切削、干式切削的能力与操作性能,适应了产品定位的差别化与市场创新的迫切需求。其服务理念能从过度重视可转位刀具技术适合大批量单一化生产的单一效能,提高到为多品种、小批量的现代生产提供综合型服务,因而,能挖掘现有刀具材料的潜力与刀具性能的综合性能,消除资源消耗高、环境压力大的严重后果,提高企业的社会责任。

二、可调刀具技术服务的失误及补救

车床类可调式刀具简式工具系统的市场化,是系统相对庞大市场的创新过程,因而在服务传送中的任何一个服务接触点都可能会发生不确定的情况与失误,所以应采取行之有效的服务补救措施,降低对企业可能发生的负面影响。而服务补救是指企业员工在为顾客提供服务的过程中,对服务失误而引发的顾客抱怨所采取的弥补性、挽救性行为。恰当、及时的服务补救措施,真诚、主动的服务补救行为,可减弱顾客的不满情绪和行为。

1. 服务技术质量的分析

必须全面了解客户各种机床的规格、参数与性能的综合状况,例如:数控机床的主轴转速范围、进给轴速度范围、坐标轴行程范围、主轴功率大小、旋转轴的最大旋转角度、刀柄使用标准等,以及刀具管理状况与员工的综合技艺水平。这样,就能决定其所选用的可调简式工具系统刀具的类型与服务等级。因而,只要服务技术到位,解决多品种、少批量不同类型生产形式的刀具类型与其可调的路径与流程问题,就能尽快适应简式工具系统可调刀具其特点与使用条件,较好地发挥刀具的集约化功能并解决工艺流程的解决方案,并取得较理想的结果。如果刀具类型及性能参数不适应其生产形式,所推荐的切削量和进给速度等切削参数也不尽合理,很可能浪费工时甚至出现断刀现象。因而,其刀具服务的技术质量有客观的标准,容易为顾客所感知和评价,而质量、形象质量和真实瞬间带有强烈的主观色彩。服务接受者对服务质量的评价不但要考虑服务的结果,还要注重服务过程的质量。因而,也是刀具服务的重要方面,应有相应的预案与职责。

2. 服务系统性的分析

从简式工具系统可调刀具服务系统来看,存在

服务的系统性失误和员工的操作性失误两方面。系统性失误是由于服务架构的缺损而导致服务中的失误,通常表现为,企业的服务体系不完善,服务设计不完整,服务架构不完备,服务要求不到位,缺乏有效的服务监管体系或没有完备的服务保障措施来满足顾客的要求等。总之,要协助客户围绕刀具的应用,不断地结合工况和实际的工艺情况,为客户提高效率、降低成本搞好刀具管理,这是一个需要不断推进的过程,需要刀具企业和客户共同规划和发展。因而不是简单的做个软件,不是简单的制定公式,而是把发展与管理的理念结合起来,形成合理使用刀具的体系、制度与管理。

在这一过程中,员工的操作性失误一般表现为违反服务规程而出现的行动迟缓、态度欠佳、业务不熟、用语不当等现象,从而引发服务失误或服务失败。上述服务失误的出现,既可能与企业的服务理念有关,也可能与员工的素质有关,还可能与店家对服务的监管不力有关。

3. 顾客方面的原因

从服务接受者(顾客)的角度来看,服务具有生产与消费的同步性等特点,从而在很多情况下,顾客对于服务失误也有一定的责任,有其隐性的服务需求与模糊的服务期盼。因此,简式工具系统可调刀具服务系统的工作人员要善于识别客户无法正确地表述加工系统的不确定因素、问题与服务期望,否则,就会带来服务失误一类的事件。

4. 随机因素的影响

简式工具系统可调刀具意外损耗率较低,但在切削的恶劣情况下,随机因素的影响也可能发生,其随机因素也会造成服务失误。对此造成的服务失误,企业补救的重点应是如何及时准确地将意外损耗率隐患与服务失误的原因等信息传递给顾客,一方面要仔细检查刀具是否有裂纹,还要冷静分析其原因,以决定是程序原因还是刀具原因,能消除与控制的应尽快采取措施解决,一时解决不了的应与顾客进行有效沟通,以期得到顾客的理解。

三、服务补救策略

服务失误千差万别,服务补救工作也各不相同,但应有具体的服务条款。

1. 重视客户问题

最有效的补救就是企业一线服务员工能根据“刀具几何参数可调不重磨归类分析”的基本原则、流程与思路,主动地出现在现场,承认问题的存在,向客户道歉(在恰当的时候可加以解释),并将问题当面解决。由于服务系统比不可调刀具所面临的事项多而复杂,企业应做到使客户始终处于知情状态。一般情况下,客户希望看到企业承认服务失误并知道企业在采取措施解决这一问题。如果不能当场解决服务失误,就应坦诚地告知客户:企业正在努力,需要一段时间。当问题得到解决,就应告知客户解决问题的结果和企业从这次服务失误中所得到的经验教训,还必须以真诚态度加以解释与引导,否则也会发生服务失误的一类事件。

2. 建立服务补救预警系统

企业有效的服务补救策略,不仅能通过客户的抱怨和投诉来确定企业服务失误的原因,还能识别失误的隐患并建立补救预警系统。

服务失误和服务错误可以在任何时间和地点发生。这需要通过对服务过程、人力资源、服务系统和客户需要的详尽分析,寻找服务失误的“高发地带”,预测补救需求和采取措施加以预防。有时,一个服务失误会引发一系列反应,对这一类问题必须高度重视,做好预防工作。寻找服务失误的“高发地带”,并及时采取措施,可以使服务补救取得更好的效果。

3. 测算补救的成本和收益

服务失误会导致客户流失,这样就需要企业获取新的客户来弥补客户流失所造成的损失。因此,较为准确地测算这笔费用有利于提高企业的质量意识。一个重要的衡量指标就是客户终生价值,即企业在客户整个生命周期里从客户那里获取的全部价值。简式工具系统可调刀具面对现代制造业的“三高一专”要求,具有“高效低耗”与“节能环保”的特点,会引导客户提高终生价值,因而要有相应的风险管理措施。

4. 积极鼓励客户抱怨和投诉

建立了简式工具系统可调刀具的服务补救预警系统,就会积极地采取措施,为顾客创造更加便利的投诉渠道。为鼓励顾客直接向企业反映情况,企业应制定明确的简式工具系统可调刀具产品和服务的质量标准及补偿措施,清楚地告诉顾客如何进行投诉及可能获得什么结果;其次是培训并方便顾客

投诉。在鼓励顾客投诉的基础上,企业还要采用各种方式培训顾客如何投诉。因而,能进一步了解整套高效加工方案的流程、重要线路、关键节点的质量隐患,并通过促销材料、产品包装、名片等顾客能够接触到的媒体,告知顾客企业接受顾客投诉部门的联系方式和工作程序。应尽可能降低顾客投诉的成本,减少其花在投诉上的时间、精力、金钱等。应主动采取各种措施,欢迎顾客抱怨投诉并尽快解决问题。服务人员必须在失误发生的同时迅速解决失误问题,要虚心诚意地仔细倾听并识别事物的级别,尽快根据《刀具几何参数可调不重磨的归类分析》的专家系统采取行动,能够马上解决问题的服务即行解决,不能马上解决问题时应努力付出并与客户保持联络,告知事件进展的信息等。同时也要主动地在客户要求以前就提供包括同等或额外的补偿等。因而要采取各种现代措施进行跟踪服务,使企业在服务补偿中做法达到客户满意的基本要求。

四、结论

简式工具系统可调刀具市场化的过程,涉及到生产、技术、管理、营销各个方面,本质的变化是企业应将单纯卖刀具的简单观念转变为提供“解决方案”的丰富内涵与广阔外延。不可调刀具产品,

在我国批量生产类型不均匀、混杂的现状下，其静态的结构性功能对应用工程系统的不适应性，使工具企业只能对出厂的具体刀具质量负责，无法对用户的使用效果负责。简式工具系统可调刀具技术，能使企业兑现在较宽的范围内提供“解决方案”的承诺，即能为用户的使用效果全面负责，也为用户“降低成本、提高工效”出谋划策，提供全方位服务，直到解决问题为止。因而，简式工具系统可调刀具，是“解决方案”的一个载体，和不可调刀具产品相比已发生了质的变化。所以，要为用户提供“解决方案”的深入服务，过去“小而全”“大而全”的发展模式显然是办不到的。应刻意培养自己的专业特色，不断提高自己的服务水平，并通过提供服务补救全过程的跟踪，赢得用户的信赖。

参考文献

- [1] 王丽华: 服务管理 [M]. 北京: 出版社, 2007.
- [2] 罗伯特·W·卢卡斯: 客户服务 [M]. 北京: 企业管理出版社, 2006.
- [3] 沈壮行 现代高效道具在中国的生产与使用现状—差距、问题与改进意见 2007-01-12.
- [4] 范亚炯 浅议车床类通用道具的应用系统工程与工具系统的发展方向 《世界制造技术与装备市场》2010 (1) .



● 业界动态 ●

张志刚理事长圆满完成第二年度任期龙兴元接任第三年度理事长职务

中国机床工具工业协会第六届理事会轮值理事长、济南二机床集团有限公司董事长张志刚同志，自 2010 年 7 月 9 日起担任中国机床工具工业协会第六届理事会第二年度理事长，至 2011 年 7 月 8 日任期已满。根据协会章程有关规定，自 2011 年 7 月 9 日起至 2012 年 7 月 8 日止，由协会第六届轮值理事长、陕西秦川机床工具集团有限公司董事长龙兴元同志接任第三年度理事长职务。

在过去的一年里，张志刚理事长以其杰出的组织能力，领导第六届理事会和第六届常务理事会，在对外开展工作和对内加强建设、不断优化自身管

理，在为广大会员单位服务、促进行业发展方面，做了很多卓有成效的工作，使协会工作有了新的发展。我们对张志刚理事长一年来所付出的辛勤劳动和无私奉献致以真诚的感谢！

我们相信，龙兴元理事长接任后，一定会肩负起促进行业平稳较快发展的重任，依靠全体会员，发挥理事会的作用，群策群力，开拓创新，使协会的服务能力进一步增强；创新工作模式，进一步发挥好桥梁和纽带作用，为落实行业“十二五”规划开好局、起好步；为进一步实现中国机床产业由大变强奠定基础。（中国机床工具工业协会）



环-块摩擦磨损试验机设计研究

Design of ring-block friction wear test machine

中国矿业大学机电工程学院 焦 健

【摘 要】 在滚动摩擦磨损实验技术中, 摩擦系数和摩擦力是影响摩擦的重要参数, 为了测量环块摩擦的特性本文设计了环块摩擦磨损试验机。本试验机中负荷模块可以实现对摩擦系数的测量试验, 减小了体积; 机械传动部件简单, 降低了润滑剂的使用; 采用闭环反馈响应系统, 运动精度和测量精度都得到了提高; 采用单片机编程技术对摩擦后的反馈信号进行实时采集; 该试验机能够在低温环境下运行; 试样夹紧装置结构简单, 为实验试样的装卸提供了方便; 并按照标准选则装配零件和按标准绘出了机构装配图。

【关键词】 环-块; 摩擦; 磨损; 试验机; 设计

一、引言

近年来, 由于摩擦带来的灾难越来越多。机器运转时各运动机构之间的摩擦造成能量的无益损耗和机器寿命的缩短, 并降低了机械设备的效率; 我国大型设备由于摩擦导致事故也频繁发生, 不但给人民的生命财产带来了巨大损失, 更严重影响了社会的稳定和发展, 如何准确地测量摩擦系数然后对设备的摩擦进行处理成为研究人员关注的焦点问题^[1-3], 因此有效地评判摩擦体的摩擦特性是相当重要的, 而摩擦系数是表征摩擦学特性的重要参量, 它不仅可评定一种摩擦材料的减磨性能, 而且还可以根据它的变化趋势测试材料的耐磨效果, 另外试验中摩擦系数的突变还可以在在一定程度上反映材料表面层特性的突变以及失效的形式。所以, 在动静试样相互摩擦运动时测量出试验材料的摩擦系数是相当必要的^[5]。

为了对摩擦磨损现象及其本质进行研究, 正确地评价各种因素对摩擦磨损性能的影响, 从而确定符合使用要求的摩擦副元件的最优参数^[6]。因此就需要摩擦磨损试验机来测量这些数据, 由于摩擦磨损现象十分复杂, 摩擦磨损条件不同, 试验方法和

装置^[7-10]种类繁多, 但是闭环控制系统自动执行的环块摩擦磨损试验机种类并不是很多。为此本文参照了机床的设计方式, 设计了闭环自动控制环块摩擦磨损试验机, 采用机床导轨和丝杆传动提高了试验机的试验精度。

二、试验机总体介绍

该环块摩擦磨损试验机主要由主动模块和被动模块两大部分构成。如图1所示, 主动模块主要包括摩擦环旋转驱动电机、传动轴、联轴器、轴承座、轴承、螺栓、二维移动平台等。被动模块主要包括摩擦块加载电机、丝杠、螺母、测力传感器Ⅰ、测力传感器Ⅱ、螺栓、联轴器、夹紧装置等。

在主动模块上伺服电机轴的伸出端通过梅花形联轴器与传动轴连接, 中间用轴承支承。轴承安装在轴承座上, 对传动轴起固定和支承作用, 传动轴的端部安装主动摩擦环; 在被动模块上, 加载电机的输出端通过联轴器与丝杠相连, 旋转螺母旋在丝杠上, 螺母上端与测力传感器Ⅰ相连, 测力传感器Ⅰ通过支撑架与测力传感器Ⅱ相连, 测力传感器Ⅱ上端安装夹具体, 测力传感器Ⅰ水平放置测量摩擦力, 测力传感器Ⅱ竖直放置测量加载正压力, 摩擦

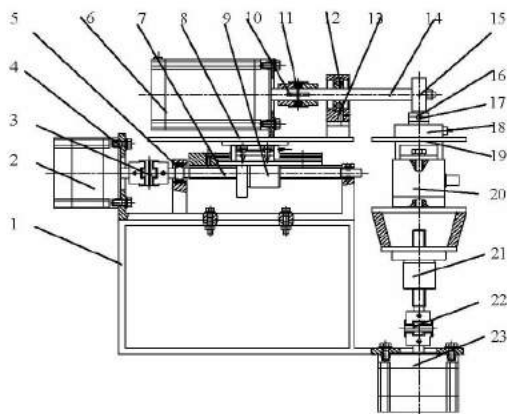


图1 环块摩擦磨损试验机总体结构

1-结构架 2、6、23.电机 3、11、22.梅花形联轴器 4.螺栓 5、12.轴承 7.丝杠 8.平台 9、21.大螺母 10.键 13.轴承座 14.传动轴 15.摩擦环 16.摩擦块 17.夹紧装置 18、20.测力传感器 19.支撑架

块夹在专用夹具上，保证了摩擦环与摩擦块相互接触摩擦。

三、试验机工作原理

当摩擦环与摩擦块装好后，在主动模块上通过伺服电机控制器控制主动摩擦电机1旋转，驱动主动轴旋转，带动安装在传动轴末端的摩擦环旋转；通过伺服电机控制器控制被动摩擦块加载电机旋转，带动丝杠旋转，从而使大螺母向上移动，推动两个测力传感器向上移动，推动夹具带着摩擦块向上移动，使摩擦环与摩擦块进行加载，从而实现摩擦环与摩擦块的摩擦实验。二维移动平台利用丝杠和滚珠导轨制成，通过电机驱动二维移动平台移动实现摩擦环前后移动，使摩擦环与摩擦块能够接触并加载，实现直径在一定范围内的摩擦环与一定厚度的摩擦块进行摩擦实验，设计结构中有两个测力传感器，分别为测力传感器Ⅰ和测力传感器Ⅱ，传感器的安装如图2所示。

本试验机适用于直径20mm~120mm之间的摩擦环与厚度为10~100mm摩擦块试样的相对摩擦磨损试验。安装在夹紧装置下的测力传感器Ⅰ可以测量摩擦环与摩擦块之间的摩擦力，安装在支撑架下的测力传感器Ⅱ可以测量丝杠所施加的正压力。本试验机通过闭环控制系统对加载力与电机速度等变量值进行检测与获取，并进行自动反馈调节，而摩擦力

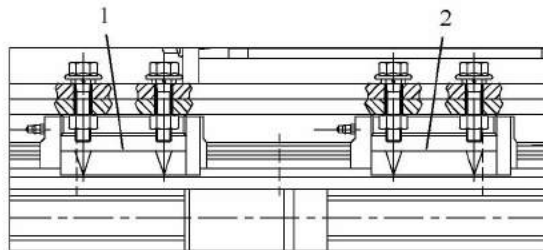


图2 侧力传感器的安装

1.侧力传感器Ⅰ 2.侧力传感器Ⅱ

与正压力的比值的大小就是摩擦系数，即

$$\mu = F/N \quad (1)$$

其中， μ 为摩擦系数， F 为测力传感器18测量的摩擦力， N 为测力传感器20测量的正压力。

根据摩擦磨损试验的要求，要得到这些摩擦试样的摩擦系数，就需要测出摩擦力 F 与所施加的正压力 N 的数值。

四、试验机优点

本试验机参照了机床的设计方式，提高了移动导轨的移动精度和实验的安装精度，负荷模块可以实现对摩擦系数的测量试验，该环块摩擦磨损试验机的设计，减小了体积，机械传动部件简单，降低了润滑剂的使用；采用闭环反馈响应系统，通过闭环控制系统控制步进电机对试样的加载与反馈，而且通过步进电机控制器可以控制步进电机的转速，采用单片机编程技术对摩擦力后的反馈信号进行实时采集，为实时读取摩擦力提供了方便，操作简单；移动平台对摩擦环加载平稳性好，精密度高，误差小；在摩擦磨损试验中，环境是一个重要的因素，而这种试验机能够在环境-40以上的环境中正常运行，可以实现在低温环境下物体之间的摩擦；该试验机的试样夹紧装置采用结构简单的专用夹具，给试样的装卸带来了很大的方便。

五、实验验证

查表得钢之间的理论摩擦系数为0.15。下面通过实验验证摩擦系数，对过直径为80mm钢摩擦环与厚度为40mm钢摩擦块进行10次不同的加载实验，得出以下数据，如表1所示。

表1 环-块摩擦实验数据

测力传感器值 I 值/N	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
测力传感器值 II 值/N	4.58	9.05	13.52	18.01	22.59	27.02	31.52	36.03	40.56	45.05

由表1中的数据根据公式(1)计算得钢摩擦环的摩擦系数非常接近0.15,测得的实验数据与真实值非常吻合,而且数据的精度很高,测力传感器精确到2位有效数字。通过闭环控制系统实现了自动反馈控制和连续加载,测力传感器可以通过对摩擦力和正压力的实时测量再经过反馈控制系统对实验进行反馈控制,实现了对实验的自动化控制。

六、结论

实验证明,在对本试验机进行了多次加载和测量后都取得了明显的效果,实验数据也非常准确,而且可以通过闭环控制系统控制步进电机的转速和加载程度,精度也很高。该试验机能在苛刻环境下进行环块摩擦磨损试验并取得良好效果,降低了实验所需的时间,解决了环块摩擦磨损试验机在一定低温环境下不能够正常工作的问题。而且采用闭环控制系统对试验机进行加载,能够实现对变量的实时测量和控制,免去了实验对人工的需求,为摩擦实验人员节省了很多时间。

参考文献

- [1] ASCHAN Carita, HIRVONEN Mikko, RAJAMAKI Erkki, et al. Slip resistance of oil resistant and non-oil resistant footwear outsoles in winter conditions [J]. Safety Science, 2005, 43 (7) : 373-389.
- [2] 卢熙群,郭宜斌,何涛.活塞环润滑及摩擦损失仿真分析 [J]. 船海工程. 2009, 38 (5) : 473-75.
Lu Xiqun,Guo Yibin,He Tao. A Numerical Analysis for The Lubrication and Friction Loss of Piston Ring [J]. Ship & Ocean Engineering. 2009, 38 (5) :473-75.
- [3] COURTNEY T K, SOROCK G S, MANNING D P, et al. Occupational slip, trip, and fall-related injuries:can the contribution of slipperiness be isolated? [J]. Ergonomics, 2001, 44 (13) :1118-1137.
- [4] 杨庆民. 高速发动机连杆轴瓦的变形分析 [J]. 北京建筑工程学院学报,2002,18 (3) :16-25.
- [5] 韩志仁,陶华. 基于有限元分析的摩擦系数测定 [J]. 锻压技术. 2008,33 (1) :136-138.
Han Zhiren,Taohua. Determination of friction coefficient based on finite element analysis [J]. Forging & Stamping Technology. 2008,33 (1) :136-138.
- [6] Protopopov B V. Some features of tribosystem standardization. wear of material,AMSE,1991,659-660
- [7] 俞建卫,程鹏,焦明华等. 多功能集成摩擦磨损试验机智能测控系统 [J]. 润滑与密封, 2008,33 (2) : 97-99.
Yu Jianwei,Cheng Peng,Jiao Ming, et al. Intelligent Measurement and Control System of Multifunctional Compositive Tribometer [J]. Lubrication Engineering, 2008,33 (2) :97-99.
- [8] 杜桂长林,沈健. 摩擦磨损试验机设计的基础 [J]. 摩擦学学报. 1990,10 (2) :120-136.
Gui Changlin,Shen Jian. The Base of Friction-Wear Tester Design [J]. Tribology,1990.10 (2) :120-136.
- [9] 李建芳,杨士强,沈璩. 往复摩擦磨损试验机测试系统的设计 [J]. 润滑与密封,2008, 33 (10) :85-87.
Li Jianfang, Yang Shiqiang, Shen Jing. Design of Testing System for Reciprocating Tribometer [J]. Lubrication Engineering, 2008, 33 (10) :85-87.
- [10] 李振芳,桑可正,惠纪庄. 摩擦磨损试验机的改装与研制 [J]. 西安公路交通大学学报,1998, 18 (2) : 96-98.
Li Zhenfang,Sang Kezheng,Hui Jizhuang. The Reequip of the Tester of Friction and Wear [J]. JOURNAL OF XI AN HIGHWAY UNIVERSITY, 1998, 18 (2) :96-98.

工业设计在机床中的应用

Application of aesthetics in machine tool design

陕西秦川机械发展股份有限公司技术研究院 王怡康

沈阳机床在第六届中国数控机床展览会期间 (CCMT2010) 和第十二届中国国际机床展览会 (CIMT2011) 期间展出的产品都具有新颖时尚的外观, 彰显了人性化的设计理念, 将机械的刚性与艺术的柔性完美的结合在一起, 适应了国际化市场现代化的时代趋势。在柔性化、个性化、可视化等方面达到完美的融合, 将给国内外用户以全新的视觉冲击。这些机床展品给笔者留下了深刻的印象, 也让笔者改变了对国产机床以往的观点和看法。

下面就机床造型设计的人机工程学谈一些简单的认识, 供读者参考。

1. 机床的操纵面板

机床的受众是人, 是人在操作和使用机床来完成某种加工活动。对于数控机床来说, 数控面板就是设计中的重点, 其主要包括数控面板的面板布置, 以及安装位置及其高度等。人的手部动作主要是以触摸和按压为主, 因此, 应该以人的指尖为考虑对象。

由于现有机床生产制造厂家的操作箱以及数控系统都有固定的供应商, 所以在总体设计时就应考虑操作箱的类型以及面板, 综合考虑人机因素, 以及安装位置及其高度、最佳按键区和手的活动范围。人的手部动作主要是以出磨合按压为主。

2. 机床门的人机工程设计

机床门是机床整体造型的重要部件, 而且与机床操作人员接触较多, 其尺寸与结构是否合理对机床操作的易用性有着重要的影响。机床门的设计除了要求其造型与机床外罩相配合, 还需要考虑门的

宽度。门的宽度不但会对机床整体外观造成较大影响, 而且还会关系到机床的使用以及操作。

随着数控机床的规格和体积不断增大, 门的尺寸以及重量都在不断的增加, 使得人对门开启的操作问题越来越突出, 例如秦川机床的YK73200型成形磨齿机, 由于最大加工直径达到2000mm, 使得门宽度和重量增加, 推拉操作较吃力, 不便于使用。

因此, 在门的造型设计中宽度是一个不可忽视的要素。机床门的宽度主要受到工作台尺寸的限制, 为了方便操作人员装卡零件的需要, 门的宽度尺寸在一般情况下要求略大于最大加工范围的尺寸。由于不同型号机床的最大加工范围差别较大, 因此门的造型也需要作较大的变化, 以满足操作人员的工作要求。对于工作台较小的机床一般采用单开门的结构, 而对于工作台较宽的机床则多选用双开门。

如何解决人在操作和使用过程中的诸多不便, 在现有的基础上如何解决这些存在的问题, 也是机床门设计的重点和难点。

3. 把手的人机工程设计

把手是操作人员操作机床常接触的部件, 对机床操作的舒适性和操作人员工作效率的提高都有一定的影响。把手的设计要考虑的因素较多, 其直径与长度要与手部的尺寸相适应, 使得抓握舒适, 操作方便。

此次展览会沈阳机床门把手的设计很有特点, 打破了传统机床把手的造型风格。此款把手设计中包含了人的认知规律以及把手对人的提示、导向作用, 一看就是推拉方式。色彩搭配合理, 做工精细, 充分体现机床的现代感、科技感以及精密的含义。

(下接第99页)

刀具破损监控系统在车铣加工中心上的应用

沈阳第一机床厂 李晓峰 何 峰

【摘 要】 针对国防军工企业中超长、超重、超精零件的车、铣、钻、镗等工序的复合加工工艺要求,我厂研发了 HTM 车铣复合加工中心,解决国外对我们的技术封锁,填补国内的空白。但是刀具破损犹如一个噩梦,特别是在无人操作加工工件时,如果没有及时监测到刀具破损,常常会导致工件报废,甚至是导致机床的损坏。因此,对于加工工件及机床都是相当贵重的 HTM 车铣复合加工中心,我们选用了 ARTIS 系统对刀具破损进行监控。

一、概述

生产中,用户经常会遇到由于刀具破损、刀具碰撞,致使工件和机床受损的问题,尤其是在自动模式下。如果刀尖崩裂,机床不会感知而继续运转,而如果操作人员又未能及时发现,则常常导致工件报废,情况最坏时,甚至会导致机床损坏。为此,我们选用了 ARTIS 刀具监控系统应用在 HTM 车铣复合加工中心。

通过使用 ARTIS 刀具监控系统,使得机床生产效率有所提高,可缩短停机时间,由此提高机床的可用性。在识别断刀故障后,快速停机,这样发展性故障及维修时的停机时间就被降低到最低点。通过对磨损进行监控,可以及时更换刀具,这样就不必过早或为预防发生故障而更换刀具,对磨损刀具进行监控可以避免生产出废品,还可以保护发展性刀具。在 HTM 机床上,使用了 ARTIS-CTM-DTA 方法对由 NC 操控界面传输过来的数字驱动扭矩进行分析,这样就不必安装传感器,还可以剔除那些为加工主轴或进给轴而提供的具有迷惑性的分析数据。下面就我厂生产的 HTM 复合加工中心为例,浅谈 ARTIS 刀具监控系统 CTM 卡嵌入到在 SIEMENS-840D 系统中的使用方法。

二、ARTIS-CTM-DTA 刀具监控系统的硬件连接

1. ARTIS CTM-DTA 系统用于无传感器数字扭矩监控的基本要求

- (1) SIEMENS PCU50 或 PCU70。
- (2) 操作系统: WINDOWS 95/98/2000/NT/XP。
- (3) 外设接口使用 PROFIBUS。
- (4) 带 DTA-1-DP/S 的 ARTIS CTM 卡。
- (5) SIMODRIVE 611D 驱动控制器。
- (6) 带有工艺功能的 PB 刀具和过程监控器的 SIEMENS NCU 系统软件。

- (7) SIEMENS NCU 软件版本不低于 6.4。

2. ARTIS CTM 系统的主要特点

- (1) 控制系统集成刀具、过程和机床状态监控。
- (2) 一个 CTM 卡有四个监控通道。
- (3) ISA 或 PCI 插槽。
- (4) 标准型 PROFIBUS 接口。
- (5) 可集成于开放的 SIEMENS 系统中。

三、ARTIS 用户界面 “CTMViSu” 在 SIEMENS 系统 PCU50 上的安装

1. CTM 卡包括三张安装软盘, 直接安装在

PCU50\F:egie.ini文件

PCU50\F: \OEM\ARTIS\CTM路径下。

2. 在PCU50上设定软键调用ARTIS用户界面
编辑PCU50\F: \OEM\egie.ini文件

[TaskConfiguration]

Task7=Name:=OEMFrame

CmdLine:=\OEM\ARTIS\CTM\CTMViSu.exe

PreLoad:= false, Timeout:=20000, HeaderOntop:=
false

编辑PCU50\F:e_ch.ini文件

[HSoftkeyTexts]

HSK7= “ARTIS CTM”

3.上面两步执行完后，使用PCU50上的F8键即可
调用ARTIS用户界面（图1）。

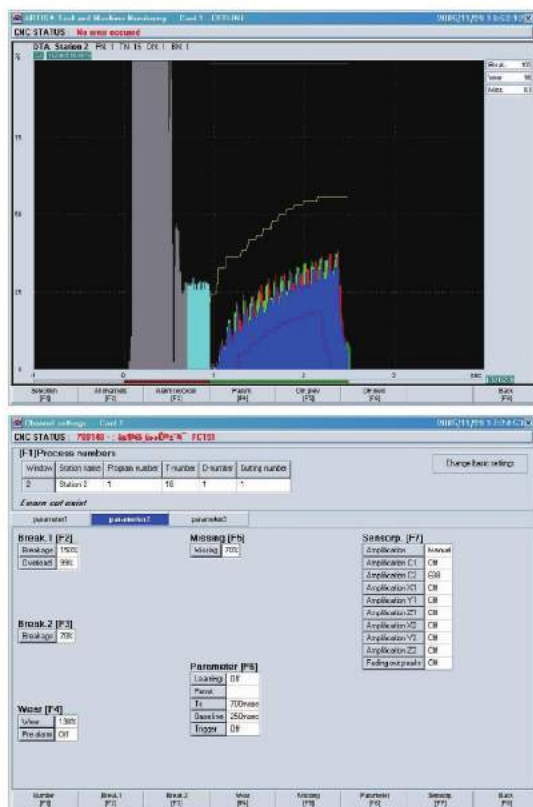


图1 用户界面“CTMViSu”

四、DTA的安装

DTA—软件传感器。ARTIS刀具监控可以不需要
传感器,而通过PROFIBUS总线读取数字驱动器的数
据,如功率、扭矩、速度等信号来处理,从而实现

刀具破损监控。

对于NCU软件版本高于6.4的SIEMENS-840D数控
系统,DTA安装过程如下:

1.拷贝CTM软盘1中文件“TPM0302.elf” 到NC卡中

(1) 使用Apsoft公司的CARDWARE软件读写NC
卡中的数据。

(2) 使用SIEMENS公司的SinuComFFS软件向NC
卡中加载文件。

2.激活DTA功能，设定DTA监控的轴。

MD61700

TOOL_MONITOR_AX_ASSIGN_TAB [0] =4; 主轴
MD61700

TOOL_MONITOR_AX_ASSIGN_TAB [0] =1; X轴
MD61700

TOOL_MONITOR_AX_ASSIGN_TAB [0] =2; Y轴
MD61700

TOOL_MONITOR_AX_ASSIGN_TAB [0] =3; Z轴
3.使用STEP7软件对DTA进行组态（见图2）

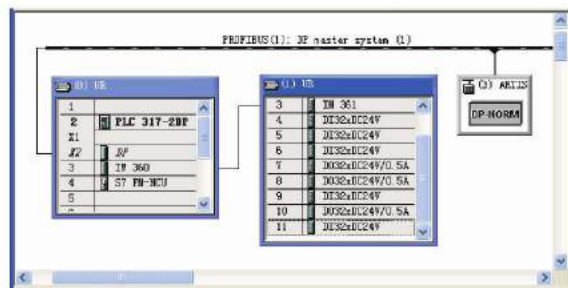


图2 ARTIS-CTM-DTA的组态

CTM软盘1中存有CTMA04DD.gsd组态文件。

设定DTA的地址范围，输入输出起始地址均为
300。同时修改机床数据:

MD61701

TOOL_MONITOR_LOGIC_ADDRESS_IN=300;
输入起始地址

MD61702

TOOL_MONITOR_LOGIC_ADDRESS_IN=300;
输出起始地址

4.编写PLC程序。辅助功能如下:

- ◆H11=xxxxx; 向ARTIS系统送入程序号
- ◆H12=xxxxx; 向ARTIS系统送入刀具号

◆H13=xxxxx; 向ARTIS系统送入刀具补偿号

◆H14=xxxxx; 向ARTIS系统送入切削号

◆M20 ; ARTIS监控功能激活

◆M21 ; ARTIS监控功能取消

五、ARTIS刀具监控的使用

HTM80600sub车铣复合加工中心主要用于加工大型曲轴，其特点是加工时间长，切削量大，所以采用ARTIS—DX/DT监控方式进行加工监控。

ARTIS—DX/DT监控方式是指如果工件是小批量、多品种并且加工时间长的加工，可采用“DX/DT”的监控方式。“DX/DT”是没有学习曲线的，不是通过与学习曲线的比对，做出刀具监控结果的判断，而是通过几条不同的限定，对在加工中的刀具进行刀具监控的判断。

编程举例：

%_N_HM_01L_MPF

.....

N30 H12=64 ; ARTIS 刀具号

.....

N200 M20 ; 激活ARTIS

N210 G01 X=R1 F=R6

N220 Z=R8

N230 M21 ; 取消ARTIS

.....

监控曲线：（见图3）

曲线描述：

设定限制	描述	报警
1-过载	信号超过过载限制	立即刀具破损报警
2-刀具破损	信号超过破损限制	立即刀具破损报警
3-刀具磨损	信号超过磨损限制	立即刀具磨损报警
4-尖峰上限	信号突然增加	立即刀具破损报警
5-尖峰下限	信号突然降低	立即刀具破损报警
6-刀具缺失	信号没有达到缺失设定	立即刀具缺失报警

注：曲线4和5中间的为实际加工曲线。

六、结束语

HTM车铣复合加工中心选用ARTIS系统对刀具破损进行监控，为用户带来多重好处，刀具耐用时间长，刀具及时更换，提高设备的使用率，减少废品率，优化工艺过程等等，总之，让用户获得更大的投资回报。

.....

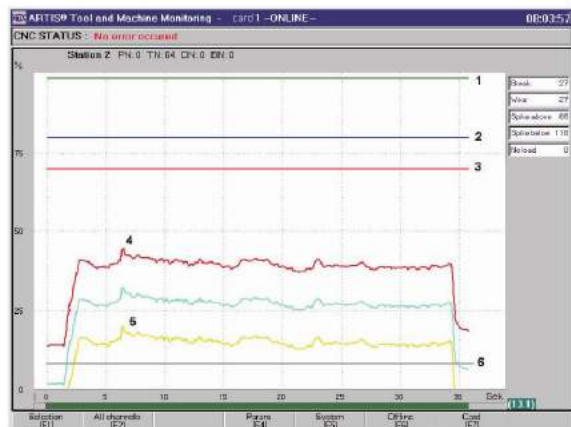


图3 ARTIS-DXDT监控曲线

(上接第 96 页)

对于把手安装高度的确定,应选取五十人体身高的50%位置来作为设计依据,以适合不同身高的人使用。手的活动范围和肘的高度共同确定了最佳的手控制区,相关数据可以通过查阅人体测量的资料获得。从以上分析可以得出,机床中与操作者接触较多的部件是机床人机工程设计的重点。这类部件不仅要求造型美观、结构简单,而且要把握“以人为本”的设计原则,让操作人员使用方便、舒适,工作效率大大提高。

4. 观察窗的人机工程设计

观察窗的作用主要是操作者可通过它对加工工件和机床的运动进行观察。这种观察和显示数据一起构成了机床对个人的重要信息反馈。操作者对工件的观察在监视控制中是十分频繁的,观察的姿势受到观察窗的影响很大,因此观察窗的设计是机床人机工程设计中需要把握的要点。观察窗的高度应按照人体的视高尺寸的50% 位置来设计,以适应不同身高的人群。

图像测量系统及关键技术研究

Research on graphic measuring system and its key technology

青岛同日电机有限公司 池福俊

江西理工大学 陈 敏

摘要：随着先进制造技术的发展，基于图像的测量方法日益引起广大工程技术人员的关注。该方法具有非接触、适合实时检测，具有传统测量方法难以测量的优点，得到了广泛的应用。文章主要介绍了图像测量技术在检测领域中的前景与应用，概述了图像测量系统的结构原理、图像测量技术的特点，分析了影响图像测量精度的关键技术。

图像测量是建立在计算机视觉理论基础上的新测量技术，以光学为基础，融光电子学、计算机技术、激光技术、图像处理技术等现代科学技术为一体，光、机电与计算机相结合的测量系统。图像测量把图像当作检测和传递信息的手段或载体加以利用，通过处理被测图像而获得所需的各种参数，是将图像处理技术应用于测量领域的一种新的测量方法。随着计算机技术、数字图像处理技术和光电技术的发展，图像测量技术得到越来越广泛的应用。

一、图像测量技术的应用

图像测量方法具有非接触、精度高、动态范围大、信息丰富、测量速度快、自动化程度高等优点，受到国内外测量领域的重视，在国内外发展很快，目前已广泛应用于几何量测量、航空遥感测量、微尺寸测量和外观检测等有关的技术领域中。如在生物医学领域可用于显微图像处理、DNA 显示分析、红白血球分析、虫卵及组织切片的分析、癌细胞识别、染色体分析、内脏大小形状及异常检测等方面的检测与分析。在工业领域方面，可用于零部件、产品无损检测、流水线零件自动识别、金相分析、小尺寸零件几何量的测

量、微电子器件等精密复杂零件的微小几何尺寸的测量、零件三维形状的检测、大型工件尺寸的在线检测（如在轧钢生产线上在线测量钢板的长、宽或线材的直径等）。此外，图像处理技术在遥感航天和军事公安领域也有广泛深入的应用，诸如目标跟踪、模式识别等方面。

二、图像测量系统的组成及原理

图像测量技术的原理是通过对被测对象图像边缘信号的提取来获得被测对象的相关几何参数。测量系统由光学照明系统、CCD (Charge Coupled Device) 摄像机、图像采集卡、计算机及相应软件组成，如图 1 所示。其工作原理为：光照系统中的背景光源对被测物进行照射，然后由数字成像设备对被测物进行图像采集并传入计算机中，再由计算机中已经编制好的图像处理软件，对采集到的被测对象的图像进行处理，得到图像的特征信息，再由图像输出设备输出处理后的图像。

三、影响图像测量精度的关键技术

对图像中目标进行定位是基于图像的精密测量中最基本和最重要的任务之一，其定位精度直

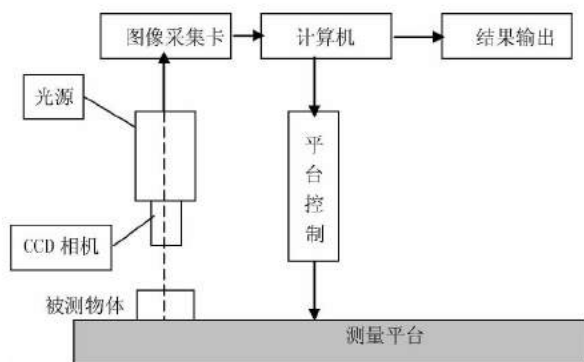


图1 CCD检测系统示意图

直接影响到最终的图像测量精度。摄像机采集图像时所产生的误差是图像测量系统中的主要误差，它直接制约影响着系统的测量精度。

图像测量核心是图像处理技术。数字图像经过处理后，提高了输出图像的质量，便于计算机对图像进行分析、处理、测量和识别等，有效地提高了测量精度。因此图像处理技术成为图像测量系统的基础和关键。影响图像测量精度的因素主要包括硬件和软件因素。

1. 硬件因素

CCD 摄像机是系统的主要部分，其精度直接影响测量精度。CCD 摄像机所产生的误差主要由光学成像镜头、CCD 器件本身的质量，以及图像采集装置等部分产生的误差构成，主要有光学误差、机械误差和电学误差等构成。

(1) 光学误差。主要存在于成像光路和器件所带来的失真或畸变。由于摄像机的设计、制造和工艺等原因，如入射光线在通过各个透镜时的折射误差和 CCD 点阵位置误差等，光学系统存在着非线性的几何失真，使得目标像点与理论像点之间存在多种类型的几何畸变。镜头的这种畸变差在影像上一般表现为中心小而周边较大，图像的非线性畸变主要是这三种畸变的叠加，因此可以建立图像坐标系中的非线性畸变模型来分析并减小误差。

(2) 机械误差。主要是指 CCD 器件在机械加工安装时造成的 CCD 面阵的几何误差，即像元排列不规则而使影像产生的几何误差。通过提高

制造装配质量可以有效地减小该项误差。由于 CCD 相对系统其他硬件来说质量较高，在一般检测中，这种误差相对其他误差对测量精度的影响要小得多，可以不予考虑。

(3) 电学误差。CCD 属于电子元件，因此存在电学误差，主要包括指 CCD 在光电信号转换、电荷在传递，以及 A/D 转换时所产生的影像几何误差。产生的主要原因是光电信号转换不完全、信号传递后滞，以及 CCD 驱动电路电压及频率不稳等因素造成。CCD 系统电路里面有大量的电阻器件，存在热电子噪声，也会影响图像的清晰稳定性而产生测量误差。此外，CCD 系统若采用不当传输电缆，会导致在电缆长度较长时出现阻尼振荡现象，从而影响 CCD 图像的清晰和稳定。

2. 影响图像测量精度的环境因素

(1) 照明视场噪声。有两类：一类是随时间而变化的随机起伏噪声，设计由供电电源波动以及光源本身发光的不稳定而产生；另一类则是随空间的起伏而变化，主要是因为照明系统光源本身就是一个具有不同发光强度的线或面光源而非真正的点光源，以及照明光学系统的不完善（像差或调整不好）而引起的。一般工业测量情况下，不可能使整个视场达到严格的均匀照明，特别是在测量大工件时尤其明显。采用软件可以相对较好地消除照明视场不均匀性的影响，这样不仅极大地降低对照明系统的要求，同时又不降低系统的测量精度，也降低了检测成本。

(2) 温度场的影响。由于测量系统主要由电子元器件构成，温度的变化对系统的性能有所影响。一般在使用中，会对摄像机和图像采集卡进行预热处理，以提高图像的稳定性和清晰度。预热对图像采集卡的影响远大于对摄像机的影响。因此，一般预热以后再采集图像。此外，环境温度对被测工件也会产生较大的影响。在测量对环境温度敏感的金属零件时，必须考虑其线膨胀和保证环境温度恒定，并在此温度下进行系统定标和测量。

(3) 振动的影响。图像测量系统对振动比较

敏感,被测物体和摄像机的微小运动都能造成图像的变形,容易引起大的测量误差。采用适当的减震隔离方法便可以减小测量误差。如将摄像机的被测工件均置于气动隔振平台上。此外,还可以在摄像机上加装快门等提高拍摄速度,以减小外界因素的干扰。

3.影响图像测量精度的软件因素

在图像测量系统中,影响系统测量精度的另一个主要因素就是软件因素。图像采集模块采集到的图像由于光照不均、CCD 摄像机自身的电子干扰等,从而导致图像质量的下降,可能掩盖图像的细节,影响测量精度。选用高分辨率的 CCD 摄像机、高采样频率的图像采集卡等质量高的硬件都可以提高系统的测量精度,但这样不仅会受到各种环境因素的限制,更会大幅度地增加检测成本,提高的测量精度也有限。通过软件算法来提高系统测量精度的方法是相对最有效的途径。

系统载入物体图像后,首先是采用软件对输入的图像进行预处理,改善图像的质量,主要是增强图像的对比度、消除图像噪声,以及进行边缘增强。从图像处理软件方面,尤其是通过提高边缘检测算子的精度来提高测量精度,是提高测量系统测量精度的主要途径。

对于待处理的图像进行参数测量,边缘检测是相当重要的一个环节。图像的边缘广泛存在于物体与背景之间、物体与物体之间。图像边缘是图像的基本特征之一,是图像中特性(如像素灰度、纹理等)分布的不连续处。图像边缘存在于目标与背景、目标与目标、基元与基元的边界,它标示出目标物体或基元的实际含量,集中了图像大部分的信息。相对于灰度信息来说,边缘信息更具有可靠性,边缘特性较少受到光照条件等因素影响,是推导三维空间物体形态最基本的依据。图像边缘的确定与提取对于整个图像场景的识别与理解是非常重要的。数字图像的边缘检测是图像分割、目标区域识别、区域形状提取等图像分析领域十分重要的基础,在工程应用中占有十分重要的地位,是图像处理和计算机视觉等领域最基本

的技术。

常见的经典的边缘检测方法,是对原始图像中像素的某小邻域来构造边缘检测算子。按照边缘检测的原理可以将边缘检测算法大致分为一阶边缘检测算法、二阶边缘检测算法和其他算法。经典算法包括边缘算子法、曲面拟合法、模板匹配法、门限化法等。这些算法计算简单,但对噪声较敏感。近来随着数学理论及人工智能的发展,出现了新的边缘检测方法,如基于小波变换的边缘检测法、基于数学形态学、模糊理论和神经网络的边缘检测法。上述算法,在一定程度上保证或提高检测出的边缘清晰性和稳定性,图像去噪效果明显,为提高图像识别精度打下了良好的基础。

四、结语

作为一种新兴的精密测量技术,图像测量技术具有分辨率高、灵敏度高、光谱响应宽、动态范围大等特点,其应用前景是极其广阔的。相信在不久的将来,图像测量技术将会在测量和其他更广泛的领域发挥它应用价值。

参考文献:

- [1] 王映龙,戴香粮.图像处理技术在水稻虫害系统中的应用[J].微计算机信息,2007,23(9-2):274-276.
- [2] 吴正毅.测试技术与测试信号处理[M].北京:清华大学出版社,2001.
- [3] Rafael C.Gonzalez, Richard E.Woods,等.数字图像处理[M].北京:电子工业出版社,2003.
- [5] 章毓晋,图像处理和分折[M].北京:清华大学出版社,2005,72-93.
- [6] 王红梅、张科、李言俊,图像匹配研究进展,计算机工程与应用,2004,19:42-46.
- [7] 陈向伟,王龙山,刘庆民.图像测量技术在微型齿轮测量中的应用[J].半导体光电.2004,25(6):465-468.

应用计算机辅助工程技术提升 数控机床产品质量

Improve the quality of machine tool by CAE technology

福州大学机械工程及自动化学院 聂晓根 刘艳斌

【摘要】 介绍计算机辅助工程技术 (CAE) 及其技术平台, 讨论了基于虚拟样机技术的数控机床设计流程; 以五轴数控鞋楦机床的开发为例, 研究了Pro/E集成环境下计算机辅助工程技术的应用。研究表明, 应用计算机辅助工程技术可以有效地构建数控机床的虚拟样机, 并对其进行全面的仿真, 使所设计的数控机床得到全面优化, 为数控机床的开发设计提供了一种可行的先进方法

长期以来, 在数控机床研发中, 国内还主要依靠仿制、经验设计和静态精度检测等为主的传统的设计模式。按照这种模式, 一种数控装备的研发通常要经过设计→试制→测试→改进设计→再试制的重复过程, 产品研发成本高、周期长, 反复性试验难以做到充分、完善, 设计人员难以对复杂形状零部件的静、动态强度进行精密分析, 仿制虽可模仿尺寸, 做到形似, 但性能及核心技术难以模仿, 难以做到神似, 更谈不上产品的优化, 因此传统设计方法不能适应当今数控机床的研发要求^[1]。

随着科学技术的发展, 工程设计的理论、方法和手段发生了很大变化。近年来, 集模拟分析、优化设计、仿真等技术于一体的计算机辅助工程 (Computer Aided Engineering: CAE) 技术引起了人们的广泛重视, 并越来越多地应用于工程设计实践。CAE技术是对传统设计方法的一次历史性的革命, 改变了传统以物理样机为基础的设计方式, 大大减少了物理样机昂贵而费时的制造及试验过程, 设计人员可以直接在计算机上, 对设计对象进行造型设计、快速分析、多种设计方案比较、优化设计等, 及时发现设计问题, 提高产品质量, 缩短产品开发

周期, 降低产品开发成本和新产品开发的风险。

现代数控机床向着高速、高精、高效和复合化方向发展, 对机床的运动性能、动力性能、机械结构性能、加工性能, 以及伺服控制等方面提出了越来越高的要求, 先进设计、分析工具的缺乏, 严重影响着我国数控机床的自主创新发展和产品竞争力^[2]。在机床的研发过程中引入CAE技术, 为数控机床开发研制提供一种全新的设计方法, 可大幅缩短机床的研发周期、降低机床的研发成本、提高设计质量和效率, 增强企业的市场竞争能力。

一、CAE技术及其功效

CAE技术是计算机技术和工程分析技术相结合形成的新兴技术, 并通过各种CAE软件发挥效能。CAE 软件是由计算力学、计算数学、结构动力学、数字仿真技术、工程管理学与计算机等技术相结合而形成的一种综合性、知识密集型信息产品, 它是实现重大工程和工业产品计算分析、模拟仿真与优化设计的工程软件, 是支持工程师、科学家进行创新研究、产品创新设计最重要的工具和手段^[3]。

应用CAE, 可对工程或产品未来的结构和运行状态进行各种模拟, 及早地发现设计缺陷, 并证实未来工程或产品功能和性能的可用性和可靠性, 使

作者简介: 聂晓根 (1968年—), 男, 副教授, 研究方向: CAD/CAM、数控技术。

产品的大多数问题在设计阶段就可通过仿真得到解决,同时支持工程或产品的协同、优化设计,使产品轻量化、性能最优化和设计高效化成为可能。

从20世纪60年代初开始对CAE探索性研究与应用,到今天已经历了40多年的发展历史。随着技术学科的交互性发展,计算机智能化的不断提高、有限元算法的成熟,以及各门实用科学的突飞猛进,使基于虚拟样机的CAE技术日趋成熟。基于虚拟样机的数控机床设计流程如图1所示,它以虚拟样机设计为中心,对产品进行虚拟设计,通过虚拟仿真分析,预测实际产品的特性,包括外观、空间关系及运动学和动力学等特性,提供一个全面研究产品工作性能的方法,并通过设计中的反馈信息不断地指导修改初始设计,保证产品优化开发过程顺利进行。

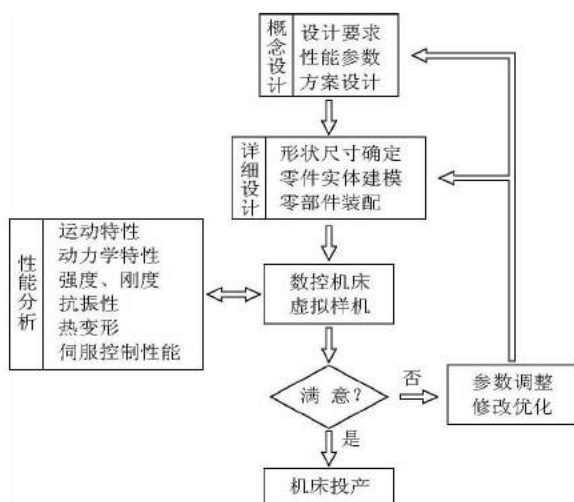


图1 基于虚拟样机的数控机床设计流程

设计过程实际上就是寻找最佳设计方案的过程。CAE技术已成为工程和产品设计中(如航空、航天、机械、船舶等领域)必不可少的数值计算、结构分析和结构优化的重要工具。当今国际大型企业在产品研发的全生命周期中已普遍应用了CAE技术,在许多行业中,计算机辅助分析已经成为产品设计与制造流程中不可逾越的一种强制性的工艺规范,CAE分析工具的应用水平成为评定企业技术水平等级、产品质量和成本管理的决定性因素。然而我国机床制造企业对CAE的应用还远不够深入,企业在

认知、掌握和应用CAE的程度远远低于CAD、CAM等技术,企业对CAE在产品开发中的创新作用重视不够。增强产品开发能力,缩短产品开发周期,提高设计质量及优化产品开发流程,降低产品开发和维护成本,大力推广CAE技术在产品设计和制造过程中的应用,已成为提升制造企业核心竞争力的当务之急。

二、CAE软件平台

1. CAE软件分类

当前,国际上出现了许多商业化CAE软件平台,其功能囊括了结构分析、CFD(流体动力学分析)、NVH(震动与噪声分析)、多体动力学分析、材料成型性能分析、热力分析、电磁分析及岩土力学分析等应用领域^[4]。由于CAE软件具有交叉性,其软件平台分类复杂,如按其研究对象可分为:静态结构分析和动态结构分析;按研究问题可分为线性问题和非线性问题;按物理场可分为:结构(固体)、流体和电磁等。而结构分析又可以分为刚度分析、强度分析、碰撞分析、疲劳分析和优化分析等;NVH分析又可分为模态分析、频响分析、震动分析及噪声分析等。根据CAE软件的应用及其特点,可将CAE软件按如图2所示进行分类:

通用型CAE软件可对各类产品的物理力学性能进行分析、优化,它包含了面向结构领域(如Msc.Nastran)、流体力学领域(如Fluent)、多物理场耦合和多体系统(如ADAMS)。行业专用型是针对特定类型的工程或产品开发的。如用于汽车工程方面的VPG、铸造行业的ProCAST,管道设计行业的CAEPIPE,噪声和声场分析的Sysnoise、AutoSEA和Actran,板材成型行业的Autoform,疲劳分析领域的MSC.Fatigue、FE Fatigue等。每一种CAE软件都有自己的特点,如在线性方面有Msc.Nastran、Ansys等,隐式非线性方面有Msc.Marc、ABAQUS/Standard、ADINA等,显式高度非线性方面有Msc.Dytran、LS-Dyna、ABAQUS/Explicit、Radioss等。在大多数CAE分析软件中一般都带有优化算法,也有一些较专业的优化软件,如Optistruct、ptiShape和Tosca等。也有CAD/CAE/CAM集成的软件系统,如Pro/Engineer、UG、CATIA等。



图2 CAE 软件平台分类

2. 数控机床CAE软件平台

数控机床是一种典型的高精密、高度自动化的复杂机电产品，不仅涉及到结构单元的布局、材料的选取、结构强度、刚度、稳定性、加工工艺的可行性、产品的可维修性及可靠性，而且还涉及到光、机、电等各子系统相互间匹配性等诸多相互关联的因素。因此，对数控机床进行CAE分析需要功能强大的软件平台支撑。

(1) 分布式软件平台。尽管CAE技术发展迅速，但目前仍然缺乏普遍适用的支持数控机床产品设计全过程的数字化产品开发系统。目前，应用最广泛的是分布式软件平台，即以一些具有良好工程实践基础的专用三维设计和动态仿真软件为核心，配备中间转换程序构成一个集成的设计仿真环境。如以三维设计软件SolidWorks、机械动力学仿真软件ADAMS、大型有限元分析软件ANSYS和控制仿真软件MATLAB/SIMULINK为核心构建的集成化软件平台

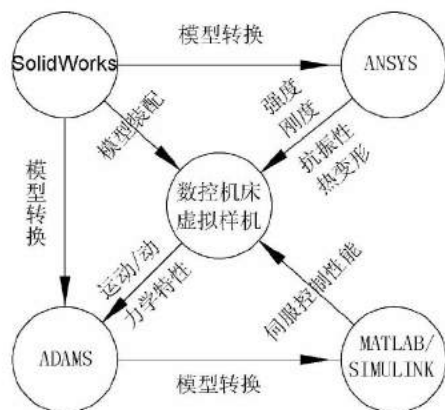


图3 分布式 CAE 设计平台

(如图3所示)，可对设计的数控机床进行全面的CAE分析，且具有较高的可信度和良好的适应性。

然而，这种分布式软件平台也有很多不足，往往不能很好地支持产品全过程的数字化设计和仿真，成为实施CAE的技术瓶颈：由于其采用相互独立的三维设计和仿真软件，造成各个软件之间的数据交流困难，常常出现如点、面、线的丢失，无法对模型中的一些特征进行网格划分等问题，需要花费大量的时间和精力在CAE软件中进行几何模型的修补工作，这必然导致模型的不一致且增加设计工作量；反复的仿真分析和反馈修改大大降低了实施CAE的效率，影响设计流程；利用参数化三维建模软件构建的参数化三维模型，导入到ADAMS/View之后，模型却不再具备参数化的特性，不能满足机构动作可靠性分析的需要；再者，对于许多中小企业来说，目前主流CAE商业软件还是“买不起”的奢侈工具，如果企业购买各种不同的软件搭建所需的平台，必然增加开发成本，而且由于多种软件的存在，设计人员和分析人员要花很多的时间学习这些软件，也对这些人员提出了更高的要求。为高效、快速地实现虚拟设计、分析与优化，需要高度集成的软件平台。

(2) 集成化软件平台。随着CAD/ CAE/ CAM高度一体化软件的不断发展和成熟，不仅设计造型技术更加先进，其自带的各种仿真功能模块也越来越强大，在很多领域大有和专用仿真软件一争高下之势，因此，一体化的软件平台正逐渐受到工程人员的重视，在CAE实现方面的应用也越来越广泛，Pro/E就是其中的杰出代表，其一体化软件平台及其设计流程如图4所示。Pro/E融产品设计、仿真和管理等各个模块为一体，可以为产品设计开发提供一个实现完全一体化的虚拟样机集成环境，在这样一种集成环境下，Pro/E在设计虚拟样机阶段自始至终都采用一个主模型，随时保持主模型数据的一致性，而下游的仿真及制造都以该主模型为基础展开，保证了数据的无缝集成，Pro/E还可以根据仿真分析结果得到的改进模型来直接升级主模型，无需数据转换，非常便捷，可明显提高分析和优化效率^[9]。使用Pro/E这一软件平台可以快速实现机床产品的设计、分析与优化，对于企业来说，大大降低了软件的投资成本以及人员的培训难度，值得推广。

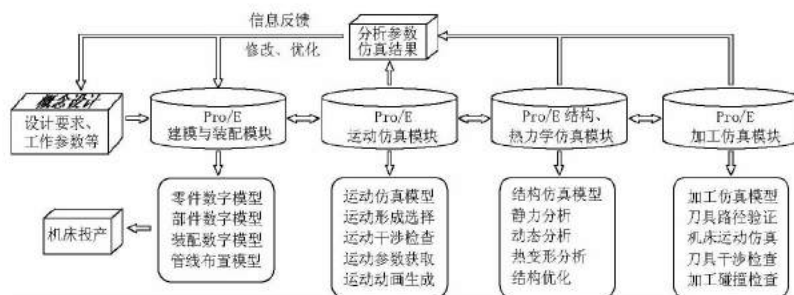


图4 基于 PRO/E 的一体化软件平台及其设计流程

三、应用实例

应用Pro/E一体化平台为某公司开发了五轴数控刻植机，以下介绍该软件在五轴数控刻植机创新设计、精确建模及模态分析等方面的应用及其特点。

刻植机是制鞋的关键设备，现广泛采用的三轴数控刻植机存在许多不足：经三轴数控刻植机加工的鞋楦必须在切跟机上经手工操作切去楦头和楦跟夹持处未加工部分，并通过手工打磨抛光才能获得最后的成品楦。楦头和楦跟在夹持部位为自由曲面，形状复杂，楦头和楦跟夹持部分的去除和打磨对工人操作技能要求很高，且加工的鞋楦一致性不高；加工中旋风刀只能作X、Z向的平动，容易产生与坯楦干涉、碰撞现象，导致高帮鞋楦不能加工。五轴数控刻植机是根据鞋楦的形状结构及其日益提高的质量要求而创新研究开发的，可从根本上克服三轴数控刻植机的不足，楦头和楦跟可直接加工出来，无需手工操作切去楦头和楦跟的夹持部分，实现了鞋楦的完整、高效加工^[6]。其加工原理如图5所示。

1. 虚拟样机的建模与装配

五轴数控刻植机是一种非常复杂的机械系统，传统二维设计手段难以清晰表达该机床的结构，同

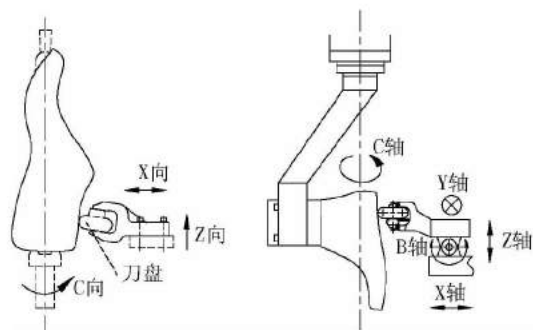


图5 三轴和五轴数控刻植机工作原理图

时，只有建立其计算机数字模型（即虚拟样机），并对它的运动、动力学性能、机械结构性能以及工件加工性能等进行全面的仿真分析才能确保机床成功研发。

数控机床虚拟样机的建模与装配是CAE分析的基础，通过虚拟样机建立数控机床的完整数字模型，不仅能够反映真实机床的外观、颜色、

材质、质量及位置等各种特性，还可包含质量、重心位置、转动惯量等内在特征以进行精确的机械系统动力学仿真运算。应用PRO/E建模和装配模块（PRO/E part/ assembly module）可以快速准确地建立数控机床的零部件模型，并将它们按照实际位置和配合关系进行装配，通过干涉检查后将真实机床在计算机里完全再现，同时可以通过建立人机环境，使操作者和数控机床达到最佳匹配。图6所示是利用PRO/E建立的五轴数。

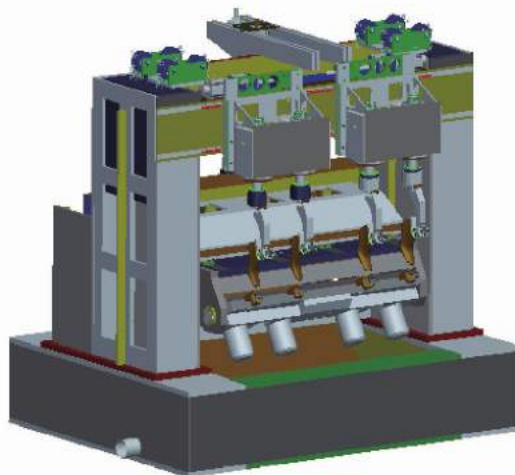


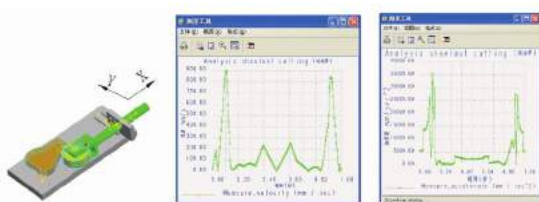
图6 五轴数控刻植机数字模型

2. 五轴数控刻植机的运动仿真

应用PRO/E (Mechanism) 运动模块在机床数字模型基础上添加必要的运动仿真信息（如运动副、约束和原动机等）来建立机床的运动仿真模型，在该模块中可对机床进行运动分析和动力学分析。

根据五轴数控刻植机的加工原理，构建了如图7所示加工楦跟时刀具的运动仿真模型，在定义了相关运动关系、接触、驱动后，按照实际加工中5min内完成一次加工的要求设置主运动参数，同时，限

制Y轴运动,通过仿真得出了在满足实际加工效率的要求下加工鞋楦同口部位时,刀盘中心在X轴方向的速度和加速度曲线。从仿真结果中可知,为达到设计效率,刀盘在加工鞋楦轮廓陡峭处的速度和加速度过大,为此,加工中应从控制上采取措施,协调控制X、Y向伺服轴的运动,以确保机床运动运动平稳,提高系统运动的稳定性。



(a) 仿真模型; (b) 速度曲线; (c) 加速度曲线

图7 刀具运动仿真

3.五轴数控刻楦机的结构分析

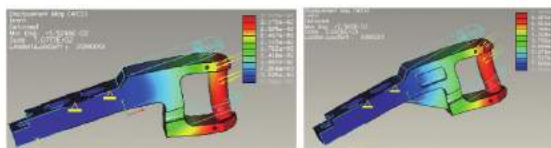
PRO/E结构模块 (Pro/Mechanica) 具有强大的结构分析功能,可以对机床的零、部件乃至整机进行各种结构分析,包括静力分析、动态分析、模态分析、谐响应分析和热变形分析等^[7],可全面分析所设计的零部件及整机的机械性能是否满足要求。

在机床上加工工件时,机床的零件和部件因受力而产生变形,使刀具和工件间产生相对的弹性位移,影响到工件的加工精度和生产效率。数控机床的底座、滑鞍、工作台、立柱和主轴箱是重要的基础件,其结构形式、材料等都将影响它们的动、静刚度及抗振性能,设计时应予以分析。

五轴数控刻楦机旋风刀刀座用以支撑刀具,加工时带动刀具作高速、高加速往复运动,并承受切削力、皮带张力及惯性力,刀座质量对X向进给系统影响大。应用Pro/Mechanica模块,对其进行了静刚度分析,分析结果如图8所示。仿真结果表明,通过添加加强筋和掏空,在不增加部件质量的前提下,刀座刚度有显著提高(在同等工作负荷下最大应变从0.035248mm降至0.007583mm)。

数控机床在切削工件时,会有周期性的激振力作用在工件上,当激振力的频率与机床的固有频率相同时,会发生共振,这不仅不利于保证加工精度,而且会对刀具及机床本身造成严重的破坏,因此有必要运用谐响应分析技术,对机床的动力响应作出

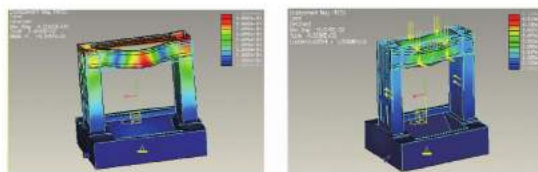
分析。通过模态分析,可以确定结构的固有频率,而固有频率和振型是结构设计中承受动态载荷的重要参数,了解结构本身具有的固有频率和振型,就可避免在使用中因共振因素造成不必要的损失;其次还能确定固有频率是否安全可靠,振型是否影响加工精度,根据此数据还可对机床床身相关的部件进行优化设计,使它满足机床对加工质量和加工精度的要求^[8]。



(a) 改进前; (b) 改进后

图8 旋风刀刀座刚性分析

应用Pro/Mechanica模块对该机床床身进行了模态分析,得床身前四阶固有频率分别为49.86Hz、57.80Hz、69.92Hz、91.34Hz,固有频率比较低(该机工作激振频率为2~16Hz),表现出焊接床身静刚度强而动态特性较差的特性。同时,从振型图可以看出,床身上部Y轴导轨横梁的振幅最大,刚度不够,如图9a所示。通过加厚横梁厚度,并在横梁底部增加两条加强肋,大大提高了床头架的动态刚度,如图9b所示。另外,根据机床特点采取床身底部封砂结构,提高了床身的阻尼,进一步改善了机床的动态特性。



(a) 改进前; (b) 改进后

图9 床身模态分析

四、结论

介绍计算机辅助工程技术、技术平台及其设计流程。以五轴数控刻楦机开发为例,介绍了基于Pro/E、Pro/Mechanism与Pro/Mechanica的机床精密设计、精确建模及模态分析方法。该方法具有以下特点:

(1) Pro/MECHANICA与Pro/E是无缝连接关系,

不存在数据转换问题,故其设计阶段的分析、优化高效、可靠。

(2) 通过加工运动分析,合理配置机床运动,运动仿真曲线可为控制策略的制定提供依据。

(3) 通过对床身的模态分析,算出了该床身的前四阶固有频率和振型,直观地分析了其动态性能和薄弱环节。

通过在五轴数控刻机设计中充分应用PRO/E的设计、分析模块的实践,充分证明了 Pro/E的高度集成度及其能满足数控机床设计分析的要求,是提高机床设计性能强有力的工具。

参考文献

- [1] 杨晓京,刘剑雄.基于虚拟样机技术的数控机床现代设计方法 [J].机械设计,2005,22(2):16-18.
- [2] 张耀满.高速机床若干关键技术问题研究 [D].沈阳:东北大学,2006:1-10.

- [3] 吴宝贵.基于仿真分析的复杂机械产品多学科设计优化方法研究 [D].大连:大连理工大学,2008:1-15.
- [4] CAE设计的分类及发展方向 [EB/OL].<http://wenku.baidu.com/view/6feff3da50e2524de5187ef4.html>.
- [5] 二代龙震工作室.Pro/Mechanica wildfire结构/热力分析 [M].北京:电子工业出版社,2008.4.
- [6] Xiaogen NIE, Yanbin LIU.Research and Development of the 5-axis Shoe Last NC Machine [J]. Advanced Materials Research, Switzerland, 2010, 139 (2010): 1869-1873
- [7] 戴磊,关振群,单菊林,等.机床结构三维参数化形状优化设计 [J].机械工程学报,2008,44(5):152-159.
- [8] 周晓玲,汪中厚.基于Pro/MECHANICA的深孔内圆磨床内圆磨具的精确建模及模态分析 [J].精密制造与自动化,2006,165(1):42-44.



HTK 机床和仪器设计制造的成功之路

Helmut Angeli

来自奥地利的Königswiesen的HTK与matec一样是如此的与众不同，都有一个共同点：永不妥协地为客户定制机床。这也就不奇怪了，近年来两家企业都与供应商和客户之间有如此紧密的关系。

Karl Hüttmannsberg是HTK机床和仪器制造股份有限公司的创立者和总经理，他用坚定的信念走上了独立创办企业的道路。他曾在很多岗位上工作过，最后的职位是技术总监，主要专注于传统机床的定制，同时Karl Hüttmannsberg认为传统的机床定制是行得通的，但是要使企业真正的成功，还应该有别的道路。他的想法是，一定还存在更好的经营理念。



未来解决方案的概念

他的企业规划是，为客户提供更多的东西，而不仅仅是产品。他对企业的设计是，客户不应该是旁观者，而应该投入到参与解决方案的设计中去。

从1995年开始创办自己的企业。这无论如何都是个大胆的冒险，因为开始时他只能在租用的厂房中制造几种传统机床。起初全部的收入都投资于数控机床的制造。当时，机器的价格起决定性作用。因此，他选择一款带有较长行程的台湾机型。他的信条一直都是：“在大机床上可以加工小型工件，但是反之，在小机床上却不能生产大工件。”

生产较长行程的机床是他的突然物长。在大型工件的加工领域，不仅可以减少竞争对手，还因为它的要求较高，更容易与客户建立起伙伴关系，这正好符合了公司的经营理念。在这种情况下，相对于小型机床来说，客户可以从设计到制造都参与其中。

产品质量是长期成功的关键

他很清楚，为了确保企业初期成功以及长期目标的实现，他必须尽快生产高效和先进的机器设备。同时，他说：“从一开始，我们的员工就尽可能的自我学习。今天我们的团队几乎所有的员工，都是在我们这里自学成才的。这是一个非常宝贵的财富，最终这些专业人才的知识和技能决定了产品的质量。”

他举了个例子：“在我们为慕尼黑的宝马R56设计车门样品时，以铝作为初期样本加工。这些门即

没有冲压模也没有连续制造，但是必须了解了基本的数据后，才能对各个功能组件进行测试。”

5年后，他将公司迁往Königswiesen并建造了新厂房。Karl Hüttmannsberg说：“如今我们已经有10台加工中心和2台车床投入生产。我们有4个CAD工作站和4个CAM许可证。此外，我们使用新型和高精密的加工中心生产一款线性驱动的动柱式龙门机床，这台加工中心可以完成特殊加工任务。拥有30千瓦的功率，主轴转速至18000r/min，行程10000×3500×1500mm，龙门架底端到工作台距离1300mm，使得我们可以为客户提供独特的制造解决方案，至少在我们的地区是绝无仅有的。同时，我们可以通过配备Tritop XL测量系统，对大型工件测量精确到0.015mm。”

在上文提到的龙门加工中心上贴有“matec”的标志，这是为什么呢。Karl Hüttmannsberg说：“作为替代我们也可以选择一家德国很有名的机床厂商的动柱机床，但是在多数情况下龙门机床需要更便宜的受力轴承，并且要能够在样机中5面加工自由转动。”他继续说道：“在这种情况下，matec绝对是我们的最佳选择，这是多么正确的决定，事实也是如此。我们的新客户对我们非常重视，就是由于我们能够生产这种机床。”

在不同行业中的应用，用户遍及世界

Bild 1 matec-30P具有令人印象深刻的尺寸，可以实现多种加工，只有很少的竞争者能生产这种机型对于matec和他的老板Erich Unger，从不吝啬赞美之词，当然我们也得到了Erich Unger相应的赞扬：“很少遇到一家制造企业，与HTK一样能够生产如此广泛产品。大多数企业都想生产尽可能类似的产品，但是在这里，工伯托盘上的工件从产品制造，到夹具制造，直至自由曲面的产品。”并且：“尤其耐人寻味的是，HTK生产的不仅仅是产品，同时还与客户一起开发最优化的解决方案。”Karl继续说到：“客户的产品一般都在我们这里进行设计。HTK能获得所有必要的信息，如数据，规格等。此外我们还开发了相应的CAD模型，并与客户一起对模型进行



检查和评判。如果通过检验的话，我们就会得到授权，然后投入生产。”

我们上面提到的龙门机床，就是matec-30P。Erich Unger说：“matec-30P能够在大的加工范围内保持高精度的快速进给。由于配备无级变速的2轴摆动头，这台机床具有高柔性的特点。在X轴和Y轴都使用直线电机驱动。”但是—典型的matec—没有标准机型。Erich Unger说：“在龙门机床的订单中，起决定性作用的不是它的尺寸，而是它的进给速度，所以我们从供应商处要求和购买的直线驱动电机，不是以速度来决定。简单的说，比如当我不需要100m/min的进给速度，而只要30m/min就可以的话，那么我只需要具有30%功率电机即可，逻辑上讲，我们所关注的就是所需的设备的功率和消耗。此外，通过重负荷驱动的直线电机更是具有运行安全和稳定的特点。matec-30P配有2个刀具库，每个刀具库可装载48把刀具，在龙门的右边还有一个随行的操作平台。工作台最大尺寸为10500×2600mm。

在介绍了matec-30P如此多的优点后，有一点可能会被大家忽略，那就是HTK制造的绝对不只有matec-30P，还包括matec的其它型号的机床。比如，最近出售的3台“Köngen制造”机床。此外除了生产具有绝对优势的龙门机床，这里还有30HVK和30HV compact。

大幅度缩短加工时间的 Tornos 多轴自动车床

Time gains thanks to innovative processing possibilities

ROBERT MEIER

工件日益复杂，越来越难于加工，自动车床制造商必须面对挑战，制造出功能更强的车床，同时提出了缩短研制周期和降低制造成本的要求。

需要车削的零件日益复杂，从而需要增加生产的投入，使零件制造商面临更大经济压力。材料价格的上涨和单件生产时间的延长是基本的成本的构成要素。

由于材料价格一般都是由市场决定的，因而影响成本的主要因素是生产时间。多轴自动车床，例如 Tornos 的 8×24 轴 Multi Sigma 自动车床，能够有效地降低加工成本，成为当前解决这一问题的技术方案。自动车床配备 8 根电主轴，每根电主轴都配有独立驱动系统，用户可以根据加工需要选择每根主轴的最佳速度。电主轴的另一优点



图1 所要车制的零件在形状和功能方面都越来越复杂，其解决方案就是采用多功能、柔性、多轴车床加工

就是其可以快速和精确地转位，所有位置均可编程，实现数字控制。机床本身不需要任何机械调整，并具有很高的柔性。

这八根主轴都允许用户分别操作，对多个零件进行车削。这样，一个较长的加工工步被分成若干短工步，从而明显提高了机床的零件通过率。每根主轴可用多把刀具，此处是用五把刀，进一步提高了机床的柔性。Multi Sigma 还装有一根倒立主轴，也配备了 5 把刀具，能够对工件的两侧进行完全加工。这不但缩短了加工时间，而且扩大了机床的应用范围，能够在不增加加工时间的条件下，加工更为复杂的工件。由于倒置主轴的加工可能会在所耗时间方面造成瓶颈，Tornos 在 Multi Sigma 上提供了可装第二倒置主轴（可用 5 把刀）的选项。同样可以分别对工件两侧进行加工，以缩短整个零件的总加工时间。

稳定的工作温度和适用于高精度加工的设计使 Multi Sigma 自动车床成为车削多种中等复杂零件高性能机床。这种自动车床的八根主轴使之可以加工更为复杂的零件。如加工较简单的零件，有经验的操作人员就可以给八轴自动车床按 2×4 的方式编程，倒置主轴可按 2×2 刀具编程。这样可以提高效率，从而使用户在加工时间方面获得更大收益。

骨科用螺钉的生产要求严

在螺纹加工方面，特别是骨科用螺钉（图3）的加工，通常是一种十分耗时的加工过程。而这种多轴自动车床机床正是以此目标设计的一种高性能、经济的解决方案。多轴自动车床特别适用于这类加工，但由于骨科用螺钉生产的复杂性，理论上用此类机床还很难完成此类螺纹的加工。



图2 Tornos八轴Multi Sigma自动车床可加工多种复杂零件，能大幅度缩短零件加工的循环时间

首先，生产质量要求工件不能有征毛刺。很多螺纹加工方法，例如螺纹轧和用车刀车制都无法达到要求的公差，因而无法达到其质量要求。此外就是所要加工的材料，例如钛合金和不锈钢，对机床、刀具及操作工人的要求都很严苛。这种螺钉的螺钉头形状更复杂，从而进一步加大了制造的难度。

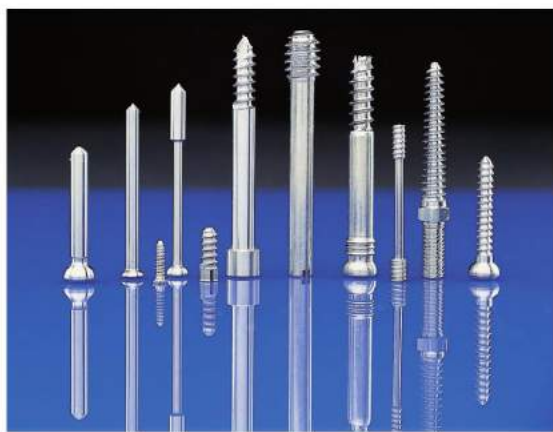


图3 骨科螺钉制造是很专业化的，质量要求严格，工件材料是对加工工艺的挑战

旋风螺纹车是一种特别适合加工螺纹的方法。这是一种耗时的加工方法，因而迄今为止还多采用单轴自动车床加工。Tornos 的工程技术人员认为将这种加工工艺从单轴引入多轴机床并不太复杂。事实上，为加工复杂工件而设计的机床的确能完成这种加工，不仅是螺纹，在某些情况下，还能加工更为复杂的螺钉头。为进行这种加工，Multi Sigma 多轴自动车床配有八根相互独立的电主轴以及一或二个倒立轴，每轴配五把刀具。

缩短加工时间的思路源于依据旋风车螺纹加工工艺，依据螺纹长度，可分二到三步完成。加工位置从一个螺纹转换到下一个螺纹段，不会出现问题，Tornos 的工程技术人员已经解决了这一问题。他们还实现了无缺陷的旋风车螺纹加工，即骨科螺钉无需后序加工。

大幅度缩短了骨科螺钉的加工时间

成效显而易见，采用 Multi Sigma 8×24 多轴机床加工骨科螺钉的加工时间只有单轴自动车床的五分之一。此外，在该车床上加工的骨科螺钉，

离开车床时就已是成品件。由于这种加工工艺还能提高车削零件制造商的响应能力，以前需要多台单轴自动车床才能完成的加工任务，现在只需一台多轴自动车床就能完成多种零件的加工。质量完全有保证。由于旋风车刀在机床运行过程中一直位于加工区中，其温度能保持恒定，从而可以保证均匀一致的加工质量。目前采用多轴自动车床的加工能力，五年前还是不可想象的。

无需停机的小批量生产

骨科螺钉正在走向标准化，随之会呈现系列化生产。用户通常都是将一大批零件的生产拆分成若干较小批量进行系列化加工，即螺钉规格相同，但只是长度不同。Tornos 的工程技术人员在设计过程中也考虑到了这种定货方式，为多轴自动车床配备了 CNC 挡块。这种解决办法，可以使用户为直径相同、长度不一的同型骨科螺钉加工编制加工程序，实现系列化加工。这样就可以向机床送入相同的棒料，实现小批量生产，而无需停机、更换刀具或装入新的加工程序。

这样，明显提高了生产的柔性。此外，无需中断生产过程就可以加工多系列的所有工件，使个生产过程保持相同生产条件。因而可以保证所加工零件的一致性。

应用不同外围设备可满足特殊的用户要求。Tornos 多轴自动车床可配备多种外围设备，使之按不同情况构成满足特定要求的机床。以骨科螺钉为例，经常会提出零件的传送要求。Tornos 备有多种适用于 Multi Sigma 机床的附件，可直接安装在机床上，无需任何适配改动。在加工不同长度的骨科螺钉时，如需采用交换工作台，一个交换工作台只装一种长度的工件，这样就不必在后续加工中来区分不同长度的工件了。

一台自动车床加工全族工件

虽然将 Multi Sigma 机床调整成螺纹旋风车，但仍保留了多轴自动车床的全部功能。因而，机床也可以用于加工其它医疗器械零件，例如脊柱多轴支架或切距螺钉。因此，零件制造商只用一台多轴自动车床就可以加工多种族类的零件。

德国机械成为未来工业的重点

2011年7月，德国联邦外贸与投资署出版了新的行业纵览—机械与设备工业。

德国联邦贸易与投资署最新出版的行业纵览中，介绍了德国最大的，最具创新性的行业—机械与设备。在此报告中提出：未来三年，德国将制造14个电气化动力系统和尖端电池技术的新车型。75%德国制造的风力涡轮机用于出口。德国已拥有世界上最高的机械与设备出口的份额，为此它成为顶尖的投资地以帮助企业进入全球获得未来技术的市场。事实上，在32个该行业的细分行业中，德国有17个成为全球的领导者。

德国联邦外贸与投资署的驻华代表韩佩德说：“德国的机械制造在全球享有盛名。‘德国制造’的品牌标志着质量与创新。为此一些如三一重工等机械制造型企业已经落户德国。”

德国的机械与设备工业在2010年达到1730亿的营业额，继续成为欧洲最强的工业。该行业在2010年的增长达7.5%，比预计的高出两倍。2011年预计增长将超过14%。该行业占到出口总额的19.1%，排在美国与日本之前，并占有全欧洲三分之一的专利申请。

韩佩德认为：“目前是投资德国的最佳时期。随着国内市场的蓬勃发展，快速进入全球高增长的市场，以及杰出的研发环境，使得德国成为中国投资者未来顶级的投资生产地。”

德国联邦外贸与投资署是德国联邦政府对外贸易和对内引资的机构。该机构为希望进入德国市场的外国公司提供咨询和支持，并协助在德国成立的企业进入外国市场。



海德汉推出全新 TNC 数控系统和测头

德国海德汉公司将在 EMO2011 汉诺威展会上首次推出全新 TNC 640 数控系统，用户不仅能用它进行铣削加工还能进行车削加工。这就是，将在今年的 EMO 展会上首发。TNC 640 是海德汉第一个同时允许用户在铣床上进行车削加工的铣削数控系统。也就是说这个海德汉数控系统能完成复合加工任务。与所有其它 TNC 数控系统一样，用户不需要重新学习。使用该控系统时，已有的知识全部有用。与铣削加工编程一样，也用简易语言编程所有车削加工程序。车削功能全部基于已有知识：许多海德汉车削数控系统中的循环全部在全新 TNC 640 数控系统中。因此，用户可以继续使用现场充分验证的车削功能。

TNC 640 的用户界面进一步改善，用户编程时更灵活，功能显示更完善，状态信息更明了。

TNC 640 还引入了全新控制系统设计。今后，TNC 以及 MANUALplus 和 CNC PILOT 车削数控系统



都将配现代化的不锈钢面板。海德汉的键盘面和显示器边框全部用防指纹设计，清洁更容易。全新 19 英寸彩色平板显示器引人注目，是 TNC 640 的标配设备，也是 iTNC 530 的选装设备。

全新 TS 460 和 TT 460 是第一批用红外线或无线电发送触发信号的测头。因此，用户可得到更大传输范围和更快信号传输速度。

