

展览会信息 Exhibition

- 20 第六届中国数控机床展会(CCMT2010)圆满成功
- 25 “创新发展高层论坛”大获成功
- 29 从CCMT2010看数控齿轮加工机床的快速发展
Rapid Development of CNC Gear Cutting Machinaes viewed from CCMT2010
- 39 来自米兰国际机床展览会的一些重要信息
Some important information from EMO 2009 MILANO
- 46 走马2010台北国际数控工具机暨制造技术展,尽揽台湾机床工业之实力
Review of 2010 Taipei CNC Machine Tool & Manufacturing Technology Show

产销市场 Production & Marketing

- 48 2009年中国机床市场需求分析(二)
Analysis on China's machine tool market in 2009
- 54 能源装备工业设备需求分析

经贸要闻 Economic & Trade Focus

- 61 China focuses on eliminating outdated capacity in industrial structure improvement
中国解决产业结构问题从淘汰落后产能入手
- 62 China foreign trade warming up, but still in cold weather
中国外贸乍暖还寒
- 63 Provisional administration measures on taxation of resident offices of foreign enterprises
外国企业常驻代表机构税收管理暂行办法

相关产业 Correlative Industries

- 66 面向模具行业的全面计量解决方案

企业风云 Enterprise Features

- 68 武汉重型机床集团有限公司建立能源装备与机床制造机制
Super heavy CNC lathe turning parts with weight up to 500t
- 70 创新驱动 提升品质
- 71 依托技术和服务 海天精工瞄准中高档机床
- 72 济南二机床集团:发展现代制造服务业,促进企业做大做强
- 75 德玛吉谋划进入超大型机床市场

精品推介 High Quality Products

- 77 中国数控机床展览会(CCMT2010)“春燕奖”获奖机床
- 81 重庆机床新一代干切滚齿机亮相CCMT2010

数据控与软件 CNC & Software

- 82 BP神经网络在数控系统故障诊断中应用
Application of BP in CNC diagnoses

产品与技术 Products & Technology

- 85 金属切削液的合理使用
Rational use of cutting fluid
- 90 现代位移感测器有命名及其中英文译名——质疑国标GB/T17164-2008
- 92 CW61100B/8米卧式车床对接床身联接设计计算
- 94 液压橡胶密封件的结构性能及使用
On the structure of hydraulic properties rubber seals and the use

业界动态 Trends

- 45 路甬祥副委员长肯定重庆机床绿色再制造发展模式
- 60 Renishaw 荣获2009年度Gildemeister供应商奖
- 89 重庆机床集团再次折桂重庆市科技进步一等奖

欧洲生产工程 EPE

- 102 HSK提高了车削精度
Chasing every last micron
 - 104 深入到工艺的核心
Getting to the core of the process
-
- 100 广告客户索引



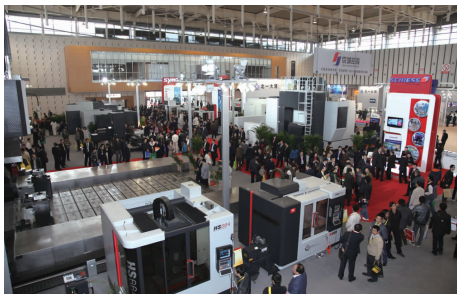
由中国机床工具工业协会主办、中国机床工具工业协会和南京河西会议展览有限责任公司共同承办的第六届中国数控机床展览会（简称 CCMT2010），于 2010 年 4 月 16 日在南京成功落下帷幕。

本届 CCMT 展会是首次在南京举办，在主承办方的共同努力下，经过主办方各部门的精心组织，CCMT2010 展会成为历届 CCMT 中规模最大、展品水平最高、创新成果最多、观众最踊跃的一届盛会。

中国机床工具工业协会常务副理事长吴柏林主持开幕式并致欢迎词，南京市副市长陈刚在开幕式上致辞，中国机械工业联合会会长王瑞祥宣布 CCMT2010 展会开幕。中国机床工具工业协会当值理事长关锡友、轮值理事长张志刚、龙兴元、黄照等 16 位嘉宾为开幕式剪彩。

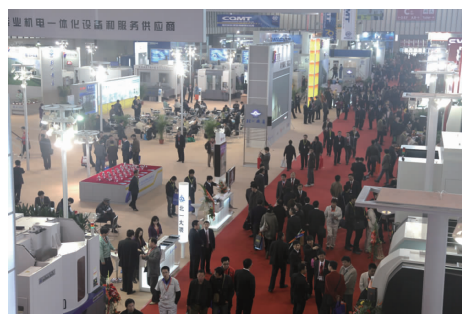
一、规模和人气创历届之最

创办 10 年来，CCMT 伴随着机床行业的快速发展而不断壮大。展会创办之初的第一届展商数仅 244 家、展出面积 15800m²。而今天的 CCMT2010 展览会吸引了国内外 700 余家企业参展，国内知名机床工具企业悉数到场。本届展会占用了南京国际博览中心全部 6 个展馆外，还占用了 3 个登录厅，展出面积达 78000m²，创 CCMT 历史之最。



展会现场场面火爆

随着行业的进步和发展，CCMT 的展品范围不断扩大，水平不断提高。正值中国经济企稳向好之际开幕的本届展会，展品种类、规格齐全，800 余台套整机和大型量仪展品涵盖了我国机床产业的主要产品范围。充分展现机床工具行业在产品 and 产业结构调整、满足国家重点用户领域发展需求方面做出的努力，为推动机床行业的快速发展做出了重要贡献。



展会现场场面火爆

在 4 月 12-16 日的 5 天展期中，共有来自国内外的专业观众近 11 万人次参观了 CCMT2010 展会。这一数字也成为 CCMT 历届参观人数之最。

二、展品亮点缤纷展现

CCMT2010 展会上的机床主机展品，竞相展示机床工具行业调整振兴和应对金融危机的最新成果，集中体现以下几个特点：

1. 国产数控产品水平再创新高

一批高性能五轴联动机床，高速、高精复合机床，大规格、大尺寸、大吨位机床踊跃参展。展品中有五轴联动机床 50 多台，复合机床 10 多台，柔性制造系统 4 套。数控系统及机床配套件产品在性能和可靠性等方面都有新的突破和提高，如南京工

艺装备制造有限公司、汉江机床有限公司、山东博特精工股份有限公司展出的高速、重载、精密滚动功能部件，华中数控股份有限公司展出的高性能数控系统，填补了国内空白。这些展品代表了当代机床工具产品的最新技术发展方向，也体现了我国机床制造业在产品结构调整方面取得了可喜进步。



沈阳机床的 GMC4080wmh 动梁龙门移动式加工中心

2. 自主创新硕果累累

在本届展会上，沈阳机床集团展出的 25 台数控机床均为全新产品。沈阳机床产品经过升级换代，发生很大变化，不仅外观更加宜人，性能、精度也得到很大提高。北京第一机床厂展出的 CHA5830 定梁双柱龙门车铣中心，四轴联动，具有强力切削功能，工作台扭矩达到 1500Nm，转速可达 70r/min，可实现以车代磨。大连光洋科技工程有限公司展出了自主研发的先进的总线式数控系统和高性能功能



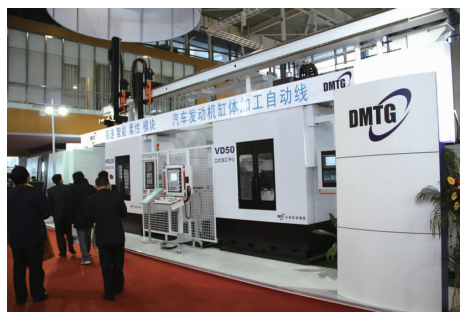
北京第一机床厂的 CHA5830 定梁双柱龙门车铣中心

部件。杭州机床集团有限公司展出的立式双端面磨床，效率高，加工直径 280mm 的工件，平行度可达 2μm。青海华鼎实业股份有限公司（青海华鼎重型机床有限责任公司）展出的高速卧式加工中心，四轴联动，采用电主轴，中空冷却丝杠，刀到刀换刀时间 2.5s，主轴转速 12000r/min，快速移动速度 48m/min。江苏金方圆数控机床有限公司和江苏扬力集团有限公司都展出了冲剪复合生产线。汉江机床有限

公司消化吸收了英国赫尔伊德的技术，自主开发出的外圆磨床和螺杆转子磨床，在精度性能方面仅次于斯图特公司的产品。湖南中大创远数控装备有限公司展出了世界最大的弧齿锥齿磨齿机 YK20160，最大可加工直径 1600mm，可加工 5 级精度齿轮。大族激光科技股份有限公司展出的光纤激光切割机，激光功率高，耗损小，能量集中，可切割有色金属材料。上海团结普瑞玛激光设备有限公司展出了五轴激光切割机。

3. 满足重点需求展品引人注目

行业在抗击金融危机的过程中，全面贯彻落实转变经济发展方式的精神，根据市场需求，开发了大批满足市场需求，尤其是重点用户需求的产品。如，沈阳机床集团针对核电、风电以及船舶工业的需求，开发了龙门镗铣加工中心、落地镗、深孔钻等机床。大连机床集团为满足汽车行业大批量生产的需求，开发了汽车缸体生产线 D-01X 以及柔性制造岛 DL20MS。北京第一机床厂开发了汽车刹车片专用机床 XH564。济南二机床集团有限公司开发的龙门铣床 XH2125X40，可满足风力发电机支架的加工要求。齐齐哈尔二机床（集团）有限公司展出的缠绕铺带机，可满足航空航天以及国防军工的特殊需求。四川普什宁江机床有限公司展出的高速精密加工中心，满足了国内汽车、航空航天等行业的高精度需求。



大连机床的 D-01X 无人自动线

4. 部分重大专项成果首次亮相

高档数控机床及基础制造装备科技重大专项的实施，极大地激发了行业技术创新的积极性。一批重大专项成果在本次展会上首次亮相。如青海华鼎的高速卧式加工中心，北京第一机床厂的五轴双摆角铣头，齐齐哈尔二机床（集团）有限公司的铺带机，重庆机床集团的高效铣齿机 YKX39320，北京第二机床厂有限公司的双砂轮随动曲轴磨床 B2-

K1018, 武汉重型机床集团有限公司的超重型卧式车床等。四川长征机床集团有限公司展出的高速、高精立式加工中心 AVCP1200H, 快移速度 60m/min, 主轴转速 24000r/min, 丝杠采用中空冷却丝杠, 精度高, 定位精度达到 4 μ m, 重复定位精度 2 μ m, 还有上海机床厂有限公司的超重型精密数控轧辊磨床。



齐二的 SKPC2502000 数控铺缠机



重庆 YKX39320 数控高效铣齿

5. 重型机床进入发达国家市场

近期, 机床出口产品不断调整, 一批中高档数控机床产品进入工业发达国家机床市场, 如济南二机床集团有限公司展出的压力机类产品已全面进入美国通用汽车公司。北京第一机床厂展出的龙门镗铣等产品已出口韩国。武汉重型机床有限公司展出的重型机床类产品已出口到英国、日本、法国、韩国等工业发达国家。

三、行业活动精彩纷呈

展会期间, 中国机床工具工业协会及多家相关政府机构组织了多场重要行业活动, 以不同形式、从多个角度深入展现中国机床工具行业金融危机以来发生的深刻变化和取得的丰硕成果。不仅体现了相关部门对国产数控机床的大力支持, 更是对近几年国产机床迅速发展的充分肯定。这些行业活动和展会紧密结合、相得益彰, 成为促进行业发展和供

需结合的助推器。

1. CCMT2010 创新发展高层论坛

2010 年 4 月 11 日 8:30 至 16:30, 由中国机床工具工业协会主办, 在南京国际博览中心内的金陵会议中心扬子厅举行了“CCMT2010 创新发展高层论坛”。有来自国内外业界及用户领域的企业家、专家、学者、中高级管理者、中高级专业技术工作者等 200 余人参加了论坛。

中国机床工具工业协会吴柏林常务副理事长发表热情致辞。论坛特别邀请了工业和信息化部装备工业司张相木司长发表重要讲话。来自全球业界 9 家企业的高层代表发表了各具特色的演讲。主持人耿良志执行副理事长对每一场演讲的点评精准到位, 使演讲内容得以升华, 收到非常好的效果。参会者在会后纷纷表示, 本届论坛选题和定位准确, 演讲嘉宾准备充分、水平高超, 使大家很受启发。论坛成为第六届中国数控机床展览会的巨大亮点。

2. 先进会员企业和春燕奖评选颁奖仪式

2010 年 4 月 12 日晚上 19 点, 在南京国际博览中心内的金陵会议中心中华厅, 在开幕晚宴上举行了先进会员企业和春燕奖评选颁奖典礼。这是展示和评定会员企业科技创新、自主开发成果的重要活动, 旨在激励企业重视产品开发与自主创新, 积极研发和制造市场急需的产品, 精心培训品牌, 提高产品质量, 增强企业核心竞争力。2009 年度共评出 41 家企业分别获得“自主创新”、“数控产值”、“产品销售收入”、“产品出口”、“综合经济效益”和“精心创品牌”等 6 项“十佳企业”荣誉称号。CCMT2010 展会中, 有来自 38 家企业的 58 个展品获得“春燕奖”, 仅沈阳和大连机床集团两家就有 15 项展品获奖。



先进会员企业颁奖仪式

3. 军工行业与能源装备领域国产数控机床应用座谈会

2010 年 4 月 12 日下午, 由国家发改委、工信部、国家能源局、国家国防科工局主办, 中国机床工具工业协会承办的军工行业与能源装备领域国产

数控机床应用座谈会，在南京金陵江滨国际会议中心酒店举行。座谈会以“合作、创新”为主题，结合“十一五”规划末年国产数控机床在军工行业与能源装备领域的运用所取得的卓越成效，研究探讨数控机床行业在“后危机时代”的发展之路。国家发改委国民经济动员办周建平主任、工信部装备工业司张相木司长、国家能源局能源节约与科技装备司李冶司长、国家国防科工局发展计划司龙洪山副司长、中国机床工具工业协会吴柏林常务副理事长等领导出席了座谈会。



军工行业与能源装备领域国产数控机床应用座谈会

4. “机床行业海外并购暨优势产能走出去”企业座谈会

2010年4月14日，由国家商务部主办，中国机床工具工业协会承办的“机床行业海外并购暨优势产能走出去”企业座谈会，在南京国际博览中心内的金陵会议中心召开。商务部宋和平巡视员、国务院发展研究中心吕刚副处长、中国机床工具工业协会于成廷名誉理事长、王黎明执行副理事长等出席会议并讲话，北京第一机床厂等我国机床工具行业9家海外并购企业的高层领导参加了会议，并介绍并购经验和并购后的企业经营情况。

5. 多场技术交流讲座

2010年4月12日至16日，在南京国际博览中心内的金陵会议中心举行了26场技术交流讲座，其中外资企业11场，境内企业15场。从参加讲座境内外企业的比例看，境内企业参加讲座的比例在逐年提高，说明境内企业产品与技术水平有所提高，对技术交流讲座也越来越重视。参加技术讲座的听众达1600多人次，平均每场60多人次，很多场讲座听众爆满。

四、社会各界异常关注

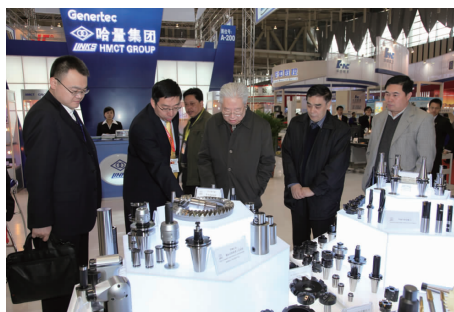
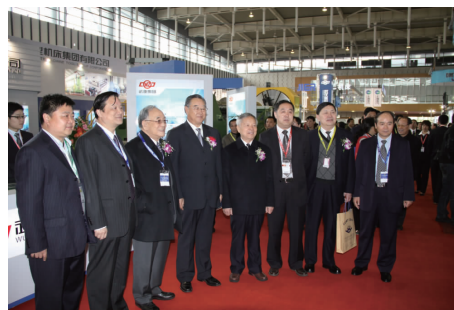
本届展会的举办得到了业界的热情参与，并吸引了社会各界的异常关注。国家发改委国民经济动

员办主任周建平、国家工信部装备工业司司长张相木、国家发改委国民经济动员办副主任申少滨、国防科工局发展计划司副司长龙红山、国防科工局军工项目审核中心副主任郑鹏，国家商务部、财政部等有关部门的领导，中国机械工业联合会会长王瑞祥，原机械工业部老领导何光远、贾成炳，中科院



中国机床工具工业协会常务副理事长吴柏林陪同工信部装备司司长等领导参观展会

院士徐性初等机械行业老领导、老专家都莅临CCMT2010展会，出席了开幕式或展会相关活动。应邀出席开幕式的嘉宾还有，来自全国23个省市的领导 and 用户代表，以及来自美国、英国、西班牙、韩国、意大利、瑞士和中国台湾等7个国家或地区的境外协会代表。



中国机械工业联合会领导和原机械工业部老领导参观展会

展会期间，黑龙江省副省长王玉普专程来到CCMT2010展会，中国机床工具工业协会常务副理事

长吴柏林、执行副理事长耿良志、哈尔滨量具刃具集团有限责任公司董事长魏华亮等热情接待了王副省长，并陪同参观。王玉普副省长对展品的技术水平和市场情况很感兴趣，对机床工具行业的发展现状和前景、打造行业整体优势、加强企业核心竞争力、企业走出去战略等问题也很关心，并与吴柏林常务副理事长进行了交流。

2010年4月14-15日，原机械工业部副部长陆燕荪在中国机床工具工业协会名誉理事长于成廷和有关部门代表陪同下参观了CCMT2010展会。陆燕荪充分肯定了行业近几年的发展，同时也指出要重视数控机床主机、功能部件和数控系统的协调发展。陆部长还希望机床协会利用自身优势和现有平台，积极组织行业企业参与行业发展规划和科技重大专项实施管理工作。



中国机床工具工业协会常务副理事长吴柏林
向专程到访的黑龙省副省长王玉普介绍
CCMT2010展会

展会期间，江苏省委常委、南京市委书记朱善璐在市委秘书长刘以安和有关部门负责人陪同下来到CCMT2010展会，与中国机床工具工业协会常务副理事长吴柏林、执行副理事长耿良志、副秘书长毛予锋等协会领导进行了友好会见和交流。朱书记对展会的成功召开表示祝贺，并希望CCMT展会能够长期落户金陵。



江苏省委常委、南京市委书记朱善璐协会领导进行了友好会见和交流，希望CCMT展会
能够长期落户金陵

各级各地媒体也对CCMT2010展会和机床工具行业表示了极大关注。展会期间，新华通讯社、中央电视台、《经济日报》、等中央和地方媒体，如江苏电视台、南京电视台、《南京日报》、《扬子晚报》等南京当地或周边主流媒体以及各专业媒体都亲临CCMT2010现场进行采访和报道。

以上充分表明，中国数控机床产业作为国民经济和国防军工的战略性基础产业，得到了国家政府部门的高度重视。中国机床工具行业近几年的快速发展，和作为中国机床工具行业发展“风向标”和“晴雨表”的中国数控机床展览会，引起了社会各界的极大关注。

四、CCMT展会的影响力

CCMT展会创办于2000年，逢双年举办。其办展宗旨是，贯彻落实国家数控机床产业发展和振兴策略，培育国产数控机床市场，促进国产数控机床新品开发，推动国产数控机床产业化进程。CCMT是展示中国数控机床、刀具和机床配套产品规模最大的专业展览会，国内主要的数控机床、刀具和配套产品生产企业都将参展，参展商具有广泛代表性。CCMT已成功举办五届，在国内外具有相当高的知名度。

中国机床工具工业协会始终把展览会组织工作与行业发展紧密联系在一起，CCMT紧跟国家政策的走向和行业发展的脚步，充分展现了我国数控机床的最高水平和最新发展动向，被誉为我国数控机床产业发展和变化的“风向标”和“晴雨表”。在CCMT展会，可以看到中国机床工具行业自主创新的最新成果和满足用户需求、落实国家相关政策的努力结果。

进入21世纪以来，中国机床工具行业持续快速发展，全行业每年开发新产品数百项，一批关键技术获得重大突破，为航空航天、国防军工提供了一批高质量的大型、精密数控机床，为汽车、摩托车、家用电器行业等提供了以数控机床为主体的高效柔性专用生产线，为国家重点工程提供了一批国产多坐标数控机床成套设备。CCMT展会在机床制造企业和用户之间搭建了良好而有效的技术交流、经贸洽谈和设备选购的平台，将供需双方紧密联系在一起。□

“创新发展高层论坛”大获成功

中国机床工具工业协会



第六届中国数控机床展览会（CCMT2010）开幕前夕，中国机床工具工业协会成功举办了“CCMT2010 创新发展高层论坛”（2010年4月11日在南京国际博览中心内的金陵会议中心），来自国内外业界及用户领域的企业家、专家、学者、中高级管理人员、中高级专业技术工作者等200余人参加了论坛。



论坛由中国机床工具工业协会执行副理事长耿良志主持，中国机床工具工业协会常务副理事长吴柏林发表致辞。论坛特别邀请了工业和信息化部装备工业司张相木司长发表重要讲话。来自全球业界9家企业的高层代表发表了各具特色的演讲。

中国机床工具工业协会常务副理事长吴柏林在致辞中热情介绍了受邀在此次高层论坛进行演讲的嘉宾，代表主办方对演讲嘉宾表示感谢，并对参加本次论坛的所有来宾表示欢迎。

吴柏林在致辞中表示，值此“三年振兴规划”实施一年，国家各项拉动政策逐步落实，企业自主创新、结构调整取得初步成果的时候，本次论坛紧密结合“展示自主创新成果，推动产业振兴升级”的展会主题，相互沟通和交流，探讨行业加速结构调整、促进发展方式转变的思路。对于金融危机后所需要面对的重重危机和挑战，吴柏林相信，在全行业的不懈努力下，在政府有关部门和各领域用户的关心和帮助下，借CCMT2010的良好契机，我国机床工具行业一定能够以全新的面貌迎接后危机时代的到来。



工业和信息化部装备工业司司长张相木，就装备制造业发展现状和相关政策进行了解读，紧扣“十二五”政府规划内容，阐述了我国装备制造业在今后发展阶段所需面临的形势。



他说，目前我国装备制造业发展速度较快，装备制造产业规模较大，整体水平进步较快，有一大批自主创新成果投入生产，品牌和品牌的知名度也在提高，但缺乏全球的知名品牌和高端产品的核心竞争力。对于目前所面临的形势，张相木认为，机遇和挑战并存。全世界的供给和需求结构都面临调整压力，我国装备制造业要从“制造大国”向“制造强国”转变。各个行业都在进行转型升级，节能减排工程的实施，给我们提供了新的市场空间，世界经济发展的新格局、新变化和一些新趋势，为我们装备工业“引进来，走出去”创造了一些条件。外部环境的深刻变化，客观上要求我们加快结构调整，转变发展模式。

中国机床工具工业协会轮值理事长、济南二机床集团有限公司董事长、总经理张志刚，以“创新，引领企业快速高效发展”为题，首先进行演讲。他认为，创新是企业快速高效发展的源动力。



自主创新能力是国家竞争力的核心，是统领国家未来科技发展的战略主线，也是社会进步的重要体现，是企业保持活力的一个重要途径。作为为国民经济各行业提供技术装备的基础和战略性产业，装备制造业承载着推动创新、引领技术进步的责任与使命。在形势严峻、竞争激烈的情况下，济南二机床以“打造国际一流机床制造企业，塑造国际知名品牌”为目标，坚持“技术创新、机制创新、管理创新、营销创新”，结合国家振兴装备制造业的重点领域和目标要求，坚持以市场为导向，积极调整产品结构，将承担国家重大科技专项与提升企业素质、增强综合竞争力密切结合，大力加强研发能力建设，密切与用户的沟通交流，以高新技术产品和优质服务，实现重点领域市场营销的新突破。

中国机床工具工业协会轮值理事长、武汉重型机床集团有限公司董事长、党委书记黄照，就“坚

持技术创新，加快产品结构调整，促进产业技术升级”进行了精彩演讲。

他认为，面对金融危机，企业必须积极调整产品结构，不断提高产品技术水平，满足市场需要，这是决定企业生存发展的关键。重型机床行业之所以在此次金融危机中仍能保持一定的增长幅度，一方面是受益于国家产业政策拉动以及宏观经济调控的积极影响，另一方面也有企业积极调整产品结构、坚持自主创新不断发展的成果。

黄照介绍了武汉重型机床集团在调整产品结构、促进产业技术升级方面为行业的发展做出的重要贡献和产生的积极影响，从而使得企业获得了持续发展的良好效果。他认为，必须走“两化融合”的发展之路，才能顺应和满足重型机床技术发展的需要。



重庆机电股份有限公司执行董事、副总裁廖绍华，以党的“十七大”报告中所提到的“两化融合”为中心，与参会嘉宾分享了重庆机床集团积极探索企业“两化融合”之路取得的成功经验和不菲业绩。



“两化融合”，即信息化与工业化融合，走新型

工业化道路。大力推进“两化融合”，不仅是装备制造业应对国际金融危机的重要措施，更是装备制造业加快转型升级、实现调整振兴的一次重大历史性机遇。在此背景下，将先进的信息技术与传统技术融合，从而推动产业升级，已成为企业当前的工作重点和难点。廖绍华认为，创新与融合，就像产业升级的左右手，在某种程度上，是创新推动了融合的发展。要用创新的态度来推进工业化和信息化的融合。坚持自主创新，落实“两化融合”，是重庆机床集团多次与处于国际领先水平的竞争对手同台竞争并获胜的关键。



约翰内斯·海德汉博士（中国）有限公司 CEO 兼总经理贾江扬结合了公司所走过的 121 年历程做了精彩的演讲。他将海德汉公司的成功发展归纳为四个词：即“专注、领先、制度、人才”。“专注”可以说是最大的法宝。在光刻和数控系统制造领域，海德汉拥有多项技术专利，推动了世界光刻和数控系统制造技术不断向前发展。“领先”的关键在于提供技术最领先的产品。贾江扬强调，海德汉非常重视研发，没有创新，就意味着落后。“制度”是发展的保证，成功的基金会管理模式为公司的飞跃奠定了基础。“人才”是公司立于强者之林的根本，海德汉极为重视高素质人才的培养。总结起来，他说，海德汉赖以发展的这四点凝聚成了一个词——创新。正是专注的态度，严谨的制度，优秀的人才和对技术的渴求，形成了对创新的不断投入和发展，从而造就了海德汉的百年基业。

沈阳机床（集团）有限责任公司董事长、总经理关锡友的演讲，介绍了沈阳机床在成功抵御金融危机中，通过采取抢市场、调结构、促创新、细管理、抓机遇等一系列积极措施，使得沈阳机床基本完成了保增长的目标。企业在结构调整和自主创新方面取得了新的进展，在老产品升级换代、新产品



研发、关键技术攻关、创新能力建设等方面开展了大量工作，并取得了一些成果。随后，他介绍了沈阳机床集团未来 6 年“两步走”的发展规划，谈到了集团的发展思路、总体目标、发展格局及拟采取的主要措施。他相信，加速结构调整和自主创新是企业在应对金融危机的大潮下乘风破浪的关键，是企业谋求长远发展、可持续发展的根本。

北京第一机床厂厂长崔志成，在演讲中首先强调“战略”二字。他认为，企业创新发展的成功关键在于，“强化战略思维，加强战略管理；坚持聚焦战略，调整产品结构；实施战略协同，助推内外共赢；实施内部重组，助力新的跨越。”



崔志成说，2010 年，中国经济在调整结构、转变发展方式方面的压力日益增大，企业面临着宏观形势多变、自身发展受到制约、市场竞争更加激烈的局面。为此，北京第一机床厂将继续锐意创新，提升品牌，做精做强，稳健发展，努力成为具有全球竞争力的服务供应商，努力承担“做装备工业脊梁”的社会责任，为中国机床行业做出自己应有的贡献。

哈尔滨量具刃具集团有限责任公司董事长、总经理魏华亮的演讲，介绍了该公司在加快产品结构调整，推动转型升级，促进企业发展方面的体会。



他说，在国家实施振兴东北老工业基地战略方针的鼓舞下，哈尔滨量具刃具集团勇敢面对新挑战，抓住机遇，通过体制创新、机制创新、管理创新、科技创新，不断增强企业活力，使企业成功走出了世界金融危机给整个行业带来的阴影。魏华亮说，企业将持续调整优化产品结构，重点发展高精度、高可靠性的精密量仪、数控刀具、数控机床及关键功能部件等产品；巩固和完善量大、面广的常规量仪、数控刀具等产品的市场地位；进一步扩大量具刃具产品的市场占有率；继续保持国内同行业领先地位，致力于将哈尔滨量具刃具集团打造成为具有较强国际竞争力的企业集团。

烟台环球机床附件集团有限公司董事长、总经理张万谋的演讲，以“抓住机遇，乘势而上，建设数控功能部件产业化基地”为题，同在场嘉宾分享了公司在大力推进产业化基地建设方面采取的有效措施和取得的成功经验。接着，他介绍了公司在创



新研发方面取得的成果和经验。他说，公司从2008年开始建设“数控机床附件工程研究中心”，聘请大专院校、科研院所、重点企业多名专家成立专家委员会，探索了一条产、学、研、用相结合的新思路。同时，紧跟市场需要，坚定不移地开发新产品，产品始终保持旺盛的生命力。

张万谋表示，在国家相关政策的支持下，公司将不断自主创新，致力于建设成为国家数控功能部件研发、生产基地，并将向更高、更远的目标迈进，实现更好、更快的发展。

博世力士乐中国电子传动与控制业务单元总经理刘天鹏的演讲，介绍了先进的力士乐高能效理念和数控机床的解决方案。他介绍说，力士乐是集“汽车技术、工业技术、消费品和建筑智能化技术”为产业核心的知名集团，拥有国际先进的高能效理念，对此，刘天鹏概括为四点，即“高能效元件、能源再利用、按需使用能源、能源系统优化设计”。通过这些技术的开发和运用，大大减少能耗，提高产品工作效率，真正做到“高能效”。而力士乐之所以能立足于中国市场，主要的成功秘诀在于“创新型产品”。刘天鹏感言道，“每一个贡献都有价值”。即不同技术的结合才能实现更高的能效目标；更高的能效意味着投资能够在更短期内得到回报；价廉产品实现的是一次性的节约，而高效产品每天都会给你回报；提供的解决方案及技术支持贯穿设备的整个生命周期。



主持人耿良志执行副理事长对每一位演讲嘉宾的发言和他们的企业都进行了精准的点评，使演讲内容得以升华，收到非常好的效果。很多听众在会后都表示，本届论坛选题和定位准确，演讲嘉宾准备充分、水平高超，从他们的演讲中确实学到了很多新的理念和观点，很有启发。论坛以“创新发展”紧扣展会主题，与高档次展会和高水平展品相得益彰，成为第六届中国数控机床展览会的巨大亮点。

由于会场条件及举办地限制，很多对此很感兴趣的企业管理与工程技术人员未能出席，为满足这些读者的需要，本刊将在今后的几期中陆续刊出相关演讲的全文。

从CCMT2010看数控齿轮加工机床的快速发展

Rapid Development of CNC Gear Cutting Machines Viewed from CCMT2010

王红利 钟晓玲

(陕西秦川机械发展股份有限公司技术研究院)

第六届中国数控机床展览会(CCMT2010)于2010年4月12-16日在南京国际博览中心隆重举行。展会集中展示了代表当代机床工具技术发展方向以及我国数控机床产业高速发展的最新产品和技术。本届展会,各类齿轮加工机床展品众多,尤其是大规格齿轮加工机床,争奇斗艳,给观众留下了很深的印象。下面将详细介绍本届展览会上展出的数控齿轮加工机床。

1 磨齿机

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

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

本届展览会展出的数控成形磨齿机可以磨削最大齿顶直径4000mm。陕西秦川机床工具集团有限公司、齐重数控装备股份有限公司、湖南中大创远数控装备有限公司等展出了磨齿机。

陕西秦川机床工具集团有限公司展出的YK7332A数控成形砂轮磨齿机(图1),主要集成了

成形磨削专家系统,开发了成形砂轮计算软件;采用了成形砂轮数控修整技术和高效率高精度高刚性成形磨齿结构设计,可适用于汽车、航空、机床等行业齿轮加工,特别适用于对齿形有修形要求及对齿根、齿顶过渡部分有特殊要求的高精度齿轮和多联齿轮的加工。另外该机床还可磨削如油泵转子、高精度花键和螺杆泵的螺杆等零件。其主要性能指标国内领先,达到国际先进水平。

YK7332A数控成形砂轮磨齿机获中国机械工艺科学技术奖一等奖、中国机械工业科学技术奖二等奖和陕西省科学技术三等奖。



图1 YK7332A 数控成形砂轮磨齿机

YK7332A数控成型砂轮磨齿机,可加工直径30mm~320mm,法向模数1mm~10mm,螺旋角 $\pm 45^\circ$,齿宽不超过600mm的齿轮,砂轮线速度30m/s~50m/s,砂轮架最大走刀行程1050mm,砂轮架最大进刀行程250mm,磨削精度达到GB/T10095.1-2001标准4级精度。

齐重数控装备股份有限公司展出的YK73400L数控成形磨齿机(图2),最大可加工直径4000mm,最大模数40mm,螺旋角 40° 的齿轮,最大齿形深度

100mm, 既可采用普通砂轮, 也可采用 CBN 砂轮, 适用于渐开线直齿轮和斜齿轮的高精密磨削以及齿形、齿向的特殊修形, 主要加工满足高质量传动系统的高精度齿轮加工要求。机床工作台采用水冷式力矩电机直接驱动, 传动快速、准确。角度定位由 36000 线圆光栅控制, 磨削主轴采用德国进口水冷式 45kW 电主轴磨头, 并带有自动平衡系统; 磨削主轴端、径跳 ≤ 0.002 mm。采用双滚轮修整系统, 在砂轮两侧配有两个独立金刚石滚轮。修砂轮的齿形高度不受限制, 修整砂轮路径短, 时间快。工作台转速可达 67 r/min, 可缩短校正时间和分度时间。机床具有工件自动测量、磨削量自动分配等先进功能, 具有高精度、高效率的特点。

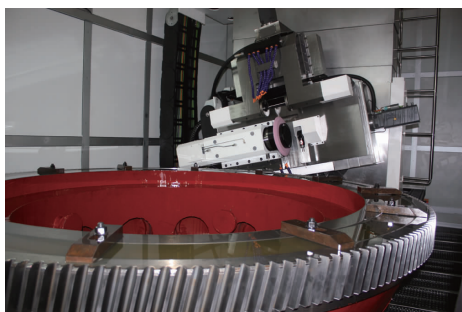


图 2 YK73400L 数控成形磨齿机

湖南中大创远数控装备有限公司展出了 YK2050、YK20160 全数控螺旋锥齿轮磨齿机。其中 YK2050 全数控螺旋锥齿轮磨齿机 (图 3), 采用计算机直接控制, 七轴五联动, 取消了复杂的摇台、偏心鼓轮、展成凸轮等机构, 可以高效磨削用各种方法加工的收缩齿螺旋锥齿轮副, 减少或者完全消除铣齿的加工误差和热处理变形, 加工齿轮精度能稳定达到 GB11365-89 五级。YK2050 全数控螺旋锥齿轮磨齿机特别适合于汽车、工程机械后桥螺旋锥齿轮的磨削, 可以选用扩口杯砂轮或成形磨削机构磨



图 3 YK2050 全数控螺旋锥齿轮磨齿机

削成形法大轮, 用刀倾法或变形法磨削小轮。YK2050 全数控螺旋锥齿轮磨齿机可以与各种同等规格的齿轮测量中心联网, 实现螺旋锥齿轮数字化制造、测量、调试的闭环控制, 代表螺旋锥齿轮现代化制造的发展方向。

湖南中大创远数控装备有限公司首次亮相的 YK20160 全数控螺旋锥齿轮磨齿机 (图 4), 加工工件直径最大可达 1600mm。该产品的研制成功解决了世界上不能加工工件直径超过 1200mm 以上的齿轮问题, 成为世界上加工工件直径最大的螺旋锥齿轮磨齿机, 产品技术含量高, 在核心关键技术方面取得了重大突破, 创造性地实现数控技术加工大规格、高精度螺旋锥齿轮, 满足了国民经济对大规格、高精度锥齿轮的需求。



图 4 YK20160 全数控螺旋锥齿轮磨齿机

2 铣齿机

本届展览会展出的铣齿机柔性强、适用性广、效率高、噪声低、绿色环保, 运行安全可靠, 既能满足多种小批量产品的试制生产, 又可适应大批量生产需要。国内铣齿机制造商以铣齿机软件开发及加工技术创新为突破口, 开发出适用于风力发电、汽车、工程机械、军工、煤炭、冶金、石油、船舶、矿山、摩托车、拖拉机、造船等的高效铣齿机, 在生产效率、精度等方面有了显著的提高, 同时还体现了环保和安全意识。

湖南中大创远数控装备有限公司、齐重数控装备股份有限公司、南京二机齿轮机床有限公司、重庆机床 (集团) 有限责任公司、南京工大数控科技有限公司、天津第一机床总厂、天津市精诚机床制造有限公司、宜昌长机科技有限责任公司等都展出了铣齿机。南京工大数控科技有限公司展出的铣齿机最大加工直径达到 4000 mm。

湖南中大创远数控装备有限公司展出 YK2250A

全数控螺旋锥齿轮铣齿机（图 5），它是一款全功能铣齿机，能进行端面铣削（Facemilling）和端面滚切（Facehobbing）两种方式切削。最大可加工工件直径 500mm，最大加工齿轮模数 12mm/9mm。



图 5 YK2250A 全数控螺旋锥齿轮铣齿机

齐重数控装备股份有限公司展出的 BVGM350×6/40Q-NC 数控立式铣齿机，可以加工直齿和斜齿。该机床采用单分齿程序，通过 C 轴与 Z 轴联动进给，成形齿轮铣刀强力铣削加工，实现齿轮的粗、精加工。配置了德国西门子 802DSL 数控系统，检测元件为德国海德汉光栅尺及圆光栅。单齿铣削加工，效率是普通滚齿机的 8 到 10 倍，最大可加工齿轮直径 3500 mm，最大加工模数 25 mm，内铣齿最小加工孔径 1000 mm，最大齿宽 600 mm（螺旋角 $\beta=0^\circ$ ），加工齿轮精度，达到国标 8 级。

南京二机齿轮机床有限公司展出的 YN39250CNC 型数控铣齿机（图 6），最大加工直径（内齿）2500 mm，最大加工模数 30 mm，最大加工工件螺旋角 $+30^\circ \sim 45^\circ$ 。该机床属于单分度法工作的五轴数控铣齿机，五轴四联动控制。工作台采用变厚蜗杆蜗轮副传动，工作台主轴采用径向、轴向双静压轴承，保证了机床具有高的传动精度和理想的动

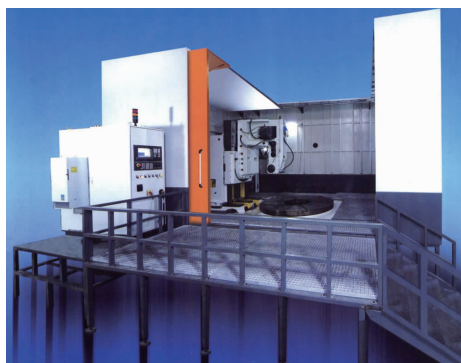


图 6 YN39250CNC 型数控铣齿机

态特性。机床配有全封闭罩壳及油雾分离设备，可确保强力切削大流量冷却液产生的油雾能得到有效处理。机床结构刚性好，加工效率高，操作调整快速方便，适用于冶金、矿山、船舶、工程机械及风力发电行业圆柱内齿齿廓高效率加工。

重庆机床（集团）有限责任公司展出的 YKX39320 五轴高效数控铣齿机（图 7），采用单分齿成形加工原理，通过 Z、C 轴联动实现对斜齿轮的加工，最大可加工齿轮直径 3200mm，模数 30mm，加工精度可达到 7 级。机床可用于加工大直径圆柱直齿轮、斜齿轮（轴齿轮、盘齿轮、内齿轮）以及小锥度齿、鼓形齿等。该机床采用模块化设计，更换模块就可实现内铣齿机和外铣齿机之间的变换。该机床的突出特点是高效、高刚性、高精度，特别适用于风电工业、工程机械、大型减速箱等行业对大型齿轮的高效加工要求。



图 7 YKX39320 五轴高效数控铣齿机

南京工大数控科技有限公司展出的 SKXC-4000/35 数控高速铣齿机，采用立柱移动和工作台旋转布局，铣削主轴箱采用双边传动及力矩均衡，内外齿采用可更换主轴箱结构，保证机床铣齿过程的高刚性。立柱为双层腹板式结构，主轴箱为蜂窝结构，床身导轨为中心卸荷的三导轨结构，具有高刚性和抗振性。配置铣齿加工软件，可进行任意等分或不等分的顺铣或逆铣齿。采用精铣成形刀具可达到成形铣齿效果。机床主要应用于风电、大型工程机械、矿山机械及冶金机械等的齿轮数字化加工及复杂曲面的数字化加工，特别是硬齿面高效加工，最大可加工齿轮直径 4000mm，模数 36mm。

天津第一机床总厂展出的 YK2232A 数控弧齿锥齿轮铣齿机（图 8），可采用多种加工方法，加工最大直径 320 mm，最大模数 6 mm 的弧齿锥齿轮、零度齿锥齿轮及准双曲面齿轮。和 YKW2932 数控弧齿锥齿轮拉齿机配套使用，特别适用于成批或大量生产中粗及精加工、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。该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。机床采用数控设定的进给运动，简化了用户操作并有利于提高切齿效率。

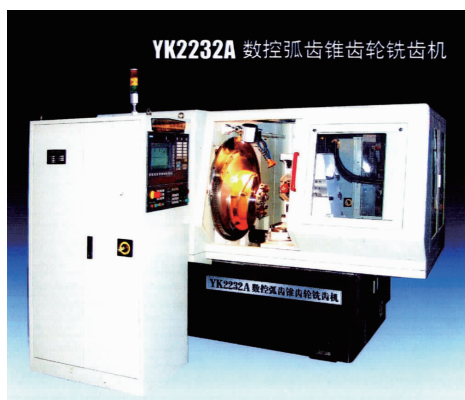


图 8 YK2232A 数控弧齿锥齿轮铣齿机

天津市精诚机床制造有限公司展出的 YH603H 数控弧齿锥齿轮铣齿机 (图 9)，属于四轴数控机床，采用德国西门子 802DSL 系统，采用滚切法铣削弧齿锥齿轮、零度齿锥齿轮及准双曲面齿轮，适用于汽车、拖拉机、机床、航空、工程机械、石油机械等行业批量、大量生产中等模数弧齿锥齿轮的加工，最大可加工齿轮直径 320mm，最大加工模数 6mm。

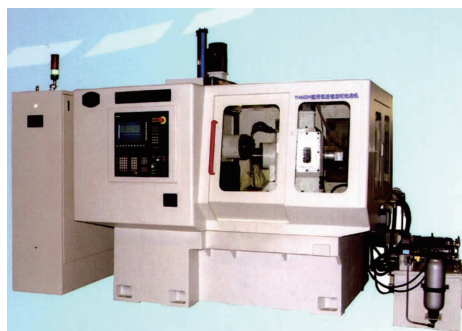


图 9 YH603H 数控弧齿锥齿轮铣齿机

宜昌长机科技有限责任公司展出的 YK83350 数控圆柱齿轮铣齿机 (图 10)，机床主要用于加工直齿、斜齿内齿圈圆柱齿轮，经换外铣头可以加工外齿直齿轮 (需特殊订货)。该机床特别适用于发电设备、工程机械、水泥行星减速机、风电设备增速箱、偏航轴承内外齿圈及变桨轴承内齿齿廓的加工。主电机采用大功率交流变频电机，主要部件均通过有限元分析、动态模拟计算。机床性能稳定可靠。

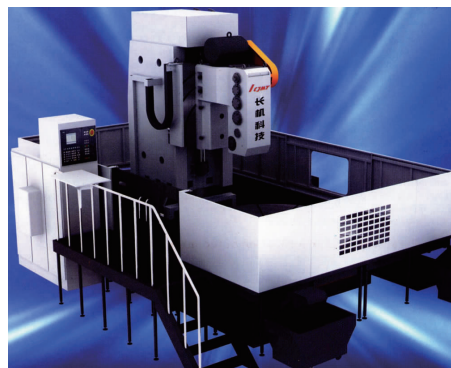


图 10 YK83350 数控圆柱齿轮铣齿机

3 滚齿机

自 19 世纪开始用展成法加工齿轮以来，滚齿机就成为最重要的齿轮加工设备。根据传动方式的不同，滚齿机大致上可分为机械传动式滚齿机、直线轴数控滚齿机、非直驱全数控滚齿机和直驱式全数控滚齿机。

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

南京二机齿轮机床有限公司、四川普什宁江机床有限公司、重庆机床 (集团) 有限责任公司、廊坊恩希机床有限公司、浙江佳雪数控机床有限公司、南京日上自动化设备有限责任公司、营口冠华机床有限公司、清和铁工等展出了滚齿机。

南京二机齿轮机床有限公司展出的 YN31320CNC 型数控滚齿机，六轴四联动，采用连续分度法，工作台采用大规格环形静压轴承支承，主传动采用双蜗轮蜗杆副结构，消除了啮合间隙，提高了工作台传动平稳性和传动精度。机床配有丰富的用户软件，宜人的操作界面，可最大程度的满足各种直齿轮、斜齿轮、锥度齿轮及鼓形齿轮的高效加工。机床可配置专用铣内齿刀架，扩大加工功

能。机床适用于军工、风电、船舶制造、矿山机械、冶金机械、起重机械、工程机械等行业内、外齿轮的加工，最大可加工齿轮直径 3200mm，最大加工模数 32 mm，最大加工螺旋角 $\pm 45^\circ$ 。

四川普什宁江机床有限公司展出了 YK3610 II 数控卧式滚齿机（图 11），主要用于加工直径小于 100mm、模数小于 3 mm 的直齿圆柱齿轮、斜齿轮。机床配置 FANUC 31i-MA 数控系统，采用七轴控制，自动化程度高，可实现轴向鼓形齿轮及锥度齿的加工。使用高精度滚刀、采用合理的切削规范时，可加工 GB/T2363-1990 五级精度的直齿圆柱齿轮。滚刀架拖板切向移位采用伺服电机控制，大大提高刀具的使用寿命。机床刚性高，可进行各类零件的高效加工，可进行硬齿面齿轮加工，可采用合适的刀具进行干式切削。



图 11 YK3610 II 数控卧式滚齿机

重庆机床（集团）有限责任公司展出的 YE3120CNC7 数控高速干切滚齿机（图 12），七轴四联动，通过电子齿轮箱，用展成法加工各种直齿轮、斜齿轮、双联或多联齿轮、小锥度齿、鼓形齿、花键、蜗轮、链轮等，适用于汽车、摩托车等行业的大批量齿轮的干式加工，加工精度可达 6 级（GB/T10095-2008）。



图 12 YE3120CNC7 数控高速干切滚齿机

廊坊恩希机床有限公司展出的 YK3180CNC6Z 高效直驱数控滚齿机（图 13），工件轴和滚刀轴的直接驱动实现了真正意义的全闭环控制，消除了机械传动链的误差；滚刀轴和工作台的运动使用电子齿轮箱耦合，配合高精度滚刀，可以得到很高的加工精度。直驱式全数控滚齿机取消了滚刀轴和工作台的传动齿轮和蜗轮副，大大地提高了滚刀轴和工作台的速度，使高效滚刀的性能得到充分的发挥。由于直驱式全数控滚齿机消除了机械传动链的传动误差和间隙，从而消除了由此造成滚切加工过程中的振动引起刀刃的非正常磨损，从而大大提高了刀具寿命，同时也可实现干切加工。直驱式全数控滚齿机可以进行硬齿面加工，工件的硬度视刀具的性能而定。



图 13 YK3180CNC6Z 高效直驱数控滚齿机

浙江佳雪数控机床有限公司展出的 Y3112ACNC 型高效精密数控滚齿机（图 14），四轴数控，采用德国西门子 840D 数控系统，也可以采用德国 PA 系统。机床不需要更换那些复杂的分度、差动等挂轮。该机床具备工件自动夹紧、放松、自动润滑、自动排屑、机动去毛刺、故障自诊断等功能，主要用于加



图 14 Y3112ACNC 型高效精密数控滚齿机

工模数 2.5 mm 以下的圆柱直齿轮、斜齿轮和蜗轮。加工精度为 6 级 (GB/T10095.1-2008), 齿面粗糙度为 $R_a 1.6\mu\text{m}$ 。若采用硬质合金刀具, 机床切削速度可达 200m/min, 生产效率高。由于机床自动化程度高, 一人可操作多台机床, 适用于仪器、仪表制造业、电动工具行业、微型减速机行业、摩托车行业及国防军工部门的齿类零件加工。

浙江佳雪数控机床有限公司还展出的另外 1 台 YGS3610ACNC 型高速干湿切数控卧式滚齿机 (图 15), 用于加工模数 2mm 以下 (包括 2mm) 的圆柱直齿轮、斜齿轮、双鼓齿轮、小锥度齿轮等。加工精度为 6 级 (GB/T10095.1-2008), 齿面粗糙度为 $R_a 1.6\mu\text{m}$ 。由于机床自动化程度高, 切削线速度可达 200m/min, 非常适合仪器仪表制造业、电动工具行业、微型减速机行业、摩托车行业及航天航空、国防军工企业的小模数齿轮高精度、高效率大批量加工。佳雪公司还开发了零件加工程序, 用户只要输入加工件的齿数、模数、螺旋角 3 个参数, 机床就能自动完成零件的加工, 操作极为简便。



图 15 YGS3610ACNC 型高速干湿切数控卧式滚齿机

南京日上自动化设备有限责任公司展出的 YK3122 数控六轴滚齿机 (图 16), 主运动由安装在刀架上的交流主轴电机经过三对高精度圆柱齿轮传至滚刀主轴, 可使用多头滚刀进行大进给量滚削加工。主要导轨副采用了矩形大平面导轨且移动面注塑的工艺方法, 滚珠丝杆传动, 传动刚性良好, 支承能力大, 运动直线度高。机床除可加工圆柱直齿轮、斜齿轮、短花键轴、链轮、蜗轮等外, 还可以加工多种锥度齿、鼓形齿等特殊齿形的齿轮, 特别适用于重型汽车、工程机械等大批大量生产齿轮的企业, 也适用于小批量、多品种生产齿轮的企业。



图 16 YK3122 数控六轴滚齿机

营口冠华机床有限公司展出的 Y31125K 滚齿机 (图 17), 适用于批量及单件生产加工圆柱直齿轮、斜齿轮、蜗轮和链轮, 具有刚性好、强度大、精度高、操作方便、调整及维护简单等特点。可采用逆铣和顺铣方法加工齿轮, 可以轴向或径向进行加工。根据用户的特殊要求可配置德国西门子数控系统, 完成鼓形齿和小锥度锥齿轮的加工, 还可以将机床加高、加长, 扩展机床的加工范围。

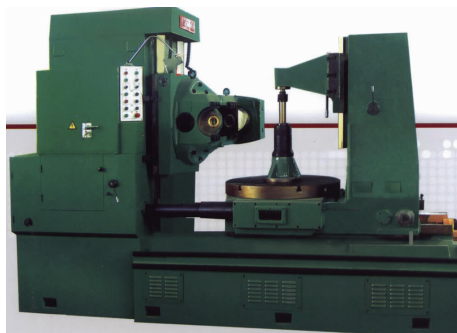


图 17 Y31125K 滚齿机

营口冠华机床有限公司还展出了 YKG3136CNC 数控高速滚齿机 (图 18), 采用德国西门子 840D 系统控制的数控高速滚齿机, 六轴四联动。采用数控系统电子齿轮箱取代传统滚齿机分齿、差动传动链, 使得繁重的更换交换挂轮的操作变得轻松简单。采用超强钢度机械结构, 使得机床具有良好的动静刚性, 可承受最大切削力达 1000kg。机床适用于批量及单件生产加工圆柱直齿轮、斜齿轮、鼓形齿、小锥度齿轮、花键、蜗轮和链轮。效率高, 精度好,

适用于大批量汽车、拖拉机行业齿轮的加工，也适用于机床、工程机械等多品种小批量齿轮加工。



图 18 YKG3136CNC 数控高速滚齿机

清和铁工的新概念环保型数控滚齿机是日本首创的水溶液滚削式数控滚齿机，水溶液滚削冷却性好，具有润滑性能，切屑排出容易，可以达到 200m/min 的高速切削速度。该产品具有 OBD 尺寸稳定，可防止切屑嵌入工件齿面和滚刀前刃面的工件品质。不需要配置冷却和排屑用气源，滚刀寿命更长，更经济实用。而其环保安全体现在该产品不发生油雾，不产生粉尘。可彻底消除气源产生的噪音，排除发生火灾隐患的可能。

4 插齿机

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

本届展览会上，南京二机齿轮机床有限公司、天津第一机床总厂、宜昌长机科技有限责任公司、营口冠华机床有限公司等展出了插齿机。

南京二机齿轮机床有限公司展出的 YS51250CNC 数控插齿机（图 19），五轴三联动，以刀架摆动实现让刀运动，立柱移动做径向进给，立柱部件左右偏移实现斜向让刀，采用高精度、高刚性的注塑导轨，高刚性、高稳定性的整体结构和精密级的分度蜗轮

副，具有卓越的精度保持性，机床功能全面、适应性广、安全可靠、传动链短、运转平稳、刚性好、生产率高、噪音低，易于操作和维护。机床采用圆盘插齿刀，通过连续分齿的方法插削直径在 2500 mm 以内的各种大型内、外圆柱齿轮。

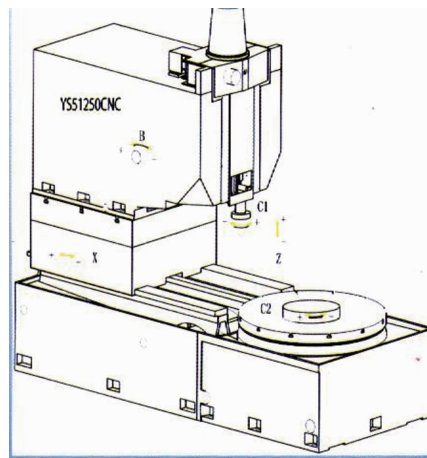


图 19 YS51250CNC 数控插齿机

天津第一机床总厂展出的 YKE5132 数控插齿机（图 20），带翻转工作台，立柱移动实现径向进给，主要用于 $\pm 15^\circ$ 以内的锥度齿轮及带锥度的离合器加工，也可以加工圆柱内外齿轮和非圆齿轮。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。工作台采用圆弧导轨结构，可实现 $\pm 15^\circ$ 翻转，调整方便，动态刚性好。圆柱齿轮加工精度可以达到 6 级精度。



图 20 YKE5132 数控插齿机

天津第一机床总厂还展出了 YK51160 数控插齿机（图 21），主要适用于大、中型减速机，风力发电部件、拖拉机、工程机械、矿山及冶金机械、机床、

航空、纺织机械等行业单件和小批量齿轮的加工，也适用于大批量生产。机床主要用于加工内、外齿直齿圆柱齿轮及各种形状的直齿非圆齿轮和平板凸轮，采用螺旋导轨和带有螺旋齿的插齿刀，可加工斜齿圆柱齿轮，采用特殊刀具可加工多种齿形的结合子和渐开线花键。机床纵向布局，刀架摆动让刀，工作台在四条矩形导轨上实现径向进给。床身、立柱、刀架、工作台均有优良的结构和传动刚性。



图 21 YK51160 数控插齿机

宜昌长机科技有限责任公司展出的 YKT5150 数控插齿机（图 22），主要用于中型内、外圆柱齿轮的切削加工，主运动由主轴伺服电机驱动，切削时通过交流伺服电机驱动立柱移动实现径向进给。由于机床增加了刀架提拉机构，特别适合加工深孔内齿，同时大幅提升加工双联齿轮及加工不同齿厚的内、外齿效率，可根据切削需要设置循环次数及每次循环的切削量。还可根据用户要求设计制造专用夹具以及加工螺旋齿轮的特殊附件等。



图 22 YKT5150 数控插齿机

宜昌长机科技有限责任公司还展出了 YKS5120B 数控插齿机，用于内、外圆柱齿轮、螺旋齿轮的切削加工，主运动由交流变频电机驱动，切削时径向进给是通过立柱移动来实现的，由交流伺服电机驱动，切削循环次数设计为一至五次，可根据切削需要设置循环次数及每次循环的切削量，可实现少齿数切削和斜向让刀。加工轴齿轮用的尾座以及加工螺旋齿轮的特殊附件、自动上下料装置等可供用户选择。也可根据用户要求设计制造专用夹具、刀具。营口冠华机床有限公司展出的 YKG5140CNC 数控高速插齿机（图 23），采用德国西门子 802D 系统，三轴三联动功能。各部件都具备高动静刚度结构，加工效率高，精度好，功能全，操作调整简便，安全可靠。刀具主轴采用静压轴承，可实现较高冲程，立柱径向移动采用滚动导轨，精度高，动态特性好，可实现参数化编程，高精度变厚分度蜗轮副传动。该机床可加工圆柱直齿盘，轴齿轮，多联齿轮，内齿轮。机床效率高，精度好，适用于大批量汽车、拖拉机行业齿轮插齿加工，也适用于机床、工程机械等多品种小批量齿轮加工。在刀具、夹具、齿坯达到应有精度需求时加工精度可达 GB10095-88 标准 7 级，使用 AA 级刀具，满足条件加工精度可达 GB10095-88 标准 6 级。



图 23 YKG5140CNC 数控高速插齿机

营口冠华机床有限公司还展出了 Y5150K 插齿机（图 24），用于加工圆柱形直齿盘状齿轮，多联齿轮，内外齿轮和扇形齿轮等。可以根据用户需要，配置特殊附件，也可加工齿条、连轴齿轮、斜齿轮、小锥度齿轮等。机床运转平稳、噪音低、功能全、适应性广、操作调整方便。不但适用于汽车、拖拉机等专业齿轮厂的成批和大批量生产，同时也适用于机床和工程机械行业的小批和单件生产。

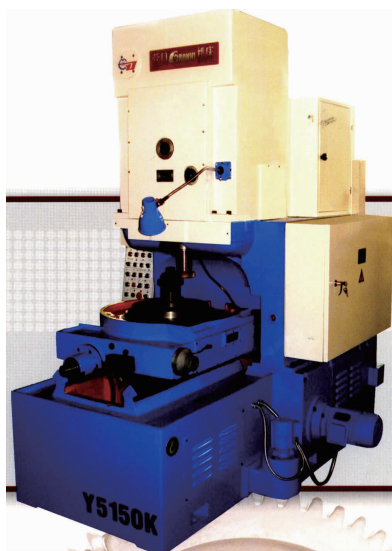


图 24 Y5150K 插齿机

5 剃齿机

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

重庆机床（集团）有限责任公司展出的 YD4232CNC5 五轴数控剃齿机（图 25），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。通过仿形机构自动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



图 25 YD4232CNC5 五轴数控剃齿机

拉机、载重汽车、工程机械等行业。机床仿形轴采用伺服电机驱动， X 、 Z 、 W 、 B 轴联动剃出鼓形，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。

6 全自动连线独立加工岛（滚剃）

南京二机齿轮机床有限公司展出的 YD3612CNC/YWN4232CNC/AUTO 数控干式滚齿机及数控径向剃齿机全自动连线独立加工岛（图 26），由进料输送线、滚剃连接线、出料输送线及贯穿滚齿、剃齿机床的机械手装置和数控干式滚齿机及数控径向剃齿机组成。体现出滚剃加工过程的全自动化（过程无需人工干预）。人工只需对滚齿进料输送系统和剃齿出料系统进行喂料和取料。该自动线也可以依据用户的不同需求将滚剃机床拆分：形成滚齿独立加工单元和剃齿独立加工单元。

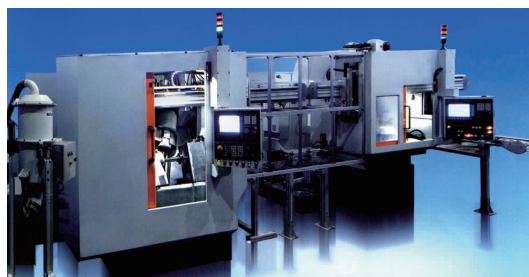


图 26 YD3612CNC/YWN4232CNC/AUTO 全自动连线独立加工岛

YD3612CNC 数控干式滚齿机是为了满足越来越高的环保要求而开发的无冷却液干式滚齿机，机床按连续分度法工作，六轴数控，刀架采用大容量电机，并增加齿轮消除机构，工作台也带有齿轮消除机构，径向进给轴（ X 轴）、轴向进给轴（ Z 轴）及后立柱移动导轨均采用滚动导轨结构形式。为了适应齿轮干切的加工要求，机床采用高刚性的卧式结构布局形式。

YWN4232CNC 数控径向剃齿机用于直齿圆柱齿轮、斜齿圆柱齿轮和连轴齿轮的精加工，剃后精度可达 GB10095-2001 六级以上。刀架和尾架均采用高刚度轴承结构，径向进给轴（ Z 轴）、切向进给轴（ Y 轴）均采用直线滚动导轨结构形式，各进给轴及刀架回转轴（ A 轴）均为伺服电机驱动。机床整体刚性好，操作调整方便。该机床还可进行径向剃齿。

7 拉齿机

本届展览会上,天津第一机床总厂、天津市精诚机床制造有限公司展出了数控弧齿锥齿轮拉齿机,适用于后桥从动齿轮,如轻型、微型汽车、拖拉机后桥齿轮、摩托车齿轮、山地车、沙滩车的传动齿轮的粗开槽及精拉加工。

天津第一机床总厂展出的 YKW2932 万能数控弧齿锥齿轮拉齿机(图 27),是一种新型、高效精加工中型和小型非范成准双曲面锥齿轮和弧齿锥齿轮机床,加工齿轮最大节径为 320mm,最大加工模数为 6mm。机床采用圆拉法进行精加工,粗切则采用切入法。采用新材料制做的盘形刀具,机床还具有硬齿面刮削功能,有效的解决齿轮热后变形,为提高齿轮副的传动精度,降低噪音提供保障。机床适用于品种固定、大批量生产的后桥从动齿轮,如轻型、微型汽车后桥齿轮、摩托车齿轮、山地车、沙滩车的传动齿轮的粗开槽及精拉加工。

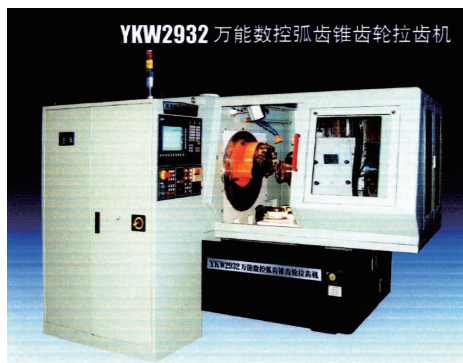


图 27 YKW2932 万能数控弧齿锥齿轮拉齿机

天津市精诚机床制造有限公司展出的 YH6250 拉齿机,机床四轴数控,新型高效,最大节圆直径 500mm,最大模数 12mm,可以拉削加工准双曲面和弧齿锥齿轮,工件箱立柱旋转运动实现安装角调整。特别适用于汽车、拖拉机后桥被动轮的精密加工。

8 结束语

CCMT2010 展览会以宏大的规模、异彩纷呈的展品、最新的技术成果充分展现了我国机床行业应对国际金融危机冲击所取得的不凡成就以及在产业和产品结构调整中所取得的丰硕成果。其成功召开,将为中国机床行业起到强劲的“升温作用”,也将为

全行业迎接后危机时代带来光明。

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

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

从本届展览会上可以看到,数控机床的整体水平全面提升,高档数控机床及其关键功能部件已经成为企业争夺的核心领域。控制系统是数控机床最重要的一环,数控系统生产商也以提高生产效率、控制精度、节省空间的模块化设计等为目的,为用户提供全面解决方案。

无论是传统的汽车、船舶、航空航天、军工等行业,还是近几年新兴的风电、铁路、电子等行业,都对机床工具行业的快速发展提出了紧迫的需求。机床制造商应时而动,积极调整产业结构,不断拓展产品应用的新领域,如向风力发电等热门行业进军,提供高速、高稳定性、高精度的机床新产品,满足行业所需。陕西秦川机床工具集团有限公司积极攻关国家重点行业、大项目、大客户,进军轿车、风电、高速铁路、船舶、太阳能等行业,开发了一批行业大客户和潜在客户,在新领域、新兴行业取得了发展先机。

中国数控机床行业在近些年来,产业结构的调整已经出现了实质性的突破,技术创新成果显著,涌现了不少具有自主知识产权的中高端数控机床的研发企业,为国产数控机床的快速发展起到了中坚作用,这与企业落实相关政策、加强自主创新、转变发展方式,积极研发和制造市场急需的产品、精心培育品牌、提高产品质量、不断增强企业的核心竞争力密不可分。企业以振兴民族装备制造业为己任,为把装备制造大国变成装备制造强国而不断努力!

来自EMO 2009 米兰国际机床展览会的一些重要信息

Some important information from EMO 2009 MILANO

沈福金

作为世界四大机床名展之一的欧洲国际机床展(EMO展)历来都备受业界关注。2009年的EMO展在意大利米兰举行,由于世界金融危机的影响,展会情况如何大家也很关心。我在德国Carl Hanser出版社出版的2009年第11期《Werkstatt und Betrieb》(以下简称WB)杂志上,有幸看到了一篇有关EMO 2009 MILANO展览会情况的比较详细的报道,其中透露出的一些重要信息,诸如,世界金融危机的影响依然存在,不可小视;展品中体现的大大小的技术革新和创新成果不少,既令人开阔眼界,更催人奋进,等等。我感到这些信息都值得中国机床业界关注和思考,以求知己知彼,为我所用。特摘译编写如下,以供业界参考。

一、世界金融危机对机床行业的影响还远没有结束

在世界金融危机的阴影下,由意大利机床协会(UCIMU)主办的“EMO 2009 MILANO”欧洲国际机床展览会于2009年10月5日~10日在意大利米兰市的新国际展览中心如期举办了。展会受到世界金融危机影响的事实,随处可见。

1. 观众人数明显减少

据展会举办方统计,展期6天内到展馆来参观的各国观众为124660人次。显然,这比6年前的EMO 2003 MILANO的观众(EMO 2003 MILANO的观众为155360人次)和2年前的上一届EMO 2007 Hannover的观众(EMO 2007 Hannover的观众为166500人次)明显减少,展会人气大不如前。

2. 展会规模缩小,商贸活动清淡

参加EMO 2009 MILANO的观众和参展商都会感觉到许多展馆都有空位,展位没有布满,有些厂商未来参展,而有些来参展的厂商,其展品数量也有所减少,显然,展会规模小了。展会期间很多参展商相互打听,交换信息,最后得到的结论是这儿根本没有市场,并且没有一个工业部门对机床有实际增长的需求。

所以,大多数参展商无奈地感到,受金融危机的影响,EMO 2009 MILANO展会没有达到他们预期的希望。

3. 2009年上半年,德国机床工业生产下滑严重

大家知道,德国是世界上机床生产强国,对EMO 2009 MILANO寄予希望,德国机床协会VDW利用这届展会通报了2009年上半年德国机床工业的生产情况:2009年1~6月份,德国机床行业接到的订单下降约67%,产品生产下降约1/5,到2009年6月份,在手的订单存货5.9个月。而7月份的生产负荷只有65.9%,为历史最低水平。VDW给自己确定的目标是,2009年全年,希望德国机床生产下降幅度能保持在40%左右。

虽然现在似乎已经跌到了谷底,但企业迫切需要的市场需求复苏尚未出现。更令人担忧的是2010年很多机床制造企业为生存而奋斗才刚刚开始。VDW声称,2009年上半年德国机床制造行业的73500名员工中,只有3000名员工被解雇,这要归功于大面积实行缩短工作时间的办法。使企业宝贵的技术力量得以保存。所幸的是德国联邦议会已将实施缩短工作时间的期限从18个月延长至24个月。所以,德国机床制造商现在的心情是希望和担忧并存。

以上情况足以说明,世界金融危机对各国机床工业的影响远未结束,欧洲感触更深,我国机床工业也很难独善其身,切不可掉以轻心,我国机床出口欧洲不畅就是警讯之一。

二、世界机床技术的创新步伐继续加快前行

展览会从商业意义上说是一个巨大的市场竞争场所,可EMO展作为世界级的国际机床展览会,一直声称要坚持技术创新展会的传统。EMO 2009 MILANO尽管受到了世界金融危机的影响,它仍体现了这个传统。和以往一样,很多企业都在展会上推出了他们的技术创新产品,既有主机创新成果,也有量

和机床附件类产品的技术创新成果，内容比较丰富。下面根据《WB》杂志报道的情况，摘译介绍一下这届 EMO 2009 MILANO 展会上推出的主要技术创新亮点。

1. WFL 公司展出了 3 项创新产品，值得关注

一是 WFL 展出了一台改进型的 M150/8000 型高档复合加工中心，可进行车、镗、铣加工（图 1）。其床身、主轴箱、尾架、C-轴、换刀装置和机床防护罩等部件都进行了优化。一段 60° 铸铁斜床身使床身刚度大大改善，新的主轴箱有一个尺寸大而稳定的箱体，并加宽了主轴轴承间距离。新的 C-轴具有很高的扭转刚度，转矩达 12000Nm。高刚性的纵向和横向滑座是上滑座系统的一大特色。车镗铣单元的驱动功率 55kW，刀具接口进行了精磨，并改善了清洁度。在 B-轴分度时，制动力矩可达 15000Nm。圆盘式刀库有 108 个刀位，能储存长 900mm、重 35kg 的各种刀具。机床配西门子 840D 控制系统，由于自行开发了许多用摆动 B 轴进行车削的软件包，所以能综合进行车铣加工、曲轴颈铣削、凸轮铣和深孔镗等加工。机床配备有 6 个 NC-轴（B、C、X、Y、Z、U）、重型内加工刀具和换刀刀库等，大大扩展了机床功能，提高了加工效率。



图 1 M150/8000mm 型高档车铣加工中心

“Flanx”制齿软件，是 WFL 的又一个新产品，它可以简便而灵活地进行圆柱齿轮、平面齿轮以及准渐开线齿轮等的内外齿加工。

WFL 公司还有一个新产品是“喷射断屑”一体化系统，在加工不锈钢和超级合金时，350 巴压力的冷却液可以有控制地断屑，从而可延长刀具寿命。

2. 五轴重型车铣加工中心

MAG 公司展出了 VDM1000 五轴重型车铣中心（图 2）。这样的重型加工中心可广泛应用于重型机械制造、宇航工业和风电工业等领域。这台五轴加工机床为模块化结构，有一个平行的主驱动、一个扩展了

的 Y 轴和 B-轴以及一个镗孔、铣削和可夹紧进行车削的主轴。可加工高达 1400mm、回转直径 1450mm 的工件。主轴力矩电机提供 25000Nm 的转矩，X 轴的移动速度达 25m/min；换刀时间 10s 以内，换刀机构有 64 把 HSK-100 的刀具。可进行重切削，加工效率很高。

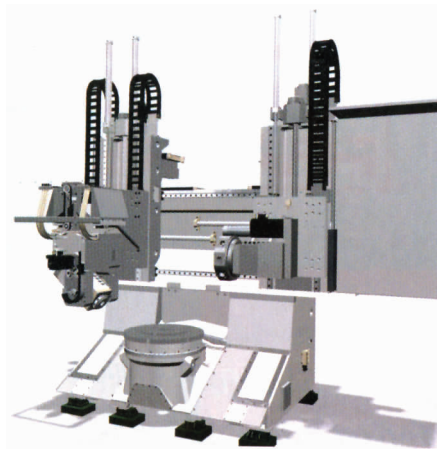


图 2 VDM1000 型五轴车铣中心，模块化结构使之具有很大的选择性

VDM1000 还在现场介绍了铣齿加工情况。就高能效而言，机床配备一种“EcoMade”功能。用这个功能，可按所选的节能要求，自动减小速度和加速度来调节切削用量，以求在能耗和生产率之间达到最佳状态。机床增加这个功能非常符合节能和低碳、环保要求。

3. 在通用加工中心上实现齿轮滚铣加工

作为创新的切削方案，Matec 公司在 EMO 2009 MILANO 展会上展示了一种通用的最新齿轮滚铣方案。即在 HV 系列带摆动头的立柱移动式结构的任何一种型号的加工中心上都能实现齿轮的滚铣加工。只要选择配置相应的新的滚铣附件（图 3），就能实现

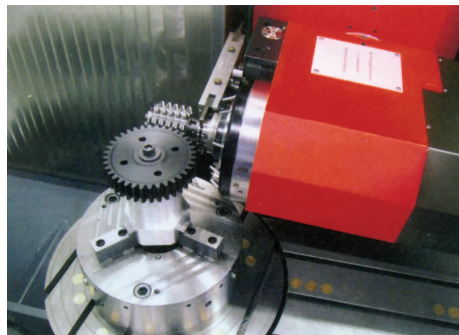


图 3 在一台通用型立柱移动式加工中心上实现齿轮滚铣加工的一种附件

滚铣加工直齿、斜齿和螺旋齿之间的转换。直径达 2m 的齿轮都能进行单件和批量生产，带一个整体转台时，机床就适合加工扁平齿轮（如图 3 所示），如要在一根长轴上制齿，则就要在机床上装一个带尾架的卧式转台。

另一个同样性质的创新工程是开发了装有通用铣头的 HVU 立柱移动式结构系列的机床，尺寸大小有 30、40 和 50 号不等。最精彩的是在 2 坐标铣头上电主轴通过 45°斜面可进行立、卧转换，这样，就能对较长的工件进行 4 面加工，与一个转台相配合，甚至能进行五面加工。因此，能进行总共需 6 坐标的非常复杂的加工。

Metec 公司用开发的专用附件，把通用机床扩展为专用机床的做法，可一机多用，节省用户投资，值得提倡。

4. 加工大型零件的卧式高精度、大功率镗铣床

Parpas 集团首次展出了他们的旗舰式产品——“Invar”大功率镗铣床（图 4）。该机床有变型产品，Y 行程可达 2750mm，Z 行程可达 6500mm，主轴功率 100kW，扭矩 14500Nm。Parpas 集团自己有大量的铣头附件可供选择来进行灵活配置。为了消除温度对加工精度的影响又实施了几项革新，一是给机床加了一个热外罩和均衡温度的过渡区，以隔绝环境温度波动的影响；二是使机床的发热元件进行温度均衡。这些措施使机床部件保持了恒定的热状态，也就是说，机床实际上处于自己的恒温室里。这样，温度引起的热膨胀没有了，难以完全消除误差的热补偿也取消了，解决了这类大型机床提高加工精度的难题。双力矩电



图 4 加工大型零件的高精度、大功率的“Invar”镗铣床

机的驱动方案（TTM）综合了直线电机驱动和齿轮齿条驱动的优点，在齿条上的齿轮直接由通过电气预紧的双力矩电机驱动，由此取消了变速箱，传动精度和加速度更高。位于主立柱旁的辅助立柱上装有换刀机构、气动液压平衡装置和操作平台，这样，就消除了这些装置对主立柱以及加工精度的影响，这是提高和保证加工精度的一种有效方法。

5. 多主轴加工中心

Samag 公司是以制造多主轴卧式加工中心见长的厂家，这次展出了一台主轴间距大的 MFZ6-4W 型 4 个主轴的加工中心，用于加工体积大的钢、铸铁和铝制工件。同样，还可以按需要配置成双主轴和三主轴机床。

MFZ6-4W 机床的核心部件是带 2 个各自独立的双主轴单元的三坐标装置。这个装置由一个悬挂着 X-滑座的稳定的 Y-升降式机架组成，在 X 滑座上同样悬挂有 2 个分开驱动的 Z-双主轴单元，每个主轴箱都装有 2 根电主轴。通过龙门式驱动，保证垂直的 Y-坐标的高刚性和高精度。X/Y/Z 的行程分别为 340/825/540mm，所有坐标的加速度均为 0.5g，快速移动速度 50m/min，主轴间距为 3×340mm。主轴驱动功率在扭矩为 150Nm 时达到 24kW，转速范围 50-7500r/min 无级可调。所有主轴都是 HSK-A63 号刀柄联接，刀库每 32 个刀位为一组，一共有 4 组共 108 个刀位。工件装载单元由一个可 180°摆动的机构组成，装工件和加工并行进行。两个 360°转动的卧式轴用作搬运和上下工件。这台加工中心还有很多选件可与 B-坐标一起配备应用。这显然是一台加工效率很高的机床，既可以同时加工 4 个相同工件，也可以加工 2 组不同工件，加工效率成倍提高，非常适合大批量生产。



图 5 MFZ6-4W 型多轴卧式加工中心

6. 优化机床循环时间和能耗的“循环时间分析器”

德国博时力士乐公司展示的“IndraMotionMTXcta”（循环时间分析器）和“MTXega”（能量分析器）等分析工具，他们用这个工具把优化机床的循环时间和能量消耗工作向前推进了一大步。这些分析器把数控运行过程和驱动功率数透彻地显示出来，为减少循环时间提供了巨大的潜力，为机床制造商优化机床和监控机床运行、提高能效提供了依据，很有意义。

从实用角度看，有效地优化了部件、可按需要进行调整以及能量再生等，已经显示了巨大的节约潜力，而且基于软件的循环时间分析和能耗分析还能提高系统的水平。集成在“IndraMotion-MTX”控制中的软件，在实际运行中损失的在线运行时间在毫秒以内，每个 NC 语句的能耗也很微小。处理过的测量结果揭示了运动导轨的潜力，通过样条函数和光整化处理后，编程员能在很短的运行时间内降低能耗。能耗的测量也有助于检验各个坐标所确定的尺寸是否合适。在批量分析机床时，第一个结果显示，所采用的驱动功率经常偏大。保持合适的、符合实际必需水平的驱动功率，既降低了机床成本，又不损失机床的功率。分析工具还考虑了液压和冷却润滑供给系统等辅助设备，改进了消耗情况的连续检测和预防性保养。软件作为状态检测工具能及时识别增加的电能损耗，在机床发生故障前向操作者报警。机床配备这样的装置，既节能，又大大提高了机床运行安全性，非常实用。

7. 更加完善的五坐标控制软件

日本 FANUC 展示了其新开发的 30i-A 和 31i-A 系列高档 CNC 控制系统。新的五轴加工控制功能主要是针对更好的表面加工质量、缩短加工时间、改善防碰撞性能和中断后很快重新启动等目标而开发的。FANUC 已经提供了很多生产型的五坐标联动加工软件，如：刀具长度和刀具方位补偿以及刀具半径和切削点补偿等，而光顺“SmoothTCP”和高速光顺“SmoothTCP”是新增添的功能。首先要补偿刀具中心点位置的安装偏差和计算机不能识别的冗余指令；其次，要尽可能优化刀具方位补偿。由于运动均匀平滑，改善了侧面加工质量。所以，FANUC 用这两种功能改善了表面加工质量，缩短了循环时间。而且还为在倾斜面内用 3+2 个轴的加工开发了引导屏（Guidance-Screen），操作者在这个屏幕图形支持下，

按必要的编程数据，进行会话式操作加工。为了改善五轴加工质量，FANUC 还提供各种辅助功能，如，为五轴加工开发改进了“3-D”干涉检验的碰撞保护功能、“程序快速重启”功能等。FANUC 公司不断为数控系统增加和改进功能的思路 and 做法，值得中国研发数控系统的厂家学习和借鉴。



图6 具有新软件功能的 FANUC 30i-A, 31i-A 高档数控系统面板外形

8. 莱斯豪尔公司的新一代 RZ260 型硬齿面精加工齿轮磨床

莱斯豪尔（Reishauer）公司展出的新一代硬齿面齿轮磨床 RZ260 是在 RZ150 磨床基础上开发的，可磨削外径 260mm、模数 4mm 的齿轮。开发的重点是适应在不同用户条件下的应用。因此，RZ260 可以有选择地配备 1 个或 2 个工件主轴。带 2 个工件主轴的磨床，工件交换时间短，可以采用最佳的高生产率磨齿工艺。而且两种机型都能选装一个摆转数控轴，用来控制修整工具的工作。这样，修正工具就能适用于更大范围的工件加工。RZ260 齿轮磨床配备了一系列



图7 新一代 RZ260 型硬齿面精加工齿轮磨床

别具特色的动态磨齿工艺。莱斯豪尔的磨齿方法能达到很高的齿廓精度。表面结构产生低噪声的“低噪声转移技术”和安装简单而快捷等都属于其特色之列。

9. 切削刀具方面的创新成果

刀具被称之为机床的牙齿，对提高机床的加工性能和加工效率起着至关重要的作用，历来都很受到机床制造厂家和机床用户的重视，所以，在切削刀具方面的开发研究从未停止过。随着生产技术的进步，适应生产需要的刀具新产品不断涌现。在 EMO 2009 MILANO 展会上也有不少新刀具展出，这里仅举几例。

(1) 一种用于加工极复杂、极难加工零件的铣头

图 8 所示为一种 VIPAtecX30 型单臂式铣头。现在，德国奔驰汽车公司的刀具专家把这种 VIPAtecX30 型大功率铣头安装在另一个实时建立笛卡儿坐标的“VIPAtecX24”叉式头的侧面，用于加工特别复杂、特别难加工的零件。铣头的电主轴在整个转速范围内都有很高的功率密度，单边式导轨使铣头很容易接近。冷却水保证其长期安全地工作，维修周期长。借助于内部的回转接头传递介质，实现 A-轴的连续回转运动。主轴最大功率 31kW，最大转速 18000r/min，最大扭矩 38Nm。

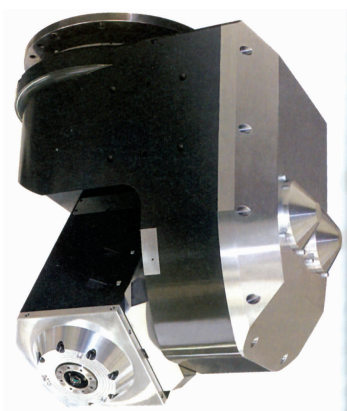


图 8 用于复杂加工的 VIPAtecX30 铣头

(2) 一套高级刀具组合平台

肯纳公司与 Widia-Victory 一起，以 Widia 商标介绍了一套用于切削加工的高级刀具平台。实际上 Widia-Victory 的扩展部分包含了 Widia 面铣刀和 M1200 系列面铣刀刀片以及用于车削钢和灰铸铁的 TN 系列刀具材料。这个刀具平台最终还包括了组合式高级孔加工刀具“Top Drill M1”（图 9）。这种“Top Drill M1”换头镗刀系统把换头镗刀的经济性优

点与加工效率和整体硬质合金刀具的加工质量集于一体。按标准，直径从 8mm 至 20.99mm，长径比 L/D 为 3xD 和 5xD 的镗刀可选用扁平刀柄或圆柱形刀柄。系统有稳固的刀体夹紧以保证加工能力不变。由于夹紧机构在前面，更换刀具简单。提供的刀片材料为 K20FTiAlN，对于加工铸铁件和钢件来说，这是一种性价比最好的镗刀。这种可换刀具的进给量、切削速度和效率达到了只有超高速（VHN）镗刀才能达到的数值。该刀具制造商声称，切削效率可提高 50%，刀具寿命更长，孔加工质量更高，不重磨刀片耐用度也很好。



图 9 Top Drill M1 可换头镗刀系统

(3) 整套新系列带柄铣刀

Mapal 公司展出了新开发的“Opti-Mill”VHM 超高速带柄铣刀系列。这个系列包含了通用的和与加工钢件、铸铁、铝和乙烯乙酸酯等类材料有关的带柄铣刀型号以及硬切削铣刀等。这个系列铣刀的精彩之处是 Opti-Mill 高性能切削铣刀，刀齿设计成不同斜度和不均匀齿距，经过动平衡的刀具在大切削用量情况下，切削容积大，运转平稳，加工过程安全可靠，而机床负荷减小。粗加工和精加工集于一体的铣刀是为了在一个加工过程中进行粗加工和最终加工而设计的，以缩短加工时间。而 Opti-Mill 径向铣刀是专门用于仿形加工的。所以，Opti Mill 型号的铣刀都具有经济性、高效率和令人信服的高加工质量。根据型号不同，带柄立铣刀的直径从 1mm 到 32mm 不等。

10. 应用了无线联网技术的精镗刀系统，亮相展会

装备了时新的无线联网技术是精镗刀系统的一大亮点。Komet 集团把这种在数字通讯领域流行不久的、时髦的无线联网技术装备在“Komet MicroKom BluFlex”精调系统上（见图 10），即在刀具系统上装备了“蓝牙”（Bluetooth）部件，使显示器与刀头分离，从而可方便舒适地从各个方向读取数据。根据已有的局部数据，操作者就能把它装入外部的显示器，用以调节精密调整头。通过在显示器上大量闪烁的数字很容易读取数值，同样，系统也有一个带集成了“蓝牙”接口的专用钥匙。由于整体经过不平衡量校

正和移出了显示器，MicroKomBluFlex 的另一个亮点是更高的性能和更高的转速。

在镗刀的精调系统上应用“兰芽”接口技术是一个成功的大胆尝试，意义重大。



图 10 应用“蓝牙”无线联网技术的“MicroKom BluFlex”刀具系统

11. 刀具测量和预调仪方面的新进展

不久前，Zoller 公司的“smile”刀具测量和调整仪器也有了 CNC 控制和自动调焦，这样，对刀具进行测量和调整就更简单、快捷和更安全。在 EMO 2009 MILANO 展会上，Zoller 公司向用户展示了这个仪器系列的新的代表产品“smile EDM”（图 11）。这个仪器不仅可以检测和调整刀具，而且可检测和调整电加工机床上应用的电极，在迄今为止需要多台检测仪器的地方，只要一台 smile EDM 就可完成所有检测任务。一个电极的所有重要参数 1 分钟内就可测完了。



图 11 既适于刀具也适于电极预调和检测的 smile EDM 预调仪

同样，EZset 公司也在 EMO 2009 展会上首次推出了 EZgo 刀具预调仪（图 12）。这是一台小型台式仪器，操作简便，具有很强的图形处理功能，性价比高。EZset 公司声称，用户可从刀具预调中获益多达 15% 的成本节省。之所以能节约，最主要的原因是提高了生产率并节省了刀具、材料和机床的成本，因此，应用 EZgo 刀具预调仪在几个月内就能收回成本，所以在世界市场上有很强的竞争力。



图 12 EZgo 台式刀具预调仪

12. 适于机床应用的少量润滑系统（MMS）

Bielomatik 公司展出了 1 通道和 2 通道的少量润滑系统（MMS）。1 通道 MMS 安装和改装都很简单，湿式加工或少量润滑加工时，可从内部供给冷却润滑液。双通道系统适合于高生产率和高主轴转速或者要换很多刀具的生产情况。Bielomatik 公司还在 1 通道 MMS 的基础上开发了一个测试机组，用来检验切削过程中 MMS 的适用性。可移动的测试机组由一个手动终端，测试时，与机床的控制系统相接而不占用控制系统的时间，这非常有助于 MMS 的推广应用。

13. 空气吸滤技术

LTA 空气技术公司提供了一种新的 AC 8000 空气过滤器方案。这种大型过滤设备承担着加工中心机床或生产车间乃至整个工厂的油雾和乳化液雾的吸滤工作，可分组吸滤或集中为中央吸滤均可。滤芯完全可以水洗，过滤器框是通用型的，既可用于油气过滤，也可用于乳化液雾过滤，过滤率达 99%，过滤器对油气和乳化液雾的有效流量一样，都是 8000 立方米/小时。

以上，仅是 EMO 2009 MILANO 展会上欧洲中小

企业的新技术成果一瞥，许多大企业尚未涉及。但技术创新成果有机床，机床附件和量仪，涉及方方面面，范围很广，已足可说明，世界机床技术的发展步伐仍在加快前行，值得关注。

三、几点体会

从 EMO 2009 MILANO 展会可以看出世界金融危机对全球机床行业的影响确实很大。许多参展商都深切地感到，这种影响至今尚未过去，将来机床制造商的生存，特别要靠企业的自有资金、好的产品和服务、灵活的结构再加上自己的勤奋才行。大家还记得，在北京举办的 CIMA 2009 展会上，观众如云，商贸洽谈活跃。拿到不少订单的国外参展商高兴地说，在北京 CIMA 2009 展会上没有感到金融危机的阴影。两个国际机床大展完全不同的情况，令人感触颇深。我想结合我国机床行业的情况，谈几点自己的体会。

1. 由于我国实施振兴装备制造业的国策，金融危机袭来时，我国政府又及时采取扩大内需的有力措施，为我国机床企业提供了市场，减轻了不少压力。

由国家大力支持的中国机床企业有多么幸运。我们在感激国家支持的同时，更要感到我们振兴和发展中国机床工业的责任重大，面对确实存在的金融危机影响，我们不可掉以轻心。

2. 在世界机床市场普遍不振的背景下，可预见，2010 年乃至今后几年，中国机床市场的国际竞争将会更加激烈，我国机床行业企业要有充分的思想准备，积极应对。

3. 在 EMO 2009 MILANO 展会上，许多小企业都应用新技术，推出了他们的新产品。机床的高效、精密、环保、安全等性能都普遍有提高，无线联网技术也已出现在展品上。而我国机床行业企业的新产品开发和技术创新步伐仍跟不上市场变化的需求，所以，技术创新还应加强，新产品开发步伐还要加快，否则，在参与国际竞争中就会被动。

总之，既要看到中国机床行业的发展成果，坚定信心，还要看到我们竞争环境的变化，许多世界机床大鳄都对中国机床市场虎视眈眈，今后市场竞争将更加激烈，须早做准备，机遇总是只青睐有准备者的。

(编写摘译自《WB》杂志)

● 业界动态 ●

路甬祥副委员长肯定重庆机床绿色再制造发展模式

日前，在中国科协主办、中国机械工程学会承办的“中国创新论坛之从制造到创造——装备制造业振兴专家论坛”上，全国人大常委会副委员长、中国科学院院长、中国机械工程学会理事长路甬祥在题为“走向绿色和智能制造：中国制造发展之路”的大会主旨报告中高度评价中国绿色制造和智能制造的发展方向，指出当前的环境、能源紧缺的现状对制造业的发展提出了更高的要求，中国必须努力实现绿色制造、大力发展智能制造，实现由“中国制造”到“中国创造”的历史性跨越。

重庆机床集团作为中国绿色制造的先行者、践行者之一，路甬祥副委员长在主旨报告中对重庆机床（集团）有限责任公司与重庆大学共同完成的“机床绿色再制造成套技术研究与应用工程”项目发展模式给予了肯定。该项目成果是“十一五”国家科技支撑计划“机床再制造关键技术与应用”（2006BAF02A20）；国家 863 高技术计划“绿色制造

的集成运行模式和实用评估技术”（863-511-941-005）；国家自然科学基金“废旧机电产品大批量定制化绿色再制造过程模型及优化技术研究”（50605066）等众多科研项目的综合经济、技术和社会效益的集中体现。

该项目主要研究废旧机床零部件绿色修复处理与再制造技术、机床环境友好性改进技术、节能性提升技术、信息化提升技术。企业为发展循环经济，践行国际低碳经济模式的展开有益探索的同时深化了两化融合。该成果对于我国节能减排和发展循环经济具有重要意义及巨大的新兴产业前景。从 2006 年至今，该项目已累计为用户再制造机床 500 余台，实现了销售收入 1500 余万元，为相应企业盘活利用存量资产价值达 3000 多万元，节省购置同类数控设备的费用达 2000 万元以上，同比新机床综合节约钢铁 2000 吨、节能 1600 吨标准煤以上。项目已获得 2 项国家授权发明专利，1 项软件著作权，起草并报批国家标准 1 项。

2009年中国机床市场需求分析 (二)

Analysis on China's machine tool market in 2009

—中国机床工具工业协会市场部

(五) 发电工业

1. 发电行业发展概况

为了科学地发展我国电力工业,国家制定了“十一五”期间“优化发展火电、有序发展水电、积极发展核电、加快发展气电、大力发展风电。”的方针。

目前,我国发电装机容量8亿千瓦排名世界第二,其中火力发电约6亿多千瓦,水力发电约1.75亿千瓦,核电约0.1亿千瓦,风电约0.1亿千瓦,年发电量近4万亿千瓦时。我国以亚临界、超临界火力发电机组占火力发电的75%,自主制造的70万千瓦超大型水力发电机组促进了水力发电的快速发展,60万千瓦核电机组和100万千瓦压水堆核电机组已经形成核能发电能力,风力发电已经位居世界第四。我国火电和水电装备已进入世界先进行列。

2. 发电装备制造业对机床的需求

不同能源发电所需要的装备有很多共同点,所以我国“三大动力”都具备制造火电、水电和核电装备的能力。发电装备的加工都需要通用机床设备和专用机床设备。

发电机和汽轮机的转子需求数控重型卧式车床、数控叶根槽铣床;定子需求数控大型落地铣镗床、数控龙门镗铣床、大型定子专用机床;汽轮机的叶片需求多轴联动加工中心。有许多国产高档数控机床可满足发电装备的需求,但仍有一些要依靠进口,如数控转子槽铣床等。

核电蒸汽发生器和火电锅炉需要的机床设备主要有超重型数控立式车床、超重型数控卧式车床、大直径镗杆落地镗铣床、五联动数控镗铣床和数控龙门镗铣床及多轴联动车铣中心等。核电反应堆堆芯的压力容器、稳压器、主泵及驱动机构的加工设备目前仍以进口机床为主。

我国核电装备制造业属于新的经济增长点,需要新材料、新工艺、新技术、新装备,对机床需要更大的规格、更大的承载以及更高的刚度和高可靠性。机床工具行业应当把核电作为重点服务对象,努力提高机床的可靠性和稳定性满足电力行业的需求。

3. 发电装备制造业对机床需求分析和预测

2008年电工电器行业累计完成固定资产投资2404.9亿元,同比增长46.6%,其中完成购买设备的资金为1030.0亿元,同比增长54.4%。购买机床资金占比没有分类统计数据,按照电工电器主机行业购买设备资金占比20%,其中购买机床资金占比25%计算,购买机床资金约50亿元。此外,电工电器主机行业之外的其他企业购买机床的资金约占全行业购买设备资金的8%,约有80亿元。两者合计,电工电器行业2008年购买机床设备资金约130亿元,占全国金属加工机床年消费额的10%左右。

根据电工电器行业2009年1-6月的统计数据,预计该行业2009全年购买机床的资金与去年大体持平,仍为130亿元左右。

(六) 铁路行业

1. 行业发展概况

铁路建设飞速发展,进度超前于规划。铁路“十一五”规划中2010年铁路运营里程目标定为9万公里以上,而实际到2008年末这个目标就已经完成了89%,达到了8万km(投资约3500亿元)。鉴于此种情况,铁道部在2008年11月末公布了新的调整后的“中长期铁路网规划”,将2004年国务院通过的“中长期铁路网规划”原规划中2020年铁路运营里程10万km的目标调整到12万km。时隔仅三个季度,情况又发生重大变化,据铁道部有关领导透露,“今年后几个月和明年我们还将争取批准新建铁路2万km左右,投资2万亿元以上”。其投资计划是,2010年投资7000亿元,当年运营里程9.2万km(2009年投资约为6000亿元,当年运营里程将达8.6万km,世界排位超过印度和俄罗斯,仅次于美国跃居第二);2011年投资7500亿元,当年运营里程为10万km;2012年投资7000亿元,当年运营里程为11万km。也就是说,调整过的“中长期铁路网规划”中2020年实现的12万km运营里程目标也将被大大提前完成。如此大规模、高密度的铁路建设是我国铁路建设史上前所未有的。

铁路发展重点将着眼于高速、提速、重载、大功率牵引和电气化。不论是铁路“十一五”建设规划还是调整过的“中长期铁路网规划”，我国正在建设以及即将开工建设的项目，不同的视角可以聚焦出许多不同的特点和热点，从技术和市场的结合面上看，除建设规模外，高速、提速、重载和电气化是其主要特点。

高速，体现在以动车组为标志的“四纵四横”和环渤海、长三角、珠江三角洲、长株湘、成渝及中原城市群、武汉城市群、关中城镇群、海峡西岸城镇群等城际快速客运专线的大规模建设方面。根据国际铁道联盟的定义，高速铁路是指营运速率每小时 200 公里的铁路系统。到 2012 年，我国将有 36 条客运专线投入运营，总里程将达 1.3 万 km。根据调整过的“中长期铁路网规划”，到 2020 年，建设客运专线 1.6 万 km。

提速，体现在以提高路网现有通道能力为目的的大规模改造方面，包括货运、货运专线和一般客运在内的运输速度将得到进一步提升。我国铁路的大面积提速从 1997 年到 2007 年十一年间总计进行了六次，与 1997 年第一次提速相比，主要城市间旅客列车的运行时间普遍压缩了一半以上。目前时速 120km 以上的线路延展里程达到 4.2 万 km，其中时速 160 公里及以上达到 1.5 万 km。在未来发展规划中，以复线建设、客货分线、电气化改造、大功率牵引机车和 120-160km 的新型通用货车、快速货车以及煤炭运输、集装箱运输、特种货物运输的专用货车等为主要技术手段的提速扩能建设占有相当大的比重。根据调整过的“中长期铁路网规划”，复线率和电化率将分别达到 50% 和 60%，而铁路“十一五”规划中将 2010 年的相应的目标均定为 45% 以上。

重载，体现在“中长期铁路网规划”中对既有线路的扩能改造方面，要求在大同（含蒙西地区）、神府、太原（含晋南地区）、晋东南、陕西、贵州、河南、兖州、两淮、黑龙江东部等十个煤炭外运基地和新疆地区，形成大能力煤运通道。与此相对应，铁路“十一五”规划中要求“强化煤炭运输通道”，具体目标为煤炭通道总能力达到 18 亿吨，并以此开展一系列扩能改造和新通道建设项目。在此背景下，作为载体的运输机车车辆，要求大力发展轴重 25 吨重载货运机车，23 吨轴重货车。

大功率牵引是高速、提速、重载、扩能目标下对机车发展的必然结果。我国在 2007 年铁路第六次

提速之前，就与西门子、东芝、庞巴迪、阿尔斯通合作引进了功率达 7200-9600kW 的电力机车制造技术（和谐 1、2、3 与和谐 1B、2B、3B），与 GE 和 EMD 合作引进了功率达 4660、4400kW 的交流电传动内燃机车制造技术（和谐 5 内燃机与和谐 3 内燃机）。这些大功率机车基本上已经试制成功，已经或即将进入批量生产，成为我国目前乃至今后铁路牵引的主力。

电气化是我国铁路发展的基本方向，在未来的铁路发展规划中占有相当的比重。铁路“十一五”规划中要求大力发展电力牵引，电力机车承担铁路运输总量的比重要达到 80% 以上，电气化改造线路达 1.5 万公里。

铁路装备需求急剧增长。伴随铁路建设规模和投资规模的飞速发展，对铁路装备的需求也将急剧增长，特别是与机床行业密切相关的装备也同样如此。据有关人士分析，铁路建设方面的投资构成主要包括桥涵、路基、轨道和机车车辆，占总投资额比例大致分别为 25-30%、10-15%、7-10% 和 10%。按此推算，2008-2012 年，仅用于新增机车车辆购置费用将达 3000 亿元以上。如果考虑到现有落后老化机车车辆的更新换代（据 GE 运输系统集团中国区总裁史德威透露，在与铁道部的会商中了解到，到 2015 年还将完成 5000 台内燃机更新换代），机车车辆购置费用还将大大增加。更为准确的消息来自铁道部有关领导的披露，即未来 4 年（2009-2012 年）安排机车车辆的购置费将达 5000 亿元。具体目标是，2012 年投入全国运营的动车组将达到 800 组以上，为 2009 年保有量的 4 倍；大功率机车达到 7900 台，占保有量的 40%。在车辆方面，2010 年客车保有量将达到 4.5 万辆左右，货车保有量将达到 70 万辆。以上所述仅指铁路需求，并未包括我国城市轨道交通的需求，根据目前公布的资料，到 2015 年我国将在 22 个城市建设 79 条城市轨道交通线，总长 2259.84 公里，总投资 8820.03 亿元。如果将此部分考虑进去，则需求还将有一个不小的增量。

2. 铁路装备制造对机床的需求

我国铁路飞速蓬勃发展对机床行业是重大利好，蕴藏着巨大商机。铁路对机床的需求按照产品和业务分工大体可分为四个层面。第一是轨道加工和高速铁路轨枕加工；第二是机车和车辆的制造；第三是车轮和车轴制造；第四是运行中的日常维护和维修。铁道部所属南车和北车两大集团 2009 年用于机

床采购金额 50 亿元这一数据，反映的仅是第二个层面的情况，如果将其他三个层面考虑进去，预计 2009–2012 年间每年用于机床采购的金额将超过 2009 年，约为 70 亿元左右。

轨道加工和高速铁路轨枕加工。提速和高速轨道的建设以及改造需要新型提速道岔，对数控道岔铣床、道岔磨床的需求将进一步增长。高速轨道铺设在完全不同于枕木的轨道板上，需求专用数控轨道板磨床，根据目前掌握的情况，大约每百公里需配置一台。

机车和车辆（包括动车组）的制造。动力部分，电力机车和电传动内燃机车（这是铁路规划中重点发展的车型）对机床的需求有较大区别。电力机车加工重点是电机定子、转子和电机轴等，而电传动的内燃机车加工重点是柴油机、发电机以及传动件。走行部分，最关键且加工量最大的是转向架部件（又称台车，包括机架、牵引杆装置、横向调节装置、悬挂装置、摇枕、旁承、基础制动装置、轴箱等）。不同机车车辆和不同速度下的机车车辆的转向架在结构和构成上具有一定差异。车体部分，不同机车车辆的车体基本上是一个钢制框架结构，需要进行局部面和孔的加工。总体而言，这些加工属一般性机械制造和柴油机制造范畴，通用性机床和专用机床需求较多，如大中型立卧加工中心、龙门加工中心、数控镗铣床、数控立车、数控精密磨床、珩磨机、曲轴车、铣床、凸轮车床和凸轮磨床等。其中的凸轮车床和凸轮磨床进口较多，机床行业还需努力。此外，机车车辆棚盖制造中还需要数控压力机、数控折弯机和锻压机，铝合金型材加工需求 4 轴以上龙门高速加工中心，主轴转速 6000r/min 以上，X/Y/Z 轴行程为 60/4/5m。

车轮和车轴制造。据有关单位三年前的调查统计，由于车轮和车轴属于消耗性零件，每年用于新增、更新、检修更换、出口以及城市轨道和厂矿（铁）路外的车轴需求量达 55 万根以上，车轮的需求数量更是数倍于此。有鉴于车轮和车轴对行车安全的直接关联，目前经铁道部批准的生产车轴的企业只有十家，面对如此需求规模，预计对机床的需求将有大的增长。带自动上下料的数控立车、数控卧式车床、数控外圆磨床、车轴铣端面三孔机床等，是需求的主要机种。此外，生产线方式是未来发展的趋势，如车轴精锻线、车轴加工生产线、车轮机加生产线、车轮精轧和精铸生产线等。

机车车辆运行中的日常维护和维修。虽属铁路中的维修服务领域，市场不小，也应予以关注。这类用户主要是遍布铁路沿线的机务段（分为内燃段和电力机务段）和车辆段，负责对运行中的机车车辆的日常维护和维修工作。维护和维修业务中最主要的工作内容之一是保障车轮和车轴的完好，对磨损的车轮、轴承进行及时的修复与更换，并在更换轴承时对车轴进行等级修理（轴承座部位直径可以减小 0.5 至 1mm 两档）。因此，用于车辆轮对（车轴和车轮的组合体）轮缘和踏面修理的数控车轮车床、用于机车轮对在不解体工况下轮缘和踏面修理的数控不落轮对车床、车轴轴承座等级修理的外圆磨床（磨削轮对车轴）是必配的设备。在该领域还有三点值得关注。其一，目前轮对上带制动盘的车辆越来越多（原低速车辆制动部位在踏面上，不存在此问题），车轮车床在加工修复车轮的同时，还必须考虑制动盘两侧制动面的修理与加工。其二，目前了解到，我国高速铁路上的数控不落轮对车床几乎被外国公司垄断，国产数控不落轮对车床存在很大的发展空间。其三，随着铁路部门的改革深入和列车跨局长途运行，维修工作量却在大幅增长，维护维修工作将越来越集中到枢纽地区的机务段和车辆段，以门式车轮车床为核心的包括超声波探伤和磨耗测量并自决恢复原型最小切削量的生产线，将成为未来的发展方向。

此外，随着我国铁路的发展，在线路的养护方面自动化程度也越来越高，养路机械需求剧增。据铁道部副部长王志国透露，到 2012 年还将配备 1000 台大型养路机械，也是值得机床行业关注的一个增长点。

（七）纺织机械行业

1. 行业发展概况

2008 年全国有 700 家纺织机械企业，工业总产值 726.42 亿元，同比增长 4.9%；利润 40.68 亿元，同比增长 9.6%，利润率 5.6%。从市场占有率看，国产纺织机械数量占到 80%，但销售额不足 50%，仍有 50% 以上的高档纺织机械需要进口。进口的主要设备有喷气纺机、无梭织机、针织大圆机、袜机、棉纺机械等。

2. 纺织机械行业对机床的需求

国家“纺织工业调整和振兴规划”明确要求淘汰落后产能，进行高起点的技术改造，研发具有国

际先进水平的纺织机械。在技术装备方面,要求具有国际先进水平的纺织技术装备比重提高到 50%;自主化国产纺织机械市场销售额占有率提高到 70%;纺织机械制造企业机床数控化率提高到 10%以上,骨干企业达到 15~20%。高起点的技术改造必然会增加对数控机床的需求,例如,作为行业技术改造先锋的青岛宏大公司,针对新型络筒机产品供不应求情况,进行了扩能技术改造,已有数控金切机床 69 台,数控化率达 24.9%,其中新建的络筒机厂数控机床 25 台,数控化率达到 96.2%,全部采用中高档数控机床。

发展中的高技术织机类型有箭杆纺织机、喷气纺织机、喷水纺织机、片梭纺织机和多向纺织机等,其中许多纺织机采用电脑控制和伺服技术。各类纺织机械主要零部件有机架、桁架、长轴、长框架体、齿轮、带轮、摆杆、连杆、主轴、齿轮箱、曲轴、凸轮等,都需求数控机床进行加工。

纺织机械行业需要各种中等规格的数控机床,如数控龙门式加工中心、卧式加工中心、立式加工中心、数控车床和数控成形机床以及激光切割机等。国产数控机床基本可满足纺织机械行业的需求。

3. 纺织机械行业对机床需求分析和预测

目前,纺织机械企业装备的多是普通机床,数控化率较低,其中的把关设备还是上世纪 90 年代进口的数控机床。调查中发现纺机企业对国产数控机床的认识仍停留在上世纪的感知上,因此有必要加大国产数控机床对纺织机械行业的推广力度,充分发掘该行业蕴藏的市场潜力。

纺织机械行业固定资产投资逐年增加,2008 年纺织工业固定资产投资 2724.39 亿元,同比增长 6.75%,其中纺织机械制造业完成投资 57.74 亿元,同比增长 8.68%,其中机床投资在 23 亿元左右。2009 年纺织机械制造业计划投资 49.6 亿元,其中机床投资 20 亿元左右。

(八) 农业机械

1. 行业发展概况

农机产品包括了农林牧渔等多个小行业所需机械,最主要的产品有大中型拖拉机、小型拖拉机、收获机械(包括联合收割机、收割机、其他收割机等)、场上作业机械(包括脱粒机、扬场机等)、农业运输机械(包括农用运输车、拖拉机挂车等)、粮食加工机械、饲料加工机械、棉花加工机械和离心

式清水泵等。

全国农机行业规模以上企业 2008 年超过 2000 家,农机工业总产值由 2003 年的 753 亿元猛增至 2008 年的 1900 亿元。2009 年尽管农机行业的外商投资大幅减少,但是企业自筹和其他来源资金投入仍很大,全行业固定资产投资增速高达 53.1%。今年 1~5 月份,农机企业累计实现工业总产值 902 亿元,同比增长 23%。补贴类主要农机产品中的大型、中型、小型拖拉机同比分别增长 50%、33.21% 和 1.32%;联合收获机同比增幅高达 61%;场上作业机械、饲料生产专用设备同比增长 26.24% 和 3.76%。

“装备制造业调整和振兴规划”对农业和农村的主要任务是,以国家新增千亿斤粮食工程为依托,大力发展大功率拖拉机及配套农具、节能环保中型拖拉机等耕作机械、通用型谷物联合收割机、新型半喂入式水稻联合收割机、高效玉米联合收割机、自走式采棉机等收获机械、免耕播种机、节水型喷灌设备等。适应新农村建设、农业现代化的需要,重点发展农产品精深加工成套设备、灌溉和排涝设备、沼气除料设备、农村安全饮水净化设备等。

2. 农业机械行业对机床的需求

农机的核心部件是发动机,绝大多数由内燃机专业生产企业配套提供,农机企业自制的零件主要是冲压件、箱体和轴类零件,需要冲压机床、数控车床、数控铣床、卧式加工中心等机床等。除部分企业在大型箱体类零件加工中认为国产卧式加工中心、柔性线以及对刀仪等尚不能满足精度、可靠性等方面的要求,需要进口外,其他机床均可以由国内提供。

3. 农业机械行业对机床需求分析和预测

预计 2009 年农机工业总产值有望实现 15%~20% 的增长,总量达到 2200~2300 亿元,其中大中马力拖拉机产量将达 22~23 万辆,自走式联合收割机的产量将达 9~10 万台,非补贴农机产品的增长率可能在 5% 左右,其中农用运输机械会下降,农机配件将有望增长。

2009 年,国家用于农机补贴资金达到 130 亿元,比上年增加了 70 亿元,使今年农机销售旺季异常火爆,预计将拉动农机工业销售产值 855 亿。突增的市场暴露出农机企业产能严重不足,出现了供不应求的局面。扩大农机具补贴力度,对推动和进一步繁荣农机具市场起到了积极作用,同时也将拉动

机床需求的进一步增长。

二、2010 年机床市场需求预测

根据本次调研结果以及对我国经济发展形势的综合分析判断,预测 2009 年机床消费总额将与 2008 年基本持平,仍将达到 190 亿美元左右。2010 年机床消费总额将在 2009 年的基础上有所增加,超过 200 亿美元以上,创历史新高。主要依据如下。

第一,国际金融危机下的我国经济形势继续向好发展。虽然国际金融危机对我国的经济产生了诸多不利影响,但由于国家果断采取了一系列应对国际金融危机、促进经济平稳较快发展的一揽子计划和政策措施,努力化挑战为机遇,在全球率先实现经济形势总体企稳回升,应对国际金融危机冲击、保持经济平稳较快发展取得了重大成就,这是我国目前经济形势的主流。国家统计局公布的今年 1-9 月统计结果,也以不争的数据表明了我国经济形势正向“企稳回升势头逐步增强,总体形势积极向好”方向发展。

第二,多种因素拉动机床消费平稳增长。其一,国家制定出台了一系列“扩内需、保增长、调结构”的政策和措施,如引导并扶持 10 个行业的“调整和振兴规划”以及在此之前制定的诸如全面实施增值税转型、鼓励企业技术改造、减轻企业负担、加大金融对经济增长的支持力度和针对鼓励使用国产首台套设备的优惠政策等,惠及国民经济众多行业和部门,作为国家基础装备业的机床行业也在其中。其二,与机床消费密切相关的汽车、能源、船舶、轨道交通、航空航天等领域众多国家重大建设项目的陆续实施,为机床行业的发展提供了良好的发展空间。其三,与机床消费密切相关的众多领域的固定资产投资规模将继续保持增长,将进一步拉动机床的消费。2008 年全社会固定资产投资 17.2 万亿元,同比增长 25.5%。2009 年全社会固定资产投资增长速度达到 30%以上,预测 2010 年我国固定资产投资政策不会有大的调整。其四,淘汰落后产能,产业结构调整和产品优化升级已经成为各行业各部门的共识和共同行动纲领,将给机床行业提供许多新的发展机遇。同时,机床行业经过多年发展积淀的技术潜能,也将会在这种变革中得到充分的发挥和应用,2008 年国产金属加工机床市场占有率 61% 的份额也将有望得到进一步提高。

三、思考与建议

1. 结构调整和转变发展方式是未来工作的重点

国际金融危机给我国经济带来前所未有的困难,也使我国经济长期以来存在的深层次问题进一步显现,并在相当程度上放大了国际金融危机对我国经济的当期影响。以科学发展观下的可持续发展战略方针为指导,调整经济结构、调整产业结构、调整产品结构,促进经济发展方式的转变,其必要性、重要性和紧迫性日益得到决策层、经济界和业界的一致认同,并成为中央经济工作确定的明年 6 项任务之一。作为国民经济装备主要提供者的机床行业,更应该走在这种调整和转变的前列,成为这种调整和转变的促进者和推动者。

2. 进一步增强企业自主创新能力

国际危机的一个重要启示是,提高自主创新能力是提高经济发展质量、抵御市场风险的有力武器。一个缺乏自主创新意识,不注重提高自主创新能力、没有自己品牌和经营管理特色的企业,最终将步入落后产能行列而被市场所抛弃。为应对国际金融危机,国家投入 4 万亿拉动内需的举措,不仅是一种应急措施,更为企业提供了一种理性思考、自我完善的机遇。如此大规模的救市行动,不知今后何时还会再有,真正能使企业走上健康可持续发展之路的本源,还在于企业内生的动力。珍惜并抓住这次难得的机遇,未雨绸缪,不断增强企业的自主创新能力,是保障企业兴旺发展的正确选择。

3. 中高档数控机床是市场需求的主流和重点

不但汽车行业、航空工业、船舶、发电装备制造业、轨道交通装备制造业等行业是如此,其他传统行业也同样如此,例如纺织行业、农机制造行业和石油钻采输送装备制造业等。青岛宏大纺织机械厂就是一个典型的例子,其加工设备几乎全部采用中高档数控机床。虽然作为中高档数控机床标志的高速、高精度、复合、柔性、多轴与多轴联动、智能、高刚度、大功率等技术性能对不同行业和企业的应用需求各有侧重,但是总的需求趋势是在向中高端方向发展。

4. 提高国产数控机床在关键加工领域的国产化率水平

我国数控机床经过多年的努力,已经取得长足的进步,但在关键加工领域,进口机床依然占据着

主力位置是一个不争的事实。提高国产数控机床在关键加工领域的国产化率,是机床行业发展中不可回避的问题。当我们已经成为数控机床产量上的世界巨人后,水平问题到了应该加以解决的时候了。为此,建议加大汽车和航空等领域重大装备的研究,汽车和航空领域对装备的需求长久以来一直引领着机床制造业的发展方向,代表着现代制造业的最高水平。二者有很多相似之处,也各有其特色。汽车行业的装备更多体现的是集成和自动加工线,而航空装备更多体现的是高速、高精、多轴联动和复合。我国机床工具行业今后的发展方向、发展目标以及具体的功能和性能指标,大致也囊括其中。此外,汽车和航空等领域在看得见的未来,将是机床工具行业主要用户和重要的用户,汽车和航空等领域对机床的需求也将成为机床行业主要的经济增长点。因此,加大汽车和航空等领域重大装备的研究,不仅对机床行业的自身发展具有重要意义,而且对这些行业的可持续发展也具有重要意义。

5. 提高为用户提供全面解决方案的能力

随着市场经济的发展,企业的市场地位发生着深刻的变化,面临从单纯的产品制造者、推销者向服务提供者角色的转变。目前很多企业仍然把服务局限于“三包”概念内,对于如何当好用户的工艺师还很不适应。本次调研中我们发现,用户要求提供集成与整体工艺装备解决方案的增多,特别是大批量生产的企业,最典型的如汽车、汽车零部件配套以及摩托车行业,还有油气输送、电子信息产业、农机制造业等,自动生产线是主要的生产加工设备,往往要求成套提供甚至延伸到整体工艺装备解决方案。机床行业在这方面还有不小的差距,与市场需求脱节,大都仍然止步在单台套供应阶段,坐失不少商机。本次调研中的华泰汽车鄂尔多斯基地就是典型一例,本来首选国产缸体,缸盖自动生产线,因国内企业没有对原先生产线的缺陷持续改进,因而不能满足用户需求,最终导致该公司4亿多资金进口国外生产线。

6. 高档数控重型、超重型机床市场仍然有市场空间

随着工业发展和技术进步,很多关系国家命脉的重要产品向大型化和重型化方向发展。如发电装备中汽轮机、水轮机、发电机、核能反应堆壳体壳盖;船舶及船用配套设备中的大型结构件;航空工业中的大飞机零部件以及航天工业中新型大推力

火箭的大型结构件等。本次调研的结果显示,我国一些重型机床应用领域,如重型机械行业、能源发电行业、船舶制造业以及工程机械等行业,大规模的技术改造已近结束,连年高速增长的市场需求或将出现一些变数,企业对未来大型机床市场预期应持谨慎态度。但对高档数控重型、超重型机床的需求,无论是“填平补齐”、“解决瓶颈”的需求还是国民经济重点新兴发展领域的需求,仍然存在一定幅度的市场发展空间。

7. 特性化高效率专用机床市场需求增多

特性化高效率专用机床需求原本存在于每个行业,由于其“专”和市场面“窄”往往不被重视。但目前情况正在发生一些重大变化,由于市场化、专业化、产业化和国际化的发展,原来通用机床加工的许多零件改用更经济更高效的专用机床加工,“小产品、大市场”现象已经屡见不鲜。例如轨道交通行业用于高速铁路路基的数控轨道板磨床,数控道岔铣床、机车车辆维修用的轮与轴专用机床等。还有日益在航空工业以及兵器行业得到广泛应用的复合材料制品数控专用铺带(丝)机以及飞机部装和总装都需要的数控自动钻铆机等。

8. 进一步提高产品质量和售后服务质量

参与本次调研的人员有一个共同的感受,国产机床的质量和售后服务质量仍是用户最关注、反映最强烈的问题。国产机床可靠性差、精度保持性差和售后服务差不是个别企业的意见,带有相当的普遍性。国产机床价格低的优势和宣传不再对用户具有吸引力,在价格和品质的权衡中,除非缺钱急于解决“有无”,否则对“品质”的预期永远是首选。在一时的便宜和拥有后的长期烦恼困扰中,更多的用户将做出相反的选择。国产机床很少进入关键加工领域,技术落后仅是问题的一个方面,有了机会本该做好而没有做好是问题的另一个方面。“精益制造”、“精品工程”、“不但要成为制造大国,而且要成为制造强国”等等宏愿应该成为我们行动的纲领。

9. 建议国家采取适当政策淘汰老旧机床

我国目前机床拥有量超过600万台,其中约有200万台是役龄超过25年的老旧机床,固定资产折旧早已为零。调研中发现,这些几经反复大修的老旧机床仍在生产一线大量使用,耗能大、生产效率低、故障率高、环保性差(漏油、漏水、噪声大)、安全隐患多、备品备件缺乏、可维修性每况愈下,属于名符其实的落后产能装备。(下转76页)

能源装备工业设备需求分析

能源是国民经济和社会发展的基础产业和公用事业，是人类生存和发展的重要物质基础，也是当今国际政治、经济、军事、外交关注的焦点。电力工业是能源工业的重要组成部分。为了科学地发展我国电力工业，国家制定了“优化发展火电、有序发展水电、积极发展核电、加快发展气电、大力发展风电”的方针。国家三年振兴规划的第一重点领域是高效清洁发电，彰显出核电、风电市场前景广阔。

核电、风电的迅速发展将给机床工具行业带来巨大的发展空间。可是这个发展空间在哪里呢？为此，中国机床工具工业协会在近两年对能源装备行业一些重要企业进行了调研，重点了解发电（核电和风电）领域用户对高档数控机床的需求，了解急需高档数控机床的品种、规格、精度等技术指标，了解“核电和风电”重点制造企业的典型关键部件的工艺要求。

1 电力工业概况

“十五”以来，我国电力工业得到飞快发展。截止 2009 年底，我国发电装机容量 8 亿 kW，其中火力发电约 6 亿多 kW，水力发电约 1.75 亿 kW，核电约 0.1 亿 kW，风电约 0.1 亿 kW，年发电量近 4 万亿 kWh。我国以亚临界、超临界火力发电机组占火力发电的 75%，自主制造的 70 万千瓦超大型水力发电机组促进了水力发电的快速发展，60 万 kW 核电机组和 100 万 kW 压水堆核电机组已经形成核能发电能力。据预测，到 2020 年我国核电将占全国发电总量的 4%，而风力发电近年来发展迅速，目前已经位居世界前列。

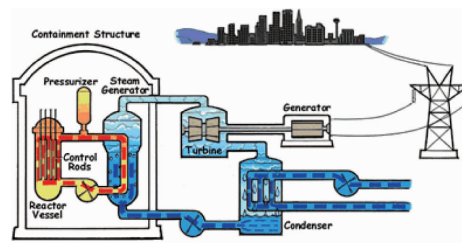
电力工业装备主要包括两大部分，即发电设备和电网设备。其中发电设备主要分为火电、水电、核电、风电、气电以及太阳能、潮汐能、地热能、生物能等。目前，我国仍然以火力发电为主，水力发电在快速增加，并将逐渐增加核能发电和风力发电。

随着国民经济的快速发展和生活水平的不断提

高，对能源的需求越来越高。但是，不可再生能源的有限性以及不可再生能源对生态环境带来的恶化，引起国际社会的普遍关注。另外，我国已经对世界正式承诺，到 2020 年国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 40%~45%，非石化能源占一次能源消费比重达到 15% 左右。2008 年，我国的能源消费总量，非石化能源比例尚不足 8%，而且其中 7.4% 为水电。要达到上述目标，必须加大能源结构调整，大力发展清洁能源和可再生能源。核电属于清洁能源，风电属于可再生能源，是大力发展的主要对象。

2 核电发展

核能发电是核电站通过核反应堆把原子核变化过程中所释放的巨大能量转化为电能，反应堆运行时通过链式裂变反应放出的热量由载热剂（冷却剂，如水）带出，进入蒸汽发生器，用来代替火电厂中烧煤或烧天然气来加热水，使之变成蒸汽，推动汽轮机，带动发电机来发电。从其发电的原理上看并不复杂，但是制造和控制核电站使其发电则难度很大，结构也极为复杂。核电装备制造是为核电站设备制造的一部分。



2.1 我国核电的现状和市场需求

(1) 我国核电的现状

在能源短缺和环境恶化的双重压力下，很多国家纷纷制定本国电能源结构调整政策，掀起了核电发展热潮。在新一轮全球性核电站投资高峰期，发展中国家中，中国、印度和巴西都制定了发展核电的计划，增加核电在电力能源中的比重，以减少对石油和煤炭的依赖和环境的污染。

我国的核电工业起步较晚，核电设备的制造能

力有限。迄今为止,我国已建了4个核电站,共11个核电机组,总装机容量900万kW,约占总装机容量的1%。目前,我国正处于电力需求高速增长期,并提出改变过度依赖煤炭的单一能源的局面,实施多元化能源供应战略,将高效、清洁的核电列为重点发展对象,并提出我国核电发展战略。从长远的经济发展和能源需求来看,中国将成为世界最大的核电市场。

我国核电装备制造业主要集中在上海、四川、黑龙江三地。但是,国内具有装备制造能力的省份都在积极发展核电装备制造,以分享核电装备制造的巨大市场蛋糕,部分省份将目标锁定在核电辅助设备制造上。上海、东方、哈尔滨的“三大动力”不仅是我国火电和水电装备的制造基地,同时也是核电装备的制造基地,而且“三大动力”都具备生产和制造核电装备的能力。上海成立了“上海电气核电设备有限公司”,在临港建造的核电装备制造基地,已经初具规模,将达到成套生产核电站核岛中主要部件的能力,进一步提高其在核电设备的市场占有率。黑龙江省以哈尔滨为核心,并利用“中国一重”的大型铸锻件的优势,形成了生产核电装备的能力。四川东方发电设备集团也具有生产核电装备的能力。在广州南沙开发区也建设了核电装备制造基地。

(2) 我国核电装备的市场需求

在能源短缺和环境恶化的压力下,面对能源的新形势和能源长远发展规划,我国在“十五”期间就提出调整能源结构,积极推进核电的战略,进入“十一五”将核电发展战略从“适度发展”向“积极发展”转变。2006年国家制定了《核电中长期发展规划》。规划确定的我国核电发展目标是:到2011年在运行核电装机容量1200万kW,到2020年新建31座核电站,在运行装机容量4000万kW,在建核电装机容量1800万kW。为达到这一目标,我国今后每年至少要新开工建设2个百万kW级核电机组,总共需要投资5000多亿元。按经验数据表明,核电装备投资占到核电站总投资的55%左右,到2020年对核电站的装备投资将达到约2750亿元(其中核岛部分约1200亿元,常规岛约900亿元,辅助部分约650亿元)。装备投资中约40%用于购买各种机床设备,约1100亿元。目前,核电装备制造所使用的机床设备绝大部分依靠进口,主要是国产机床稳定性和可靠性达不到要求。

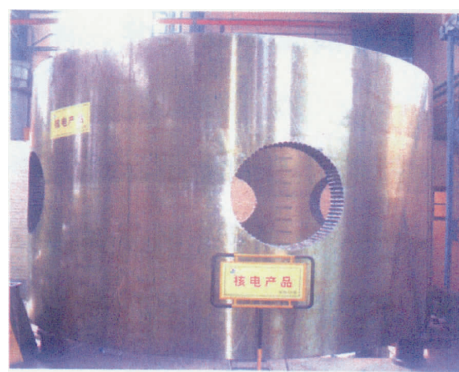
2.2 核电装备制造需要的机床设备

核电站的装备主要包括三部分:核岛(一回路)、常规岛(二回路)、辅助装备等。目前,核电站多采用轻水堆,包括压水堆和沸水堆,其中压水堆是未来主要采用的堆型。压水堆的堆芯紧凑,作为慢化剂和冷却剂的水,具有优越的慢化性能,价格较低廉的优点。压水堆由两个回路组成,其工作原理是:一回路和二回路经过蒸汽发生器进行热交换:一回路的水将核裂变产生的热量带至蒸汽发生器,将二回路的水变成蒸汽,经过稳压器,推动汽轮机转动后,蒸汽经过三回路冷凝成水,再回到蒸汽发生器再加热变成蒸汽,汽轮机带动发电机发电。业内通常将一回路称为核岛部分,将二回路为常规岛部分。

压水堆的核岛部分由反应堆堆芯、蒸汽发生器、稳压器和主泵组成,其中反应堆堆芯又包括压力容器、核燃料棒束、驱动机构等部件;常规岛由水泵、汽水分离器、蒸汽轮机、发电机、蒸汽凝结器等组成;此外还有支持系统正常运行和保证反应堆安全的辅助设备。这些是核电站设备的主要产品。完成这些设备的主要部件可分为以下几种类型,需要不同机床设备进行加工。

(1) 核岛部分

核岛部分主要由反应堆堆芯、蒸汽发生器、稳压器和主泵组成。其中反应堆堆芯又包括压力容器、核燃料棒束、驱动机构等部件。



一重试制压力容器接管段筒体

压力容器壳体、蒸汽发生器壳体、稳压器壳体等大型圆桶类部件。这些部件的形状有类似的地方,都是两端带有封头的圆桶型部件,但是直径和高度有差别。压力容器和蒸汽发生器的直径根据取决于核电站发电机组的大小。目前,主要生产百万kW级核电设备,压力容器的直径在 $\phi 5\sim 8\text{m}$ 或更大,长度

约 20m 分为 4~5 节，焊接而成，材料为 5083 型特种钢。毛坯为圆柱型锻件，需要万吨压力机加工，主要机床装备有：加工直径 $\varphi 22\text{m}$ ，高 12.5m 超重型数控立式车床、加工直径 $\varphi 7\text{m}$ ，长度 25m 超重型数控卧式车床、镗杆直径 $\varphi 260\text{mm}$ 和 $\varphi 300\text{mm}$ 八轴五联动数控镗铣床（承重 250t）、8m×25m×8.5m 八轴三联动数控龙门镗铣床、 $\varphi 500\times 3000\text{mm}$ 五轴联动车铣中心等。这些设备达到一般国家标准就能满足加工要求，主轴转速和快速移动也没有特殊要求，但由于没有备件，不准出现任何差错，所以除了规格大以外，重要的要求是稳定性和可靠性。为此，目前主要采用进口设备。

主泵设备。一座核电站需要 15 种 200 多台各种泵。这些泵分为 1、2、3 个级别，其结构都属于离心泵系列。其中主泵（1 级泵）是位于核岛心脏部位的关键部件，是核电运转控制水循环的关键，属于核电站的一级设备，每个蒸汽发生器有一个主泵。核岛中主泵的结构并不比其它泵复杂，但是要求极高，要求具有绝对的可靠性，主泵要求连续运行至少 30 年不准出现任何问题，是核反应堆中唯一国内目前做不了的设备，完全依赖整机进口。主泵直径约 $\varphi 2\text{m}$ ，高 5~6m，其主要部件分为两类：承压部件（包括泵体、泵盖、主螺栓、主螺母等）和功能部件（包括叶轮、叶轴、密封件等）。目前，已有企业正在与国外企业进行联合研制，并着重解决工艺技术问题，大约需要 8~10 年的消化吸收时间。目前该厂正在研制和生产 2 级泵，2 级泵的种类有多种，各种泵的名称和功能不一样，但是原理基本一样。如安全壳喷淋泵，该泵平时不用，但要求核岛在产生故障时 6s 钟内启动，起到降温的作用，需要进行在各种恶劣环境下（如地震）的试验。我国在 2008 年底完成了样机，已开始承接生产合同，应当说已经具备生产 2 级泵的能力，并在引进技术的基础上自主开发第三代技术的 2 级泵。我国已经能批量生产核电用 3 级泵。泵的箱体（定子）是在一个约 500mm 的实心正方体挖（加工）出来的，仅粗加工就需要约 20 天，差不多车、铣、镗、钻、攻丝等所有工序都需要。

承压部件（包括泵体、泵盖、主螺栓、主螺母等）。泵体和泵盖加工需要的设备主要有大型数控立式车床、数控落地铣镗床、龙门加工中心等设备。在“高档数控机床与基础制造装备”重大科技专项中所制定的主要技术参数指标基本能满足加工的要

求，但是目前使用的精加工设备主要依靠进口。

主螺栓、主螺母等加工比一般螺栓和螺母要求高，但是主要是材料和刀具选择问题。

功能部件（包括叶轮、叶轮轴、密封件等）。叶轮和叶轮轴加工需要的设备主要有五轴联动加工中心、数控车床，大型数控卧式车床等。在“高档数控机床与基础制造装备”重大科技专项中所制定的主要技术参数指标基本能满足加工的要求，但是目前精加工设备主要依靠进口。

驱动机构部件。在核岛的上部有控制核燃料棒的驱动机构，主要是用环行移动的数控小车，该小车的结构并不复杂，主要是控制定位精度要求很高，使用的材料与核岛内其它设备一样，有特殊要求。加工难度主要与刀具选择有关。

(2) 常规岛部分

常规岛部分主要由蒸汽轮机组、发电机组、水泵、汽水分离器等组成。



蒸汽轮机。核电蒸汽轮机的原理和结构都与火电（燃煤）蒸汽轮机基本相同，但是也有不同之处。如同样为百万千瓦级的蒸汽轮机组，核电蒸汽轮机的直径比火电蒸汽轮机要大一些，使用的材料也有部分不同，制造要求更高。主要加工零件为叶片、定子、转子等。主要加工机床有用于加工叶片的不同型号（最大叶片长度超过 1600mm）四轴、五轴联动加工中心，用于加工转子的数控重型卧式车床、数控叶根槽铣床，用于加工定子的数控大型落地铣镗床、数控龙门铣床、大型定子专用机床等。如加工一个重达 200 多 t 的 60 万 kW 汽轮机转子，需要回转直径 $\varphi 3.5\sim 5.0\text{m}$ 、长 15~20m 的重型卧车；加工涡轮叶片需要五轴联动加工中心；加工中压缸、高压缸需要龙门宽 7.5~8m，长 22m 的数控龙门铣床和重型数控立式车床以及镗杆直径 $\varphi 200\sim 260\text{mm}$ 的数控落地铣镗床等。对这些机床并没有特殊的要求，一般情况下，具有能满足火电蒸汽轮机加工需要的机床，基本上也能满足核电蒸汽轮机加工的要

求。在这些机床设备中,大部分中小型叶片加工用四轴、五轴联动加工中心和转子主轴加工用数控卧式车床等,国内基本可以满足要求。但是大型叶片加工用加工中心和数控叶根槽铣床等数控机床目前主要依靠进口。除了个别机床如数控叶根槽铣床外,大部分机床设备在“高档数控机床与基础制造装备”重大科技专项中所制定的主要技术参数指标基本能满足加工的要求。

发电机。核电发电机与火电发电机基本相同,两者的加工设备也没有什么不同。在一般情况下,能满足火电发电机加工需要的机床,基本上也能满足核电发电机加工的要求。

主要加工零件为定子、转子等。主要加工机床有用于加工转子的数控重型卧式车床、数控转子槽铣床,用于加工定子的数控大型落地铣镗床、大型定子专用机床等。目前,在这些需要的高档数控机床中,部分机床国内可以满足需要,但是部分机床设备如数控转子槽铣床等仍然依靠进口。除了个别机床如数控转子槽铣床外,大部分机床设备在“高档数控机床与基础制造装备”重大科技专项中所制定的主要技术参数指标基本能满足加工的要求。

水泵。主要由专业水泵生产厂提供,加工设备没有特殊要求。

汽水分离器。属于容器类,主要是圆桶类零件加工,主要设备是卷板机、焊接设备等。

(3) 辅助装备部分

辅助装备部分主要是指支持核反应堆系统正常运行和保证反应堆安全的辅助设备。主要辅助装备如:核反应堆控制设备、各种仪器仪表、各种管道、阀门、冷却装置以及各种核辐射防护设备等。这些辅助装备的制造加工,其所需要的机床设备没有特殊要求,国产机床基本可以满足需要。

3 风电发展

风力发电的历史并不长,但是经过近 20 年的发展,风电技术取得巨大进步。现在兆瓦级(MW)风电机组已商品化成批生产。目前,国内正在生产制造的大多是 1~2MW;最大的已达到 3MW。5~6MW 大型风电机组样机已经开发出来。目前世界风电发展走在前面的国家是德国、美国、荷兰、丹麦等。

随着技术的发展,直驱式风力发电机组发展很快,这是一种由风力直接驱动发电机,亦称无齿轮



风力发电机。该种电机采用多级电机与叶轮直接连接进行驱动的方式,免去齿轮箱这一传统部件。由于齿轮箱是在风力发电机中属于易过载和过早损坏率较高部件,因此没有齿轮箱的直驱式发电机具有低风速时效率高、低噪音、高寿命、减少机组体积、降低运行维护成本等优点。但是由于电气技术和成本等原因,发展较慢。随着技术的发展,其优势将逐渐凸现。目前,国内多家企业正在进行直驱式风力发电机的开发研制。

3.1 我国风电的现状和市场需求

(1) 我国风电的现状

我国风电起步较晚,近几年风电装机容量增加较快,2005 年我国风电装机容量为 127 万 kW,2006 年新增 100 万 kW,发展速度非常快,2009 年我国风电装机容量位居世界前列。目前,我国风电设备的生产制造,从由国外提供成套设备或引进技术和部件在国内组装,逐渐向自主研发开发转变,国内风电设备产业发展迅速,制造厂家不断增加,已经形成相当大的制造能力,而且不少地方都在扩建和新建风电设备制造能力。目前,国内风电整机设备制造企业主要有:新疆金风、大连华锐、西安维德、四川东汽等,南京高速齿轮箱有限公司是国内风电机组的变速箱(升速箱)的主要生产厂。但是,由于风电在我国呈爆发式发展,设备制造业也一哄而上,比较混乱,有必要进行调整,并向高端发展。国外风机设备制造商也看好中国市场,如丹麦 VESTAS、美国 GE、西班牙 GAMESA 等,纷纷在中国投资建厂。

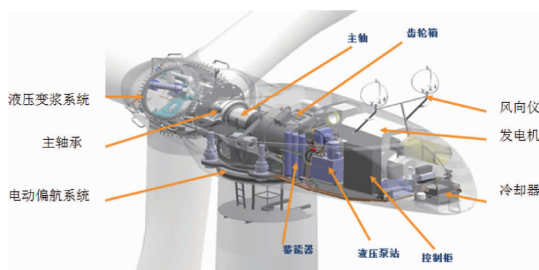
(2) 我国风电的市场需求

我国可开发利用的风能资源丰富,主要分布在西北、华北、东北以及东部沿海和岛屿等地带。这些地区在冬季和春季风大,降雨量少,夏季和秋季风小,降雨量大;与水电的枯水期和丰水期有较好

的互补性。但是目前利用率低，风力发电前景广阔。在《可再生能源法》中将风电作为鼓励发展的重点，因此国内很多省份都在大力增加对风电的投资，风电设备制造发展很快。预计 2010 年我国风电装机容量将突破 2000 万 kW，2020 年装机容量规划将达到 4000~6000 万 kW，其中陆地规划装机将超过 4000 万 kW，海上将超过 400 万 kW。很多省、自治区都做了大规模发展风力发电的规划。目前，风电场的主要投资中风电机组占了 70% 以上，而机组中部分关键零部件还依赖进口。如果全部实现风力发电国产化，预计可降低风力发电机组成本 30% 以上，同时，极大地拉动我国机械制造及相关产业的快速发展，市场前景十分看好。

2.2 风电装备制造需要的机床设备

风电站装备主要包括以下几部分：液压变桨系统、齿轮箱（升速箱）部分、发电机组、叶片部分、塔基和变电站等。目前，风力发电逐渐向大功率机组发展，而且风力发电机组要求可靠、寿命周期长，因此对零部件的精度、功能要求高。随着风力发电技术的发展，风电机组的原理和结构也在发生变化，未来的风电机组在向结构简单化，体积减小的方向发展。我国正在加紧开发、研制无齿轮箱风力发电机组。目前，已经开发了无齿轮箱变速变桨永磁风力发电机组，正在研制“变速恒频风力发电机组”和“直驱型变速风力发电机组”等，代替带齿轮箱传动的异步发电机组，具有制造成本降低，运行可靠，维修简便等优点，并具有自主知识产权。



目前，正在生产最多的是有齿轮箱风力发电机组，由于结构比较复杂，完成其各种部件的制造，需要不同机床设备进行加工。

(1) 轮毂

轮毂为球形，材料为球墨铸铁，加工后直接安装在主轴上。根据发电量的不同轮毂的大小不同。对于常规的轮毂需要加工部位可分为主轴系与叶片

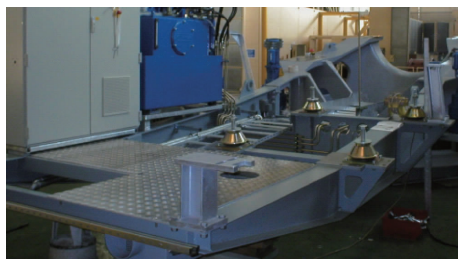
孔系两部分。一般采用数控立车与数控镗铣床来加工。用立车加工回转孔。由于在主轴孔的端面位置还会有一些销孔或螺纹孔，为了避免重复装卡，可选用带有钻铣功能的复合铣车机床。对于加工叶片与主轴系带角度的轮毂，镗铣床需要配有专用夹具，此夹具的角度与叶片、轮毂夹角相同，通过自动或手动来旋转叶片位置。



(2) 机舱前后支架

前后支架是机舱壳体和机舱内其它部件固定的基础。机舱的底座有两个支架：前支架为球墨铸铁件，上面安装有主轴、增速齿轮箱、偏航驱动减速机，下面安装有带齿轮的偏航轴承、偏航刹车装置。前支架的加工主要在数控龙门铣上完成。

后支架为焊接件，与前支架连接固定。后支架上安装有发电机、液压系统和机舱控制柜等。



(3) 齿轮变速箱 (升速箱)

风机的变速箱主要由箱体、行星轮系和变速机构等组成。

变速箱体加工。该箱体属于大型箱体，根据发电量的不同，直径约 $\varphi 2\sim 3\text{m}$ ，大部分为分体结构。加工需要镗杆直径约 $\varphi 160\sim 250\text{mm}$ 的数控落地铣镗床，大型卧式加工中心、龙门加工中心等，要求精度保持性要好，加工精度要求较高。目前主要使用的是进口设备。从技术参数上看，在“高档数控机床

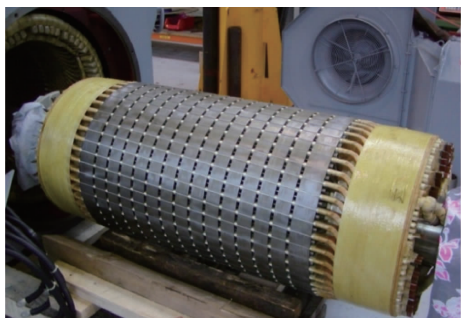
床与基础制造装备”重大科技专项中列入的技术参数指标基本能满足加工要求。

齿轮加工。变速箱内的齿轮加工量很大，需要对大型内齿圈、圆柱直齿轮和斜齿轮等进行成批生产。主要加工设备为大型数控立式滚齿机、数控插齿机、数控磨齿机等。这些齿轮加工机床中，大规格数控齿轮机床普遍要求高效、重载、重切、刚性好的特点，目前主要依靠进口，中小型使用国产。其中大规格、大模数齿轮和齿圈采用数控成型铣齿机和数控成型磨齿机，数控成型铣齿机要求大切深、大进给、滚速高；数控成型磨齿机要求精度达到 5 级以上，自动化程度高、自动调心、自动测量、自动修形、稳定性高，机床基本上都是进口。



(4) 发电机组

风电用发电机组的原理和结构与火电等其它发电机基本一样。风电大都使用千瓦级发电机，比火电使用的万千瓦级发电机，属于不同级别的机组，从制造角度上看没有太大难度，能制造火电发电机组的企业，应当能满足制造风电用发电机组的要求。但是，风电发电机要求使用寿命达到 20 年以上，对其稳定性和可靠性要求更高。另外，风电采用变频联调和空-空冷却等设备，也有一些特殊的要求。



(5) 叶片

风机的叶片大多采用环氧玻璃纤维或碳纤维等复合材料制作。叶片设计主要采用全三维气动仿真和结构有限元仿真，使用真空灌注工艺进行叶片生产。机械加工较少，部分需要冲切成型。叶片的变桨机构主要有变桨电机、减速器和变桨控制器等。对制造设备没有特殊要求，国内机床可以满足需求。



(6) 偏航机构

偏航系统采用四个电动行星减速机构来完成偏航工作。偏航操作通过读取风向仪的风向信号用以监测偏航操作。

偏航机构主要部件是带内外齿的大型轴承和 4 个小齿轮和变速装置等。该种大型轴承目前国内还不能制造，主要依靠进口。国内“天马股份”将进行偏航机构用的大型轴承开发制造。其加工设备主要是一些要求较高的专用机床装备，齐重数控装备股份有限公司展出的三台大型数控专用机床，就是为加工制造风电大型齿轮的设备。



(7) 塔桶

千瓦级风力发电塔桶一般采用普通钢板材料，



辊压卷曲焊接而成。其直径约 3~5m，高约 80m，内部设有升降机构。制造的设备主要需要大型卷板机、

焊接设备和大型切割设备等。

(8) 其它部件

机舱外壳、偏航刹车、风速仪、雷电保护、控制系统等。需要的加工的机床设备没有特殊要求，国产机床可以满足需要。

4 小结

核电、风电属于新兴产业，需要新材料、新工艺、新技术、新装备。机床工具行业应当重视核电、风电的这种需要，作为重点服务对象。

核电、风电装备制造需要的机床特点是大规格、大吨位、高刚度、高可靠性。目前国产机床的可靠性和稳定性普遍达不到要求。虽然用户对可靠性和稳定性没有提出定量指标，但也是个重要的技术问题，是个难度很大的系统性工程。

• 业界动态 •

Renishaw 荣获 2009 年度 Gildemeister 供应商奖

在由 Gildemeister AG 公司主办的第十届供应商奖颁奖礼上，Renishaw 公司荣获“2009 年度供应商奖”之创新奖项。中心采购经理 Gerhard Lechner 在致词中强调：“对该公司而言，Innovation（创新）并不只是公司标识中的一个字眼，而是贯穿于持续的技术创新过程的一种精神。在这里，创新精神已超越了单纯的技术范畴。一系列创新理念融汇于公司的商业关系。毫无疑问，这些理念极大推动了两个公司的共同利益。”

上述讲话不仅提及了世界上最广泛的旨在提高质量和生产力的机床测量产品，更强调了 Renishaw 在国际市场占有重要地位——旨在以更灵活和更完整的方式建立机床测量，对合作伙伴积极提供现场支持。“通过优势互补，很容易实现高品质，”设在普利岑豪森的 Renishaw 德国分公司总经理 Rainer Lotz 说：“DMG 生产的机床可以最大程度地满足质量

要求。精度如此之高的机床一定会装备最精确的测量系统，使用户在生产中实现显著的时间和成本优势。

PowerProbe 是 Renishaw 和 Gildemeister 联合开发的创新产品。PowerProbe 产品目前可以加装到 DMG 和森精机机床，并可根据机床和测量应用提供各种尺寸和技术。PowerProbe 系列产品还采用了独特的 Rengage™ 应变片技术——它是 Renishaw 的专利技术，曾获得多个奖项。该技术使用户能够以极低的触发力实现高精度测量并对加工过程进行监控，是现有最精密的工件测量测头技术。

Renishaw 遍布全球的销售、应用及服务网络使其成为国际性公司的最佳合作伙伴。不论是机床制造商还是机床用户，都能从其技术知识、快捷的服务和优质周到的全球支持中受益。

China focuses on eliminating outdated capacity in industrial structure improvement

中国解决产业结构问题从淘汰落后产能入手

As China's economy is gradually moving out of the shadow of the financial crisis, solving the in-depth structural contradiction for China's economy has been given unprecedented importance. Economic structural adjustment is aimed to improve the quality of the economic growth, requiring it shifting from extensive to intensive growth based on the country's actual conditions. Eliminating outdated production capacity will be the starting point in the adjusting the industrial structure.

Recently, China's State Council, or the cabinet, approved the Circular on Further Strengthening Elimination of Outdated Production Capacity at its 98th executive meeting, saying that the country would take three stern measures to step up efforts to eliminate outdated production capacity. The country's 14 governmental departments will launch "joint operation" to take harsh measures in the work.

According to the circular, the State Council discussed specific targets and requirements to eliminate outdated capacity in the 2010-2011 period in fields such as electricity, coal, coke, iron and steel, cement, nonferrous metals, paper making, leather making and printing and dyeing, and decided to do the work from three aspects of external restriction, economic means and strict law enforcement and punishment to go all out to force the overcapacity parts out of the market.

It is reported that currently financial departments are the first to issue policies to halt extending new loans to projects of overcapacity sectors with no approval from the National Development and Reform Commission (NDRC), the country's top planner. The China Banking Regulatory Commission and related departments have required banks and financial institutions to continue control of loans to energy guzzling, pollution making and overcapacity industries. New loans are not allowed to issue to any new projects in the six major

overcapacity sectors and the shipbuilding industry before the publishing of the new verified catalog of fixed asset construction projects, except new projects ratified and approved by NDRC.

At the same time, the industrial structure adjustment may speed up exposing of credit risks brought about by the previous fast increases of investment in various localities. The country asked banks to organize people to carry out examination and inspection one by one of the follow-up projects in the six major overcapacity sectors and the shipbuilding industry, and for those failed to meet the requirements and standards, the banks shall take immediate assurance measures for the issued loans via appropriate method.

The circular said that the country would tighten control over land use for construction projects, call for improvement of the annual land use plan management, and ban supply of land to construction projects in the sectors with outdated capacity and overcapacity. Furthermore, for enterprises which refuse to eliminate the outdated capacity in the fixed period of time, they would get approval for new land use application in principle. The country will also take measures to raise costs on land use for outdated capacity.

The circular also required to take comprehensive regulating measures to check the market demand for energy-guzzling and high emission products, and restrict their exports. China will establish and improve the price formation mechanism, step up price reform of resource products, reflect the resources, environment and ecological costs, and bring into full play the price mechanism in the elimination of outdated production capacity.

Related departments will adopt various economic means such as differential electricity prices for sectors in overcapacity, and extending implementation scope of the differential prices. They will also carry out studies on measures of adopting differential prices on water and natural gas, levy environment tax to restrict development of industries in outdated capacity which make serious pollution. They will adopt necessary taxation policy to promote withdrawal of outdated capacity.

The circular said, import, transfer, production,

sales and use of production equipment and products banned by the state are not allowed.

The circular required related competent departments not to give approval and verification of new investment projects launched by enterprises which failed to fulfill the task of eliminating outdated capacity, and suspend environment assessment, verification and examination and approval for regions which failed to complete the tasks of eliminating the outdated capacity and control strictly the investment projects required by the country, to adopt the “regional restricted approval” measure. Related competent departments shall not issue product production permits to enterprises not eliminating the outdated capacity within the fixed period of time, and cancel their production permits and safety production permit licenses in accordance with law. For enterprises failed to eliminate the outdated capacity within the fixed period of time, they shall have the pollutant discharge permit revoked. For enterprises which do not eliminate the outdated production capacity according to regulations, and are ordered to be shut down and canceled by local governments, the administration departments shall require them to cancel registration in a fixed time, and furthermore the business license in accordance with the law. Electric power supply enterprises shall suspend supplies to enterprises which are asked to eliminate the outdated capacity by related governmental departments.

China is now hardly to maintain the past mode of mainly depending on investment and export to stimulate economic growth, and it is urgent for the country to carry out the structural adjustment. China is studying on establishment of a system and mechanism for promoting adjustment of structure and transfer of development form.

China foreign trade warming up, but still in cold weather 中国外贸乍暖还寒

After outstripping Germany to become the world biggest exporter in 2009, China's total import and export value managed a year on year 44.8% growth in

January-February of this year to reach US \$386.4 billion, including US \$204.08 billion of exports, up 31.4%, and US\$182.32 billion of import, up 63.6%, leading to 50.4% fall of trade surplus to US \$21.76 billion.

It should say that China's swift recovery of export is achieved based on the state stimulus policy, and the rising lowend demand is inducted by the “potato effect” in the crisis. But, China's long-time extensive export mode based on quantity expansion has not changed, but the long-time low cost advantage is losing. The ranking of “made in China” low cost dropped from the fourth in the world to the sixth last year, and the trade surplus decrease at fast speed. China's foreign trade has not fully recovered.

Relying on the low cost expansion, Chinese enterprises are obviously behind others in exports of technology-intensive products, and exports of high-tech and new products have high dependence on processing trade. In 2009, some 81.5% of China's high-tech and new product exports came from processing trade, which are low in processing value added due to lack of key technology. At the same time, there has been no big change in exports of high-end products of emerging industries and basic industries. Exports of emerging industries such biomedicine, life science and material technology which are under key supports from the state are making slow progress; and exports of high-end products of high-grade steel products and major equipment in the basic industries were still in small quantities.

Actually, China's exports in 2009 was “forced NO.1” to some extent. Under the impact of the financial crisis, German economy has experienced the most serious recession in more than 60 years, which has undoubtedly dragged the exporting industries. Especially, Germany's exports are largely machinery, high-tech products and services, and the financial crisis has led to an insufficient operation rate and inventory reduction restricted demand for such German made products. According to statistics from Germany Federal Statistics Office, German Exports reached Euro803.2 billion, US \$1,121.3 billion, in 2009, falling 18.4% year on year.

China won the first place with narrow advantage with the exports of US\$1,201.6 billion.

Meanwhile, China's exports are supported by the features of "made in China" and "Giffen goods". "Giffen goods" refer to goods whose quantity demanded is positively related to price, meaning goods satisfying basic living need can be replaced with high-price and bigger effect commodities under economic prosperity period, but consumers favor more low-price commodities during economic recession. China's exports are mainly low-and medium-grade labor-intensive products and intermediate products between middle-end and technology-intensive ones. When consumption capacity of high-grade commodities of consumers in Europe and America dropped, the low-price but good products made in China may be their first choice. This is one of the reasons leading to narrower dropping rate of China's exports especially the export of labor-intensive products.

What is more worrisome that after becoming the biggest exporter in the world, there are increasing trade barriers awaiting China. The United States Department of Commerce announced on March 2, 4 and 11 respectively to make initial ruling on levy anti-subsidy duties on potassium phosphate salts and coated paper imported from China, and temporary antidumping tariff ranging from 132.7% to 349% on magnesia carbon brick from China, imposed 69.58–95.4% anti-dumping duties on potassium phosphate. Besides developed economies such as the U.S. and EU, the economic crisis has made developing countries frequently use of trade remedy investigations. Economies such as India, Brazil, Argentina, Russia, Mexico and Columbia have built the trade barriers higher and higher against China. According to statistics from the World Trade Organization (WTO), of the anti-dumping investigation launched by Argentina, one-fourth target at China. India has exceeded the EU and the U.S. to number of anti-dumping investigation cases against China, accounting for 20% of the total of anti-dumping investigation cases launched by WTO members against China. In 2009, China received 116 trade protection cases in various forms, involving US\$12.7 billion.

The still uncertainty of the global economic recovery is the source of China's foreign trade under siege of many countries. The United States has voiced the determination to rebuild its position as a big export country to double the export in five years, while other major economies have shown growing intention to spur domestic economic rebounds through expanding exports. China faces unprecedented pressure in exports.

Currently, China export has not escaped the difficult status of "big but not strong" and "big but not high grade". China is under pressures from profits of both ends as China's manufacturing is still in position between primary raw material suppliers and final consumer goods makers in distribution of labor of international industrial chain in the export trade. One thing is definite that China's high growth period of exports achieved based on quantity expansion has gone over forever. Although the export increased in the first two months, the trade surplus has dropped and the dropping speed was fast. The trade surplus narrowed to less than US\$10 billion in February. Under such a situation, the Chinese Government has prudently set the target of foreign trade growth for 2010 with the cargo trade growth set at 8% year on year, and service trade at 10%.

Provisional Administration Measures on Taxation of Resident Offices of Foreign Enterprises

外国企业常驻代表机构税收管理暂行办法

Article 1. This set of measures is formulated in line with the Taxation Administration Law of the People's Republic of China (PRC, and hereinafter referred to as the taxation Administration Law) and its detailed implementation rules, the Corporate Income Tax Law of PRC and its detailed implementation rules, the Business Tax Provisional Rules of PRC and its detailed implementation rules, the VAT Provisional Rules of PRC and its detailed implementation rules, and related laws and regulations on taxation in order to standardize taxation administration of resident offices of foreign enterprises.

Article 2. The resident offices of foreign enterprises mentioned in this set of measures refer to resident offices founded by foreign enterprises (including enterprises from Hong Kong, Macao and Taiwan) and other organizations inside China in accordance with related regulations of the State Council and registered in the administration department of industry and commerce or approved by related departments.

Article 3. Representative offices shall file for payment of corporate income tax on the attribution income in accordance with related law concerned, and file for payment of business tax and value added tax (VAT) on the taxable income in accordance with law.

Article 4. Representative offices shall file for taxation registration with local competent taxation departments in places where they located with the following documents within 30 days starting from the date of obtaining the industry and commerce registration certificate (or approval from related department):

(1) Duplicate copy of Industry and Commerce Business license or original copy and copy of approval documents of competent departments;

(2) Original carbon copy and the duplicate copy of the certificate of organization code.

(3) Original copy and duplicate copy of certificates of registered address and operation address (property ownership certificate and rental agreement). For self-owned housing property, they shall submit legal original copy and duplicate copy of property certificates such as property ownership certificate or purchase contract; and for rental places, they shall hand in original copy and duplicate copy of rental agreements, and for renters who are natural persons, they shall provide original copy and duplicated copy of property ownership certificate.

(4) Original copy and duplicate copy of passport of other legal ID of the chief representative (responsible person);

(5) Related decision documents on establishment of the representative offices of foreign enterprises and lists of other representative offices opened in China (including title, address, contact method and name of chief representative);

(6) Other materials required by taxation administration departments.

Article 5. Representative offices which have changes in taxation registration or are due in operation terms and terminate business activities ahead of time contracted shall apply for alteration of registration or cancellation of registration in taxation administration departments. Representative offices shall file and pay the corporate income tax in accordance with law based on their liquidation before going through cancellation registration procedures.

Article 6. Representative offices shall have accounts books, and make business accounting based on legal and effective vouchers in accordance with related law administrative regulations and regulations and rule of the departments of finance and taxation under the State Council, and make exact taxable income and taxable income amounts in accordance with the principles of matched actually implemented functions and borne risks, and apply for payment of corporate income tax and business tax to competent taxation department within 15 days starting from the end of the season, and apply for payment of VAT to the competent taxation department in accordance with the payment term listed in the VAT Provisional Rules of PRC and its detailed implementation rules.

Article 7. For representative offices which have poor accounts book system and cannot make exact computing of income or costs and true application for tax payment in accordance with the Article 6 of this set of measures, the taxation administration departments have the right to adopt the following two methods to fix their taxable amounts:

A. Fixing the income based on expenses: This is applicable to representative offices which can give exact expenses but fail to give exact income or cost expenses.

1. Computing formula;

Income amount = expenses in the period / (1 - appraised and ratified profit rate - business tax rate);

Payable corporate income tax amount = income amount x appraised and ratified profits rate x corporate tax rate.

2. The expenses of representative offices include

payroll of employees paid inside and outside China, bonus, subsidies, welfare fund, spending on goods purchase (including fixed assets of vehicle and office equipment), communications fees, travel expense, housing rents, equipment leasing expense, traffic expense, public relations expense and others.

(1) Expenses on purchase of fixed assets, and housing refitting and decoration expenses of representative offices when they are established or relocated shall convert into the taxable income as one-time expense when the events taking place.

(2) Interest income is not allowed to offset the expenses; and the expenses on public relations activities shall be put into expenses based on the actual amounts.

(3) Expenses in form of cash on public welfare, relief-type donation, overdue fines, fines and funds used to pay on activities for the home offices which do not belong to their own business coverage taking place inside China cannot be put into the expenses of the representative offices.

(4) Other expenses include: expenses on samples and transport paid for samples bought in China for the headquarters; storage and customs procedures expenses happened inside China for shipping foreign samples to China; expenses on interpretation and translation for home offices's staff members' visit in China; expenses on purchasing bidding documents by representative offices for certain projects on behalf of the head offices, and ext.

B. The taxable income amount is fixed based on the total income: This is applicable to representative offices which can give exact income but fail to give the exact cost expenses. Computing formula:

Payable corporate income tax = total income x appraised and ratified profit rate x corporate income tax rate.

Article 8. The appraised and ratified profit rate of representative offices shall be not less than 15%. Representative offices adopting the appraised and ratified levying method are allowed to change to the truly filing method so long as they can establish sound accounts books, make exact computing of their taxable

income and payable income amounts and report them to competent departments of taxations for record.

Article 9. Representative offices with taxable activities taking place on Vat and business tax shall compute the payable tax amounts in accordance with the related regulations on VAT and business tax.

Article 10. Representative offices needing to enjoy the treatment under double taxation agreement (DTA) shall go through taxation filing procedures in time limit in accordance with the provisions of the DTA and the Circular on Administration Measures on Non-resident Applying for Treatment under DTA (for trial operation) issued by the State Administration of Taxation (Guoshuifa (2009) No.124), as well as the Article 6 of this set of measures.

Article 11. This set of measures enters into force as of January 1, 2010. If previous provisions are inconsistent with this Circular, this set of measures shall prevail. The documents will be abolished including the Circular of the State Administration of Taxation on Strengthening Taxation Administration of Resident Offices of Foreign Enterprises (Guoshuifa (1996) No. 165), the Circular of the State Administration of Taxation on Administration of Taxation of Resident Offices of Foreign Enterprises (Guoshuifa (2003) No. 28), and the Circular of the State Administration of Taxation on Tax Exemption Procedures of Representative Offices Established by Foreign Governments in China (Guoshuifa (2008) No.945), various localities will not examine and approve application for exemption corporate income tax of representative offices, and conduct screening of approved representative offices enjoying the tax exemption in accordance with this set of measures.

Article 12. National and local district taxation offices at levels of provinces, autonomous regions, municipalities directly under the Central Government and municipalities listed on the State plan shall formulate specific operation regulations in accordance with this set of measures, and report the International Taxation Bureau of the State Administration of Taxation for file record.

面向模具行业的全面计量解决方案

海克斯康测量技术（青岛）有限公司

当代模具加工制造行业发展迅速，随之同样发展迅速的还有模具行业的市场竞争——在不断要求缩短加工周期、降低成本的形势下，精度要求越来越高，所测量的工件形状日趋复杂……因此，除了持续提升加工设备的生产能力，高效测量方法的质量控制手段越来越成为模具制造企业能否在竞争中胜出的关键。

模具设计涉及到的模型测绘，加工工序测量、修模调整，模具验收和后期的磨损修复检测、模具质量检测。海克斯康的测量设备不仅包含经典的固定式高精密三坐标测量机，还包括各种适合现场在线检测的测量设备，如便携式关节臂测量机、高效白光测量系统、大尺寸激光跟踪仪以及在机测量系统，并应用到接触式探测、非接触式探测（影像与激光扫描以及白光测量）等各类先进的探测技术。

关注模具行业的应用，海克斯康可以提供面向模具行业的全面计量解决方案。海克斯康将通过全系列几何量计量产品，关注模具制造的重点应用，为业界奉献一场精彩的行业应用秀。主要模具行业测量应用包括：

大尺寸（汽车）模具的精密测量

以汽车模具为代表，包括航空领域的模具，具有精度要求高、尺寸大、形状复杂、工件本身非常重的特点，龙门式测量机具有开放的结构，不需平



台支撑，工件可以直接放到地板上，因此不受承重的限制，可以测量超重的大型模具；同时，龙门机的立柱可以根据行程增加，因此龙门机的测量行程更大，适合大尺寸模具的测量，而精度可以达到 $4+4L/1000\mu\text{m}$ 。

龙门机测量系统可提供高精度、高效率的曲面测量功能，通过自动接触式扫描系统和超高速非接触探测系统，能够在模具的表面采集数以百万计的点，实现了 CAD 的比对测量和逆向工程应用。

曲面模具/钣金件快速激光扫描测量

Global 测量机兼容各种探测系统，满足不同特征类型的测量任务，配备 PC-DMIS 软件，在 CAD 支持、薄壁件专业测量及测量数据处理方面的功能强大；值得一提的是，PC-DMIS 可以用于各种类型的测量系统上，提供了贯穿产品设计阶段的尺寸定义、加工环节的在机测量、产品验收环节的高精密计量功能，满足现代模具企业对于信息化、数字化、精细化、自动化的测量需求。

现场大尺寸夹具、检具测量

大型的工装设备的检测，如焊装夹具的测量，就需要借助更大尺寸测量设备完成现场的大尺寸测量工作。在大尺寸测量领域，海克斯康拥有激光跟踪仪领域内的翘首品牌—Leica 激光跟踪仪。该系统有如下特点：一，测量精度高，可堪称“移动的三坐标测量机”；二，测量范围大，包容从几 m 到 160m 的大场景；三，同时支持手持式触发测量和激光扫



描系统，不但能够测量隐藏点，还能提供复杂曲面扫描测量。

现场小尺寸模具测量

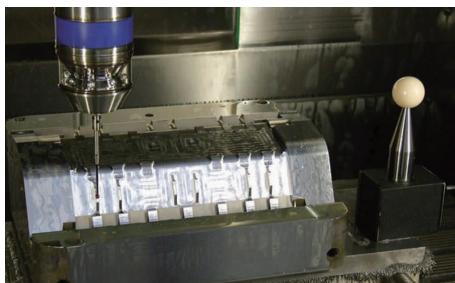
关节臂测量机因其便携性和柔性已经逐渐成为模具行业重要的测量设备之一，实现车间现场的测量，不受环境的影响，甚至可安装到大型机床内部对未下线的模具进行在机测量。



关节臂可支持非接触激光扫描和接触式触发测头，对于精度要求较高的孔位、型线、定位点测量采用触发方式，而利用非接触激光测头，可快速扫描模具复杂的曲面外形，完成模具外形的测绘及模具外形尺寸与模具 CAD 的对比分析。

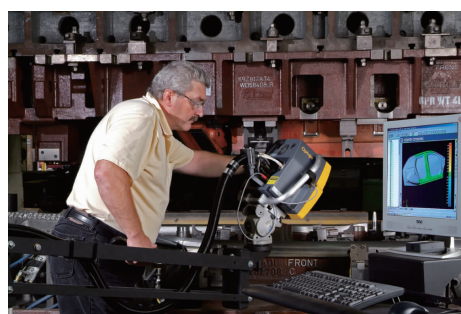
大尺寸模具的在机测量

在机测量技术作为一个有效的过程控制手段，实现了加工过程中的工序测量，对工序加工中的尺寸实时进行在机检测，然后根据实测的加工结果直接对工序加工余量进行补偿，从而有效的提高工件的加工精度和机床的加工能力，大大缩短修模环节进而缩短加工周期，显著提升模具尤其是大型模具的制造效率，减少因加工问题而造成的浪费。



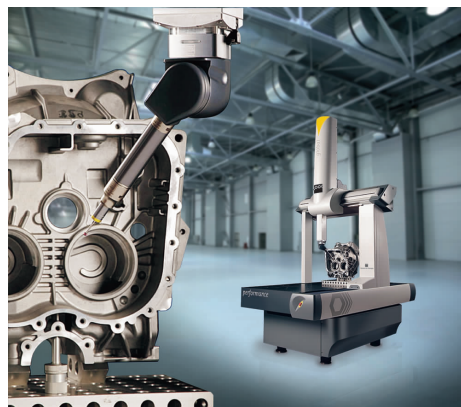
模具试制

借助 Optigo 白光测量系统快速提供的实际模具表面的详细说明，可以轻松地找到与设计意图的偏差，帮助做出关于模具机加工的、理由充分且令人满意的决定，并可以支持修补和返工。在模具试验过程中，可使用 Optigo 来测量和分析试模后的成型板件，从而能够精确指出问题的症结并给出正确的操作方法来减少反复实验的时间。Optigo 同样支持模具复制、前期维护和模具归档。



机加零部件的测量

一个典型的模具企业，除了模具的生产与制造之外，还会涉及到一些检具、夹具以及普通机加件的制造，在这种情况下，精度高、功能强、通用性好的桥式测量机就成为大多数模具企业质量检测环节首先的经典测量设备，海克斯康提供了各种行程、精度与探测系统配置的测量系统，实现对各种机加零部件的产品质量控制。



武汉重型机床集团有限公司 建立能源装备与机床制造机制

Super heavy CNC lathe turning parts with weight up to 500t

武重技术研发实力雄厚，近十年来取得了多项科研成果，且多数成果已工程化。武重在研发和制造重型超重型数控机床等应用技术方面拥有一批学科的带头人，已形成了一批具有自主知识产权的高端技术产品，在重型超重型机床制造技术方面已拥有多项专利技术，所生产的产品曾获国家科技进步二等奖、中国机械工业科学技术进步一等奖、中国畅销品牌奖、国家发改委授予“在振兴装备制造业中做出重要贡献单位”等荣誉。武重经过五十多年科研、技术的积累和发展，特别是近十年的快速发展，培养和造就了一批各类学科带头人和中间骨干力量，拥有研发、设计、制造、工艺、编程、测试等方面的专门人才。同时，华中科技大学的参与，将充分发挥院校的研发优势，协助武重并提供相应的技术支持，奠定了良好的技术研发基础。

早在上世纪八十年代末武重就已经启动数控重型超重型卧式车床制造技术的研发，并已经生产出 26 台，绝大部分关键部件实现了国产化，部分产品实现了出口。2005 年为上海沪东重机公司生产的数控重型汽缸套镗车床，为目前国内加工低速船用柴油机缸体最大规格的产品，达到国际先进水平，获得用户的赞誉。武重在研发和制造方面已积累了丰富的经验，技术已日臻成熟，产品性能稳定，主要技术指标已接近或达到国际先进水平，用户反应良好。

武重具有很强的装备加工制造能力：现有主要生产设备 1600 余台，拥有一批具有国际一流水平的高精尖关键装备和先进的检测仪器。

近十年来，企业采取一系列深化改革的重大措施，建立了适应市场的营运机制，新的用工机制，并依照现代企业制度要求规范运作。

武重承担的与“重大专项”相关重大装备的研制工作，研制成功“超临界核电半速转子加工的超重型数控卧式镗车床”和“CKX5363x95/160 超重型数控立式车铣复合加工机床”。这二种装备的可靠性、技术性能及精度的稳定性等技术指标达到国际先进水平，部分技术指标居国际领先水平。在研制过程中，武重瞄准国际知名企业同类产品的国际先进水平，根据用户的需要突出重点，优化产品结构，通过技术课题攻关实现重大技术突破，满足

我国能源、舰船、军工、重机制造等领域的发展对大型、超大型零件加工的急需；满足装备制造业对此类装备的高精、高效、大承重、大切削力、多轴联动、复合加工的需求，研制出具有自主知识产权的高端超重型数控卧式镗车床，逐步实现规模化生产；打破西方发达国家对我国封锁及禁运，填补国内空白，为全面提高我国装备制造水平和国际竞争力做出贡献。

超临界核电半速转子加工的超重型数控卧式镗车床是为中国二重（首台用户）承担国家重大工程项目需要所提供的重大关键设备，即用于超临界核电半速转子加工的超重型数控卧式镗车床。该用户主要承担我国舰船、发电设备、重机制造等行业的重大装备的制造。武汉重型机床集团有限公司（简称武重）为满足中国二重加工超大型、巨型零件急需装备而研发超重型数控卧式镗车床，其规格、承重为世界最大。此外，还满足巨型船舶舵轴、驱动轴、超重型轧辊、超大功率汽轮机转子、水轮发电机转子及大电机主轴等超大零件的加工，是国家制造重大战略装备必需的关键加工设备。的研制目标是用于超临界核电半速转子加工及生产实际、产业化的超重型数控卧式镗车床，具有以重车切削为主同时兼备铣、钻、镗、磨复合功能。



该设备在“超重型高精度静压主轴箱技术”、“超长床身制造工艺新技术”和“双工作组三通道数控技术及三轴同步技术”方面取得了突破性进展，成功填补了国内空白，打破了国外对我国同类高档机床产品的限制和封锁，对加强我国的国防安全和产业安全具有非常重要的意义，为提升装备制造业

水平做出重要贡献。

本项目以国家科技重大专项指南为目标，以研制超重型数控卧式镗车床（主机）为载体，研究开发以满足我国冶金、交通、能源、重机制造、军工等领域需求为对象的重大战略装备，对国防安全具有重要的战略意义。该机床可加工超重型轧辊、巨型船舶舵轴、驱动轴、超大功率低速柴油机曲轴、超大功率汽轮机转子、水轮发电机主轴及大电机主轴等超大超重的大型零件，打破国外对我国同类设备的技术封锁，既能推动我国机床制造业的发展，又对提高装备制造业技术水平有着重要的意义。

该机床的最大承重达 500t，属超重型卧式镗车床（ $\Phi 5000 \times 20000\text{mm}$ ），在国际上尚属空白。超重型轧辊、大型船舶（航空母舰）舵轴、超临界汽轮机转子、水轮发电机转子及大电机主轴的加工设备均需进口，国家不仅需花费大量外汇，同时，也对我国的国防安全和产业安全构成巨大的威胁。因此，开发制造超重型数控卧式镗车床具有非常好的市场需求前景，国内发电设备、船舶、军工等行业的多家企业已提出订购需求意向，其中，德阳二重已向武重订购了同类规格的机床。

武重所研发的超重型数控卧式镗车床的首台用户为中国二重，用于加工国产化超临界核电半速转子、航母舵轴等。在中国二重首家用户应用成功后，将以此作为武重实施重大专项的示范工程，并将尽快推广到 5m 轧钢机超重型轧辊的加工，为我国钢铁企业产品上水平、上档次提供装备保障。本项目的实施，可解决目前国内还不能解决的具有战略意义的关键零件的加工，如：大型核电站 1100 MW 核电半速转子、超重型五米轧机用的超大型轧辊、大型航母用的舵轴及驱动轴等超大关键零部件。

该机床的过床身最大回转直径达 5000mm，最大加工直径 4500mm，最大加工工件长度 20000mm，最大镗孔直径 3500mm，最大镗孔深度 8000mm，最大钻孔直径 $\times$ 深度 240mm $\times$ 13000mm；主轴轴向窜动可达到 10 μm ，主轴径向跳动可达到 6 μm ；X、Z 轴定位精度分别达到 0.03mm、0.07mm，重复定位精度 0.015mm、0.045mm。

该机床的最大承重、最大规格和技术性能是目前国内，甚至世界同类机床中承重最大、规格最大，处于国际领先水平。

CKX5363x95/160 超重型数控立式车铣复合加工机床是用于加工大型核电关键零件压力容器和吊篮端面、内外圆、内环槽及进出水大孔的专用机床。该机床的研制成功打破了国外对我国的技术限制和

封锁，填补我国超重型数控立式车铣复合机床加工大型核电关键零件的空白，为了我国核电工业及其他相关行业大型零件的加工提供先进的具有自主知识产权的国产设备，提高了我国制造业的制造水平和国际竞争力。



该设备综合了超重型数控落地镗铣床和超重型数控立式车床的功能特点，具有精密镗铣车钻复合加工的功能；工作台主轴处设计有中央大孔，可安装内立柱，以加工大型核电零件压力容器和吊篮的内环槽，实现大型核电零件的一次装夹多工序的加工。

该机床具有 X、Z、U、W、UI、WI、C 七个数控坐标轴，配上直角铣头、电动磨头、镗刀盘等附件实现钻、铰、铣、镗、磨等多功能，工作台具有铣削进给和圆周精密分度功能，X、Z、C 轴和 U、W、C 轴或 UI、WI、C 轴均能实现三轴联动，且均为全闭环控制。

超重型数控立式车铣复合加工机床是用于加工大型核电关键零件压力容器和吊篮的专用机床。机床配有车铣复合功能的垂直刀架和侧刀架和内立柱，能实现零件的一次装卡多工序的加工。此类数控车铣复合加工机床为国内首创，整机总体技术水平国内领先，接近当代国际先进水平。

根据大型核电关键零件压力容器加工工艺，还研制各种功能附件头精确定位安装。如直角铣头、专用镗刀盘、电动磨头等，来完成核电大型关键零件的加工需求。

主要规格、精度

过中心最大车削直径	6300mm
最大加工工件高度	9500mm
工作台上最大承载重量	160t
工作台主电机功率	143kW
电动磨头	5.5kW, 1500–3000 r/min
工作台端面跳动：	0.06mm
工作台分度精度（C 轴）	$\pm 8''$
铣轴轴端径向跳动	0.015mm
铣轴轴端轴向跳动	0.015mm
X、U、UI、Z、W、WI 轴定位精度	0.05mm
X、U、UI、Z、W、WI 轴重复定位精度	0.03mm

创新驱动 提升品质



南京工艺装备制造有限公司坚持自主研发和科技创新，以研发高速、重载、精密滚动功能部件，为国产数字机器化提供全面配套的解决方案，实现替代进口为目标，以科学发展为指导思想，以承担国家“高档数控机床与基础制造装备”科技重大专项《高速、重载、精密滚珠丝杠及直线导轨研制》以及《大型精密高速数控机床滚动功能部件研制及产业化》江苏省科技成果转化项目为牵引，从原材料及热处理、产品结构设计、结构设计优化、设计理论分析、性能试验等方面展开全方位的研究和实践，通过创新驱动全面推进产品品质提升。

南京工艺装备制造有限公司作为国内滚动功能部件行业的领军者，国内最大的滚动功能部件产业化研发和制造基地，公司高层领导以“超越自己才能发展自己，着眼明天才能赢得明天”的远见卓识，全面推进高品质、高精度、高可靠性的品牌战略，针对滚动功能部件产品技术密集型、投资密集型的特点，以技术创新和技术投入作为提高产品质量持续发展的可靠保证，推动产品品质提升，打造“中国艺工”品牌。

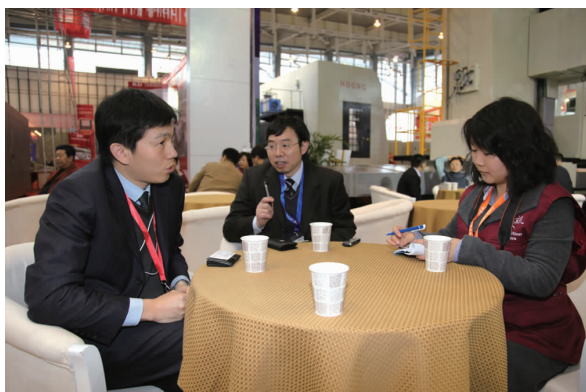
根据研究成果，结合生产模式创新，公司实施了全套大型数控化装备的投入，以大型高端装备保障和提升制造水平。新增装备有 11m 球化退火炉、10m 数控车床、10m 数控中频淬火机床、10m 热风循环时效炉、德国 10m 数控高速硬体旋风成型铣床、10m 数控外圆磨床、10m 龙门精密校直机床、10m 激光滚珠丝杠副行程误差测量仪等精良装备，建成了

国内第一条 10m 整根滚珠丝杠副生产线，突破了整根 10m 滚珠丝杠副动态检测的关键技术，为大型高精数控机床提供了国产化配套平台。其中公司投入的国内首台 10m 激光滚珠丝杠副行程误差测量仪，通过了江苏省计量测试研究院的检定已正式投入使用，填补了国内外大型滚珠丝杠副动态精度检测手段的空白，增添了大型滚珠丝杠副向高精度拓展的后劲。该测量仪采用整体花岗岩床身，进口双频激光作为测量基准，整机测量精度高、性能稳定、可靠、功能强、操作方便、快捷，为批量生产优质精密级大型滚珠丝杠副提供了保障。10m 整根精密级滚珠丝杠副将首次在 2010 年 4 月南京举办的中国数控机床展览会上亮相。

南京工艺装备制造有限公司遵循“先进完善的检测设备是产品质量可靠保证”的理念，在自主创新投入方面高度重视检测设备的投入，现拥有 0.5m 到 10m 激光滚珠丝杠副行程误差测量仪 10 多台、高速滚珠丝杠副测试仪、滚珠丝杠副噪音测试仪、进口粗糙度轮廓测量仪、进口大型数字投影仪、进口便携硬度计、精密火花直读光谱仪等检测设备，已构成集滚珠丝杠副产品检测技术与研究为一体的研发平台，保证了滚珠丝杠副产品检验结果更具权威性、可靠性。同时，通过产品的检测和试验收集大量的数据，科学的分析与探索滚珠丝杠副的技术性能指标，有针对性地改进滚珠丝杠副结构参数设计，指导产品加工技术及工艺的完善与升级，为新产品研发与产品品质提升提供了有力支撑。

近年来南京工艺装备制造有限公司通过技术创新，驱动了品质品牌的提升，并在市场上得到了良好的显现，通过市场检验的大型滚珠丝杠副产品已经在市场上得到充分的肯定，不仅为国内大型、重型机床制造企业提供配套、成功替代进口产品，而且还一举打入了国际市场。南京工艺装备制造有限公司将继续加快创新发展和科学发展的步伐，提升产品核心竞争力，打造功能部件“中国艺工”品牌，为装备大型高精国产数控机床进而振兴装备制造业倾力奉献。□

依托技术和服务，海天精工瞄准中高档机床市场



宁波海天精工机械有限公司营销部周路方先生
接受本刊记者采访

在 CCMT2010 展览会上，宁波海天精工机械有限公司新推出了两款重型动梁式龙门五面加工中心，引起了业界和众多观众的关注。宣告海天精工已经成为一家重型机床制造商，为此本刊记者在展会现场采访了海天精工机械有限公司营销部部长周路方先生。

市场的需求，技术提升的选择

周路方先生在采访中指出，海天精工进军大型、重型机床市场，一方面是因为市场对大型、重型数控机床需求旺盛；另一方面，海天精工在技术引进、消化吸收方面做的比较好，能够对市场需求作出快速反应。像这次展出的 HTM-50GME 重型动柱动梁龙门五面加工中心，从研发到批量生产，只需要 1 年的时间。

以质量与服务取胜

重型机床市场需求旺盛，引起了国内外机床制造商的极大兴趣，不仅国内诸多厂商筹划进军大型、重型机床，国外一些知名机床制造商也纷纷推出重型机床产品。对此，周路方先生认为，公司的战略定位是海天精工进军大型、重型机床市场的主因，在众多的竞争对手面前，海天精工有信心做好，这种信心来源于海天精工对重型机床技术的掌握。尽管海天精工进军这个领域时间不长，依靠公司对产品质量的控制，以及服务理念的先导，还是有信心在技术上跟进那些老牌的重型机床制造商。

提高自身竞争力，抵御风险

受到船舶工业、轨道交通、大飞机项目需求的拉动，重型机床一直是市场需求热点，尤其是自 2009 年 2 季度整个机床市场需求回暖后，重型机床的需求更加旺盛。当然这旺盛需求后面，也确实存在隐忧。在这种形势下，我们要做的就是提高我们自己的竞争力。实际上，在抵御金融危机的过程中，我们一直在努力，而且效果很好，这也为我们抵御未来的风险积累了宝贵的经验，打下良好的基础。2009 年，尽管受到了金融危机的巨大影响，公司产品销售还是保持了 15% 以上的增长。2010 年，公司预期产品销售收入增长将超过 50%，这是一个非常激动人心的目标，而且从 2010 年第一个季度的情况来看，实现这个目标是完全有可能的。

打破瓶颈，做强做大

在国际金融危机影响还未完全消除的形势下，海天精工提出了年增长 50% 的目标，确实需要有足够的胆量。对此，周路方先生认为，海天精工的发展一直受到自身产能不足的制约，公司受到最常见的投诉，就是经销商投诉海天精工不能及时供货，导致一些能够拿到的合同流失了。因为海天精工非常重视产品质量，对产品的交货期控制非常严格，决不是为了得到合同而缩短交货期，这也是为了公司的信誉。2010 年，公司新建的 10 万 m² 厂房已经投入使用，加工设备也陆续到位，产能将得到极大释放，这将有利的促进公司的发展。

加强技术创新，保证公司可持续发展

技术研发部门是海天精工的一个核心部门。周路方先生认为，一家公司如果没有持续的产品改进，不能持续地推出适合市场需求的产品，这样的公司是不会有竞争力的。海天精工在消化吸收引进技术，不断推出新的产品，来满足市场的需求。如在 CCMT2010 展览会推出了 HTM-50GME 重型动柱动梁龙门五面加工中心，以及 HTM-30GLE 横梁升降龙门五面加工中心，计划在 2011 年的第 12 届中国国际机床展览会 (CMT2011) 上，推出高精度的立式车床。

济南二机床集团： 发展现代制造服务业 促进企业做大做强

济南二机床集团有限公司 副总经理 赵明纪

经历了 60 余年、几代人的努力，新中国的工业从无到有，从有到大。特别是改革开放后的 30 年，我国工业发展速度令人惊叹，但粗放型的发展模式也积累了大量的矛盾和问题。2010 年政府工作报告中分析指出，2009 年是新世纪以来我国经济发展最为困难的一年，今年发展环境虽然有可能好于去年，但是面临的形势极为复杂。各种积极变化和不利影响此长彼消，短期问题和长期矛盾相互交织，国内因素和国际因素相互影响，经济社会发展中“两难”问题增多。

国际金融危机对我国经济的冲击，从根本上来讲是对经济发展方式的冲击。温总理指出，转变经济发展方式刻不容缓。作为世界各国着力争夺的战略制高点，装备制造业发展水平代表着一个国家的综合实力，装备不强则国不强。近几年来，装备制造业的发展受到国家政府及社会各界的高度重视，装备制造业的振兴也被寄予了殷切期望。

欧美发达国家之所以能够始终掌控制造链上的高额利润，主要是凭其资本和技术优势抢占高技术和高附加值环节，通过实施制造业服务化，转移传统制造业，掌握着关键性的核心技术，实现高端垄断、低端转移。发展制造服务业已成为装备制造业价值增值的主要来源，是企业提高核心竞争力的重要途径。

随着全球经济的一体化和制造技术的不断进步，用户需求标准不断提高，用户不仅希望购买到优质的产品，更希望获得高水平的服务或整体解决方案。为此，振兴我国的装备制造业，不但要关注有形产品的生产，还要顺应全球制造业的发展趋势，借鉴西方发达国家的经验，大力发展现代制造服务业。

一、针对产品技术发展和用户需求，国内率先实施交钥匙工程

“交钥匙工程”是指供应商根据用户的需求提供

一揽子制造工艺方案及其产品的过程，用户拿到机床“钥匙”后马上就可以生产合格的产品。

实现高新技术自主研发是实施“交钥匙工程”的首要条件。作为国内机床行业骨干企业，济南二机床始终将增强自主创新能力放在企业发展的优先位置。

济南二机床集团有限公司的前身创建于 1937 年，是一所军械修理所，解放初期迅速完成从军工生产到民品生产的转型，企业发展始终与国家、民族同命运。

分别于 1953 年、1957 年研制出国内第一台大型龙门刨床和第一台大型机械压力机，在新中国装备制造业的发展史上留下了浓墨重彩的一笔。

在 20 世纪 60、70 年代，研制出一大批填补国内空白的新产品，装备了国民经济重点建设行业。1962 年，自行设计制造了当时世界最大的 B2063 型龙门刨床；1971 年，自行设计制造的 J2-035 型汽车缸体平面拉床，具有国际先进水平。

上世纪 80 年代以来，先后与法国、美国、德国、日本等 7 家国外知名公司，在机械压力机、大型数控镗铣床、数控液压机、自动化设备、铸造机械等领域开展了多种形式的技术、生产、营销合作，企业整体技术水平显著提升，产品技术发展逐步与国际先进水平接轨。1988 年，济南二机床为上海大众提供了具有国际先进水平的 1400t 冲压生产线，首开国内机床行业交钥匙工程的先河。

实施交钥匙工程不仅仅是态度问题、认识问题，更是对企业综合实力的检验。对装备制造企业来讲不是简单地卖产品的问题，而是要把生产管理融进去，从设计开始就得考虑用户生产中可能遇到的问题。

济南二机床在国际技术合作过程中，通过合作开发、制造，邀请国外专家来企业进行生产、技术、管理培训等途径，企业的设计、制造水平显著提升。适应不同用户需求，积极推进“量体裁衣”式设计开发，满足了中国汽车工业由卡车时代向轿车时代

跨越对冲压装备的需要，所有成线产品和数控金切机床，全面实现了“交钥匙工程”。先后为东风汽车（二汽）、一汽大众汽车、重庆长安汽车、上海通用汽车、上海通用东岳汽车等多家汽车制造企业提供了具有国际先进水平的大型冲压生产线。

二、全面参与国际竞争，迈向工程总承包新阶段

国内经济的持续快速发展，给机床行业带来很多机遇，也带来新的挑战。中国成为机床消费第一大国，一枝独秀的中国机床市场成为世界机床企业的必争之地，国内市场国际化，市场竞争比以往任何时候更加激烈。一批机床企业迈出国门，全面参与国际竞争，提升“中国制造”的形象，彰显国家机床制造实力。

机床装备需求呈现柔性、高端、集成的特点，成套集成技术的应用更加广泛，在汽车冲压装备领域，多工位压力机、大型全自动开卷落料线、机器人全自动冲压生产线、高速送料全自动冲压生产线等高技术成套装备逐步推广应用。相对以往大量应用的通用机床，产品安装调试和售后维修服务都呼唤更加专业的施工队伍；在营销理念上，要求企业从提供装备，逐步向提供解决方案转变。一些用户要求装备制造企业，从交付合格的设备，提升到交付合格的加工零件。

济南二机床坚持以“打造国际一流机床制造企业”为目标，加强各方面能力建设，积极迎接“工程总承包”时代的到来。

一是，以自主创新打造企业核心竞争优势。依托市场占有率优势，加强与国际关键功能部件、系统制造商的战略合作，实施集成创新，增强企业成套、成线供应能力。在国内外市场推出了机器人自动冲压生产线、全自动快速送料冲压生产线等高技术产品，先后自主研发完成420余台国家首台（套）关键设备。

发挥“国家级企业技术中心”和“国家级企业研发中心”的实力，加强核心技术的自主研发，不断完善研发、试验、检验手段与能力，在提升产品自动化、数控化水平，及专机研制、关键设备替代进口等领域实现突破。近三年，技术研发费用占销售收入的比重达到6%以上，完成新产品开发206项。其中，国家、省市攻关项目58项，申请专利35

项，技术进步产品产值占新增工业产值的70%以上。通过不懈的努力和追求，汽车工业所需的各类冲压及周边自动化设备，均可在济南二机床一站购齐，可提供从设备选型论证、设计制造、安装调试、售后服务以及维修保养等一整套冲压装备解决方案。在汽车工业四大工艺装备中，惟有以济南二机床为代表的冲压生产线是国产设备占据主导地位。数控金切机床已发展到30多个系列、100多个品种，形成了提供“高新数控套餐”的能力。成功开发五轴联动、大功率高速铣头等核心技术，大重型数控龙门镗铣床广泛服务于航空、航天、船舶、兵器、铁路、能源、重型机械制造等重点行业和领域。机械压力机和重型数控镗铣床先后被评为“中国名牌”，企业被国家发改委授予“在振兴装备制造业工作中做出重要贡献企业”称号。

2005年1月，为美国德纳公司提供了具有自主知识产权的5000t重型多工位压力机。同年11月，与为国际知名汽车公司提供冲压配套件的泰国萨密特公司签订具有完全自主知识产权、自行研发、自主营销的大型压力机生产线供货合同。在13个月内成功实施交钥匙工程，实现了自主知识产权国产大型冲压生产线成线出口的新突破。在此期间，萨密特公司以再次追加二期订货的形式，表达了对济南二机床的信任。

为东电提供的用于风电定子、转子矽钢片开卷落料的全自动开卷落料线，主要性能指标达到、超过德国进口设备水平，扭转了该类设备完全依赖进口的局面；为鞍钢重型机械提供的针对大型水电机组叶片加工的重型双龙门移动机械式五轴联动镗铣床，服务于三峡工程等水电建设工程，打破了国外企业在该领域的长期垄断；自主研发的大型多工位机械压力机、大型高档全自动开卷落料线等，填补国内多项空白。

2009年，首批启动的国家高档数控机床与基础制造装备专项项目中，济南二机床承担了“数控大型多工位压力机”、“大型快速高效数控全自动冲压生产线”、“高速龙门五轴加工中心”、“双摆角数控万能铣头”等四个课题，涵盖金属成形、金属切削两大领域。高水平、高质量的产品和超前的实施进度，受到工信部、协会和各方专家的一致好评。

二是，强化项目管理，为用户量身定制总承包方案。从用户前期交流阶段就全面介入，包括厂房、地基、动能供应等基础设施的逐项落实、跟踪，制

定全过程节点计划和控制措施；建立安调服务信息管理系统，对用户安调现场进行在线监测和远程管理，及时诊断、解决现场疑难故障，保证安装调试进度和质量，提高交钥匙工程完工率。

承担了中国援建缅甸多功能柴油机厂总承包项目，受到了缅甸总理的高度赞扬，济南二机床被评为优秀合作单位。

三是，积极推进技术、管理、生产制造等领域信息化建设，以信息技术提升传统产业。建立以ERP系统为核心，以PDM系统为纽带，以优化企业内外制造资源为目标的生产管理平台系统。ERP系统应用节点覆盖销售、技术准备计划、生产计划、车间计划、招标、采购、供应商、仓库、车间现场、财务、人力资源、设备管理等所有制造环节。建立以外网网站系统、供应链管理系统、客户关系管理系统、电子邮件系统等为主的对外商务平台系统，和以办公自动化系统为核心的企业综合管理平台系统，实现与其他系统的集成应用，全面实现无纸化办公。通过企业信息化应用水平的不断提高，显著提升了企业的综合制造水平和管理水平，大幅度提高了工作效率，降低了生产、管理成本。

济南二机床连续多年入选全国“信息化建设500强”，是全国CAD应用工程示范企业和山东省首批制造业信息化示范企业，ERP项目获中国制造业信息化优秀实践奖。

四是，加大技改投入，加强制造与配套能力建设。围绕提升重型锻压设备和数控机床制造能力，逐步实施投资2.46亿元的“提高大型数控机床制造能力的技改项目”，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、数控切割机等大批先进装备和检测仪器，提高制造和检测把关能力。

正在实施的“数控机床铸件及机加工项目”，投资3亿元，今年7月份投产，将显著提升大件精密零件铸造、加工生产能力。

依托可靠的设计和加工、检测能力，目前已经实现大重型机械压力机等成熟产品厂内无总装试车、在用户一次性总装试车交付使用。

同时，加强相应的配套能力建设，发展技术、管理专业化的起重安装和售后服务队伍，配备符合国家标准和适应用户现场施工操作的重型起重装备，在公开招标的基础上发展具有综合实力的长

期合作伙伴，整合内外资源，提升了高新技术产品成套、成线供应能力，能够承担全部设计、采购、施工任务。

五是，产学研用相结合，增强产品研发的针对性、有效性、可靠性。先后与清华大学、北京航空航天大学、山东大学等国内大专院校和科研院所开展数控机床、锻压设备等领域开展广泛合作。特别是广大用户的积极参与，为提高企业提供成套解决方案的能力起到极大的促进作用。

六是，完善人才培养与激励机制，为装备制造的转型升级提供人力资源保证。人力资源是发展现代制造业的核心动力，济南二机床广泛开展各类员工的培训，合理制定不同岗位的培训计划。在中层干部和部门经理范围内实施MBA培训，提升各级领导干部的管理水平；在全集团公司范围内进行专业人才选拔，在高端市场营销、国际合作、产品安调服务、重点项目管理等方面进行脱产带薪培训，从而培养一批既有专业特长又具有多领域知识的复合型人才。

设置主任（副主任）工程师、技师、营销师、管理师，充分体现不同岗位人员的贡献和个人成就，满足员工价值实现需要，完善各类人员的成长通道。

不断完善人才竞争激励机制，通过制定有力措施吸引、留住、用好人才。完善技术进步、管理创新、技术革新与合理化建议的评审和奖励制度，鼓励员工立足岗位创新工作。

七是，加强用户培训与售后服务体系建设。在抓好用户订货过程中的设备操作培训的同时，针对产品技术发展，定期举办技术交流研讨活动，不定期地组织开展用户设备维护、设备故障诊断等方面的培训，协助用户建立设备管理工程师、技师队伍。

加强售后服务网点建设，设立专门机构，协助用户抓好设备备件采购计划管理和设备改造升级服务，对用户急需备件开辟绿色通道，在用户集中地区设立售后服务中心，竭力为用户提供终身服务。

三、实施大型机床再制造，挖掘制造产品潜在价值

机床再制造是发展循环经济，实施绿色制造的重要举措，是一个充分运用现代先进制造工艺技术、信息技术、数控及自动化技术等高新技术对废旧机床进行可再制造性评估、拆卸以及创新再设计、再

德马吉谋划进入超大型机床市场

2010年3月，德马吉公司将在德国比勒费尔德举行了超大型 CTX 系列机床的发布活动，宣告将在 2010 年 3 季度在全球范围内正式推出其超大型机床 CTX delta TC 4000 和 CTX delta 6000 TC 车铣复合机床，以及 5 轴加工中心 DMU 600 P。

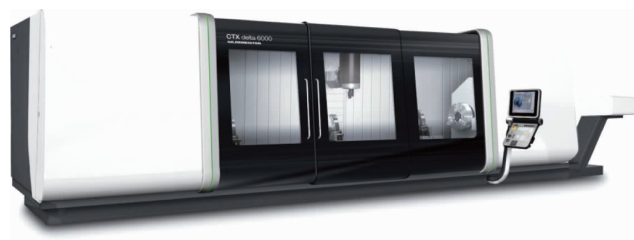
德马吉公司推出超大型机床，目的是进入汽车、模具、发电、机床制造和航空航天工业领域，满足这些领域巨型曲轴和超大型锻压模具等大型工件的加工需求。

CTX delta TC

德马吉公司即将推出的 CTX delta 4000 TC 和 CTX delta 6000 TC 超大型车铣复合加工中心，具有机床刚性好，车铣主轴扭矩大等特点。其车削长度达 6000 mm，车削直径达 1070 mm，Y 轴行程达 ± 330 mm，采用 DMG ERGOline® 控制面板，19" 大型显示器，西门子 ShopTurn 3G 数控系统，确保工作可靠和编程轻松。

CTX delta TC 机床采用箱中箱结构，机床稳定性好；铣削主轴 B 轴采用直接驱动技术，摆动范围 $\pm 120^\circ$ ；X 和 Y 轴采用双驱动技术；到库沿用 NT 6600 的刀库，标配 50 刀位，允许逐步扩展至 100 刀位、140 刀位，最大至 180 刀位，最大刀具长度 600 mm，最大刀具重量 30 kg。

CTX delta TC 机床第一主轴和副主轴转速都可到 1000r/min，最大驱动功率 52 kW，最大扭矩 6750 Nm，最大进给速度 40 m/min，铣削主轴最高转速 12000 r/min，40% 负荷下，最大驱动功率 34 kW，最大扭矩 260 Nm，采用直驱电机，可快速和精确定位刀具主轴。工件最大重量 7000kg。



DMG 的 CTX delta 6000 TC

DMU 600 P

德马吉的全新 DMU 600 P 机床采用龙门式结构，X 轴行程 6000 mm，Y 轴行程 4200 mm，W 轴横梁行程 1600 mm（选配 2000 mm），Z 轴滑枕行程 1250 mm（选配 1500 mm）。龙门间距离的宽度 3500 mm，垂直方向 3000 mm，机床工作台尺寸 5000 mmx 2600 mm，最大工件重量可达 40 t，可满足汽车模具、航空航天和发电行业以及机床制造业的超大型工件的加工需求。

制造、再装配的过程。随着工业的发展，很多超期服役的机床功能已不能满足现代加工工艺的要求，由于成本和周期优势，机床再制造越来越受到用户的青睐。

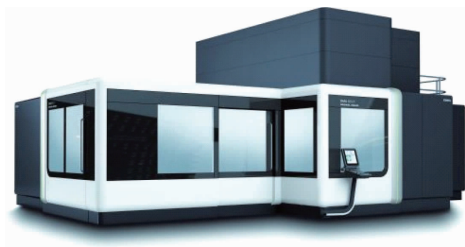
济南二机床成立了专业机构开展设备检测、维修、零部件定制服务，积极开展设备维修改造升级业务，对技术含量低、附加值不高、成套能力不强、设计水平落后、可靠性差的旧机床进行数控化、自动化再制造。

同时，积极为用户提供机床搬迁改造服务。在成功实施成都一汽丰田搬迁一期项目的基础上，顺

利签下二期项目。

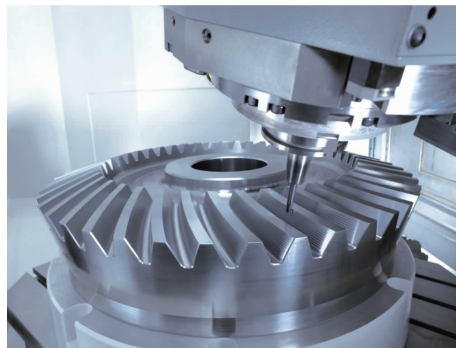
长期的发展中，济南二机床与广大用户企业建立了良好的合作伙伴关系，并就现代制造服务业相关领域的拓展进行了积极研究和实践，但相比发达国家成熟的现代制造服务业还有较大差距。现代制造服务业是当今世界制造业发展的大趋势，党中央、国务院将加快发展现代制造服务业作为一项重要战略决策。济南二机床愿与用户企业、行业专家一道，为实现制造与服务的一体化，提升国际竞争力做出积极努力，从而推动我国制造服务业迈上新的水平、新的台阶。

DMU 600 P 突出特点是独有的模块化平台结构。包括实心铸造的 12 m 长床身，龙门和多种可选工作台，可以在一台机床上完成车铣加工。最高铣削进给速度 30 m/min，最高加速度 3 m/s²，智能刀具管理系统，最大可管理 313 把刀以及自动换铣头，高性能粗铣铣头的最大扭矩 2500 Nm 和转速 6000 r/min；高精度和高动态性能精铣铣头的转速 24000 r/min，扭矩 90 Nm。借助丰富的选配系统，DMU 600 P 的模块化结构使用户拥有一个完全灵活和独有的大型工件加工应用平台。



DMU 600 P

DMU 600 P 动力强劲，应用广泛。而且速度快、动态性能好。直线轴最高进给速度可达 30 m/min，加速度可达 3 m/s²。特别是考虑到换头和换刀运动所需运动距离大情况，高速和高动态性能是缩短非加工时间和达到同类机床最高生产效率的保证。特别



配置全新和全功能 gearMILL 软件包，德马吉龙门机床
现在可完整加工最大直径 3000 mm 的齿轮

是它采用直接驱动技术的回转轴加速度高达 7 r/s²，回转和摆动速度达 40 r/min。

数控系统采用 DMG ERGOline® 控制面板，配 19" 显示器，可选配海德汉或西门子 3D 数控系统，这些系统拥有大型工件加工的一流性能。其中包括适用于模具制造的专用软件模块，适用于高精密和高表面质量的高精度套件和适用于高速加工的特别调整的循环。

DMU 600 P 采用龙门结构，确保了机床精度的长期稳定。特别是龙门单独固定在地基中，用机械方式连接龙门与床身，因而保证了一致的几何特性和最好的刚性。床身采用 GGG60 铸铁，这种铸铁减振性能好，是高精度精铣加工的基础保证。

(上接第 53 页)

如果国家能对此实行像汽车那样给予适当补贴的优惠政策，不仅将大大拉动机床的消费市场，提升我国制造业装备水平，而且也会产生良好的社会综合效益，是个多赢的好政策。

结束语

目前，进入后金融危机时代，我国机床市场呈现出非常复杂的情况，充满多种变数。关注形势变

化，加强调查研究与分析，是把握商机驾驭机遇的有效手段。协会本次开展的调研活动，因受多种因素的影响，即不全面也缺乏深度，我们希望能够抛砖引玉，引起全行业对市场和经济形势的高度关注并加强调查研究。本次调研仅是开始，今后协会将会根据形势的变化和要求，针对某一行业或某一专题持续开展更为深入的调查研究，以期更好地服务于企业。

中国数控机床展览会 (CCMT2010)

“春燕奖” 获奖机床

加工中心

XHAE788 精密立式加工中心

制造厂商：北京北一数控机床有限责任公司

XHAE788 精密立式加工中心，是三轴（可选五轴）立式加工中心系列产品的基本型号，适用于航空、航天、模具、箱体、机械等行业黑色金属、铝合金等各种零件的粗、精加工。

机床为工作台做 Y 向移动，门型横梁上溜板做 X 向运动、主轴箱在溜板上做 Z 向运动。工作台上可选配一摇篮式双轴转台，形成五轴联动机床。主轴为自制高速电主轴单元，主轴锥孔分为 ISO 40 (12000r/min)、ISO 50 (6000 r/min) 两种规格。



机床具有高刚性、高精度、高速、大扭矩、高承载、多功能、优异的操作接近性等特点，可满足各行业高效、高精加工的要求。具有较高技术含量、反映了差异化特点、高附加值的一款产品。本产品各项技术指标均衡、整机性能优异。

机床具有优异的操作接近性。操作者可从正面、两个侧面三个方向接近加工区域，极大的提高了操作的方便性和对加工过程的监控。目前国内还无此种功能的产品。主轴箱为定悬伸结构设计。主轴箱在 Z 向行程的各个位置时悬伸均一致，可以很好的提高机床的加工精度。

机床采用高速、大承载结构设计。最大工件重

量 3t，X/Y/Z 快速进给 36/36/32 m/min。三轴均采用高刚性、高抗振性滚柱导轨和精密滚珠丝杠副。各进给轴刚性好、摩擦阻力小、承载力高。预拉伸丝杠，便于控制预拉伸量从而保证机床具有高的定位精度和稳定性。高刚性门型横梁及床身设计极大的提高了机床的刚性，减小了机床在变载荷时的变形量，有利于提高加工精度。绝对值光栅，使机床具有定位精度高、操作简便等特点。整机结构在设计时运用 ANSYS 软件进行了动、静刚度及热变形分析，对结构进行了优化。得到了良好的动、静刚度，减小了整机精度受热变形的影响。

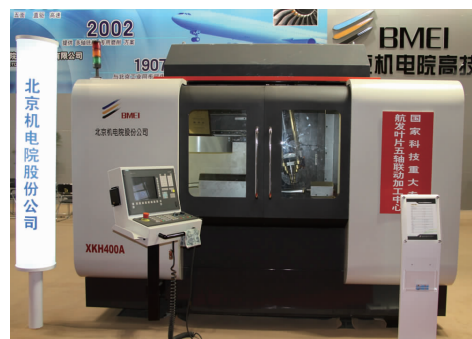
高速、大扭矩电主轴，如 BT40 主轴（转速 12000r/min、最大扭矩 204 Nm）；主轴具有松刀卸荷装置，保证了松刀时主轴轴承不承受松刀力，提高了主轴的寿命和精度。主轴箱采用了热对称结构设计，使用多路、多层恒温冷却技术，主轴精度的保持性优异。在设计过程中选用了进口高精度主轴轴承，通过选用合理的预压形式及预压量，保证了主轴的高速、高精度及低发热量。

XKH400A 五轴联动叶片加工中心

制造厂商：北京机电院高技术股份有限公司

XKH400A 五轴联动叶片加工中心针对航发叶片加工的特点而设计。

在 A、B 两个回转轴上采用直驱技术的基础。B 轴在使用较小“刀心距”的同时，克服偏摆力矩的影响。A 轴采用新型的随动尾架机构。同时，尾座的夹紧机构申请实用新型专利。



主要技术参数

最大装夹长度	400mm
A 轴最大回转半径	150mm
X/Y/Z 轴行程	500/300/400mm
A/B 轴行程	360°/±40°
主轴转速	60-20000r/min
主轴锥孔	HSK63
主轴电机功率	21/62KW
刀库容量	16 把
使用刀柄	HSK63A
最大刀具直径	63mm
最大刀具长度	180mm

MDHW50 五轴卧式加工中心

制造厂商：大连机床集团有限责任公司

由于我国航空，航天及军工产业的高速发展对于五轴加工中心的使用具有十分宽广的市场前景。使用大扭矩高精度直驱电机双轴转台，轻松实现五面体加工。

两档变速电主轴：最高转速可达 12000r/min，可在满足低速切削要求的同时满足高速加工要求。主轴松、拉刀及机械手换刀通过凸轮联动实现（换刀时间：2s）



主要技术参数

A/B 轴转台扭矩	600Nm/320Nm
A/B 重复定位精度	±2"
电主轴功率	22kW (30min) 18.5kW (连续)
转速	12000min
X/Y/Z 行程	1050mm/900mm/900mm
重复定位精度	±0.0025/±0.0020/±0.0020mm

MDV95 立式加工中心

制造厂商：大连机床集团有限责任公司

该机床采用了滑动导轨气压浮动结构和 Y 轴双

驱动结构等新技术。

机床的机械手在换刀过程中将主轴松、拉刀通过凸轮联动实现快速换刀。



在机床的设计制造过程中，突破了 Y 轴双驱动结构的同步性及其温度补偿技术。

主要技术参数

X/Y/Z 定位精度	±0.008mm/±0.005mm (Y, Z)
重复定位精度	±0.003mm/全长
X/Y/Z 行程	2060mm/950mm/850mm
快移速度	15 m/min
工作台尺寸	2300×950 mm

D-01X 无人自动线

制造厂商：大连机床集团有限责任公司

该自动线由 HDL50 卧式、VD50 立式三坐标加工中心单元各一台与桁架机械手组成。

机床采用卧加直线式刀库、刀架固定，用副机械手进行中间快速刀具输送，在不停机的状况下可进行的动更换破损的刀具。立、卧式三坐标加工中心单元与桁架机械手组成的自动生产线，可大大提高生产线的可靠性、高柔性和高的自动化程度。新技术的采用保证了 HSK-A63 刀座锁刀和松刀结构，保证机床换刀的可靠性。



VCL1100 精密立式加工中心

制造厂商：南通科技投资集团股份有限公司

主轴在运转过程中，电机、轴承及其它运动部件会因摩擦、损耗等产生热量。如果热量不能及时

散发和排出，则会严重影响机床精度。因此在铣头壳体内设有曲折的冷却回路，冷却液通过此回路带走大部分热量，减少了Z轴在YZ平面内的变化。为了进一步提高热稳定性，把主电机与铣头壳体隔离，并增加了轴流电机，冷空气从机床后部进入，沿主轴周围流动然后从顶部排出。同时还配有主轴强制冷却装置，该选项可以让主轴处于恒定温度。主轴的端部有排列成环状喷嘴，可对工件进行外部冷却。



该机床本着“以人为本”的设计原则，通过新颖的外观设计提升产品的附加值。设计上追求的是一种质朴，简洁，明快的设计风格，以少而精的设计语言，突出体现产品外观设计的现代感。造型力求区别于市场上现有机床的外观，形成VCL1100特有的外观造型语言。简洁的造型更能使人放松心情、降低疲劳，为操作者营造一份轻松惬意。设计采用简约实用的手法，运用操作分区和颜色分区的方法，令使用者一目了然。同时，运用统一的设计语言，在边、角、线，以及颜色的搭配上，给人以亲和，自然的感觉。

本机床采用十字滑台型式，主要构件均呈箱形结构，工艺性好，加工中不易变形。Y向导轨采用加大跨距设计，最大程度的消除了X向运动过程中的颠覆力矩对机床性能的影响；立柱采用扭矩管式“人”字型马步结构，结合面较大，稳定性好。通过对主大件的三维建模有限元分析，在保证机床刚性的基础上消除了设计过程中的冗余现象，使机床整体性能得到了优化，降低了变形和振动对机床的影响。

直线滚动导轨，采用中等预载荷，消除了间隙和爬行，提高了系统刚度和运动精度。线性轴驱动采用伺服电机带动高速滚珠丝杠副，丝杠支撑采用两端固定支撑并施加预拉伸，以提高传动系统刚度，吸收丝杠发热引起的热伸长造成的误差。螺母座及丝杠轴承座与基础件间结合面采取配刮研技术，使精度更加稳定、可靠，提高了耐冲击能力。

机械手刀库安装在立柱左侧，两段式打刀缸结构，使用PLC控制技术，换刀时无需等待，实现了刀库的快速换刀，刀对刀时间为1.4s。

设计时采用油水隔离结构，使丝杠、线轨及轴承的润滑油与切削冷却液各行其道，延长冷却液使用寿命，提高冷却液使用效果，同时改善了环境，起到了绿色环保的功效。

HTM-50GME 重型动柱动梁龙门五面加工中心

制造厂商：宁波海天精工机械有限公司

HTM-50GME系列产品是龙门框架整体移动式龙门铣镗床，是海天精工在充分发挥自我优势的基础上、通过消化吸收国际先进技术、自主开发研制的重型龙门系列（龙门框架整体移动式）产品之一。

HTM-50GME系列产品在继承了传统龙门机床基础框架刚性强，结构对称，稳定性强等优点的基础上，引进国际先进的设计理念，工作台固定，龙门框架移动，产品全部采用PRO/E三维设计，机床主要结构均采用有限元分析，通过优化布筋结构，合理分布质量，使整机刚性强，动态特性佳，满足大功率、高精度切削的要求。更适合超大、超重零件的加工。主要特点是利用龙门超强框架移动，可实现超大的X轴加工范围；再配以四面环抱式方滑枕结构，保证整机具有足够的刚性和稳定性，且机床吸震性好、动态特性佳。

HTM-50GME*100是龙门框架整体移动式动梁铣镗床机床具备铣削、镗削、钻削（钻、扩、铰）、攻螺纹、铰削等多种加工功能，可配多种附件铣头，具备自动换头、自动换刀功能，零件一次装夹可同时完成零件五个面上的孔系及平面的加工。而且，针对客户的不同特点，可选配全闭环光栅尺精密反馈系统、刀具中心冷却功能、自动交换附件铣头、ATC机械手式立卧刀库、附件铣头库、工件自动测量、刀具自动测量、五面加工功能、4轴联动加工功能等。该产品技术指标和配置国内领先，产品结构和工艺成熟，产品质量稳定，可为客户配置性价比优良、满意贴心的产品。适于船舶、新能源、航空航天、汽车、工程机械、包装、轨道交通、五金橡胶等各种机械加工领域的大型零件加工，更是加工精度要求较高、结构复杂的各种超大、超重零件加工的首选设备。

EQRX09-R2 大型卧式高速加工中心敏捷制造系统

制造厂商：东风汽车公司设备制造厂

该机床大型移动部件采用高刚度结构并及快速移动的惯量匹配技术。机床配备弹短期内卡头式附加刀为大。为防止机床热变形和保证加工精度，采用了床身温升控制技术和主轴温升伸长控制技术。此外，在机床设计制造中，还采用了主轴防撞、智能刀具信息识别及桁架机械手控制等技术。这种大型卧式高速加工中心，可以实现产品混流加工，具有较高的性价比，可替代进口，具有广阔的推广应用前景。



主要技术参数

X、Y、Z、U、W 轴行程	1250、900、600、6000mm、1600mm
快进速度	40m/min;
U、W 轴快进速度	60m/min
X、Y、Z 轴移动加速度	0.5m/s
换刀时间	2.5s

HMC50h 高速卧式加工中心

制造厂商：沈阳机床（集团）有限责任公司

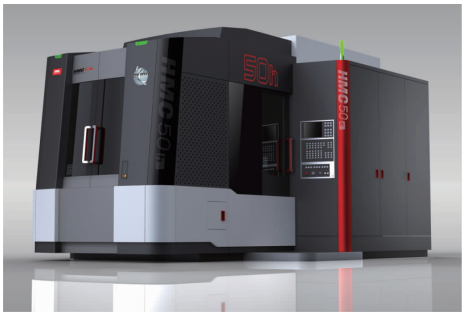
螺旋排屑和自动倾角排屑相混合的排屑方式，极大的提升了机床的排屑效率，节省了机床的占地空间，提高了螺旋排屑器的使用寿命。

直拉防护罩的滚动体结构，极大的减少了机床运动时的噪音，提高了机床的密封效果和该防护结构的整体使用寿命。

上料区底架的高强度、轻量化设计结构，极大的降低了机床整体的重量，上料区和托盘交换器的组合体在床身上整体安装，提高了机床的整机刚度，降低了整机的占地空间。

新外观，新的工业造型及外观防护技术

独特的凸轮结构托盘交换器在国内的应用尚属首例。该交换结构稳定可靠，且成功的避开了以往液压、伺服电机交换结构的种种弊端，由于采用普通电机驱动，极大的降低了机床的成本。



独特的数控转台结构的应用，在国内也是非常少见。该数控转台采用类似于涡轮蜗杆的传动结构，但是不同的是它将涡轮蜗杆的滑动摩擦通过滚动体变成了滚动，极大的提高了转台的精度、速度及载重量。

整机的动静刚度提升，所有移动部件的轻量化设计，机床整体的全封全防及快速换刀门的设计。

主要技术参数

工作台尺寸	500x500mm;
工作台允许最大承载能力	600kg;
X、Y、Z 轴行程	630mm;
快移速度	60m/min,
加速度	1g,
主轴最高转速	18000r/min;
数控转台最高转速	40r/min;
托盘交换时间	8s;
各轴定位精度	0.006mm,
重复定位精度	0.004mm。

FBC200r 落地式铣镗加工中心

制造厂商：沈阳机床（集团）有限责任公司

X、Y 向进给均采用双驱动技术，定位精度高，动态响应快；机床 X、Y、Z 轴采用定量闭式静压导轨，确保机床具有良好的刚性、稳定性、抗震性能；全闭环控制，确保了机床的定位精度及精度的稳定；高刚性、高扭矩、高转速性能；机床具有良好的挠度补偿、温度补偿、重心补偿功能。

X、Y 向进给均采用双驱动技术；机床 X、Y、Z 轴采用定量闭式静压导轨；具有高刚性、高扭矩、高转速性能的主轴系统；机床具有良好的挠度补偿、重心补偿功能。

主要技术参数

镗轴直径	200 mm
铣轴直径	320 mm
镗轴内孔锥度	ISO 7; 24 No 60
方滑枕截面尺寸	520×580 mm
镗轴最大扭转	10000 N.m
镗轴速度范围	4-1200 r/min (无级)
X/Y/Z/W 行程	8000/5000/1250/1200mm
主轴电机 (SIEMENS) 功率	100 kW



GMC4080wmh 动梁龙门移动式加工中心

制造厂商：沈阳机床（集团）有限责任公司

X、Y 向进给均采用双驱动技术，定位精度高，动态响应快；机床 X、Y、Z 轴采用定量闭式静压导轨，确保机床具有良好的刚性、稳定性、抗震性能；



全闭环控制，确保了机床的定位精度及精度的稳定；高刚性、高扭矩、高转速性能；机床具有良好的温度补偿功能，主轴具有倾刀装置。

X、Y 向进给均采用双驱动技术；机床 X、Y、Z 轴采用定量闭式静压导轨；具有高刚性、高扭矩、高转速性能的主轴系统；机床具有良好的温度补偿功能，主轴具有倾刀装置

X、Y 向进给均采用双驱动技术，机床具有良好的温度补偿功能，主轴具有倾刀装置。

主要参数

主轴直径	170 mm
主轴内孔锥度	ISO 7; 24 No 60
方滑枕截面尺寸	580 580 mm
主轴最大扭转	6000 N.m
主轴速度范围	5-2000 r/min (无级)
X/Y/Z/W 行程	8000/5200/1500/2000mm
主轴电机 (SIEMENS) 功率	71 kW

重庆机床新一代干切滚齿机亮相CCMT2010

第六届中国数控机床展览会上，重庆机床集团展出了其新一代七轴四联动高速干切滚齿机 YE3120CNC7。重庆机床集团早在 2005 年就在行业内率先研制成功干切滚齿机，本次展会上推出的这款机床是他们在总结和优化国外相关产品的基础上，通过优化设计开发出的新一代干切机床。与其 2005 推出的 YS3116CNC7 相比，这款机床结构更加紧凑，加工效率更高，机床可靠性和节能环保方面性能更加突出，性价比更高。

该机床采用无冷却液干式切削加工，同时加装先进的切削粉尘收集系统，环保性能更高；机床采用电子齿轮箱实现分齿运动和差齿运动，工作台采

用高精度斜齿轮副实现高速高精度分度，并具有消除间隙及调节阻尼装置，保证了机床的高速高精度加工；机床内防护罩，加上独特的切屑收集系统及切屑热带走系统，可保证炙热的切屑与机床基础大件隔离，以减少机床热变形；机床具有稳定的快速自动上下料装置，加工节拍大大缩短。

该机床最大加工直径 210mm，最大加工模数 4mm，主轴最高转速达 2000r/min，加工精度达到 GB/T10095.1-2001 的 6-6-7 级。可加工各种直、斜齿轮、双联或多联齿轮、小锥度齿、鼓形齿、花键、蜗轮、链轮等，特别适用于汽车、摩托车、流体机械、起重机械等行业的大批量齿轮加工。

BP 神经网络在数控系统故障诊断中应用

Application of BP in CNC diagnosis

游明琳¹ 潘 阳²

贵州师范大学¹ 贵州·贵阳 550014 贵州大学² 贵州·贵阳 550003

摘要: 文章对 BP 神经网络的基本原理做了介绍, 基于对数控系统的研究, 运用 BP 神经网络方法实现了数控系统的故障诊断, 提出了一种基于神经网络的数控系统故障诊断方法。对于仿真结果的分析, 表明该方法较传统故障诊断方法简单、有效, 且有较高的预测精度。

关键词: BP 神经网络; 数控系统; 故障诊断;

Abstract: In this paper, we summarize theory of BP neural net, based on study of CNC, implement fault analysis of CNC tool with BP neural net, present a method in CNC system diagnosis based on neural net. The emulation results shows that this method is simple and effective, and the forecasting is satisfactory.

Key words: BP neural net; CNC; fault analysis

在数控机床的使用过程中, 数控系统的结构比较复杂、种类繁多, 既有确定性因素, 又有随机因素, 各种因素交错, 使故障更具有渐变性和隐蔽性。一旦出现故障, 将直接影响到生产效率, 因此, 对数控系统的可靠性和可维护性的要求越来越高。

故障诊断是对系统产生故障的原因做出分析与判断, 以便找出解决问题的方法。从诊断方式上看, 目前数控系统的故障诊断主要是工程技术人员通过视、听、触、嗅、问等方式并辅以简单的会诊仪器凭自己的实践经验进行简易诊断的, 或在简易诊断的基础上对有疑问的异常现象, 使用某种精密检测仪器对其进行精密诊断分析, 从而找出数控系统发生故障的原因与部位。在诊断过程中, 还具有很大的人为主观因素, 其精确程度远远不能满足现代工业发展的要求。

目前, 数控系统中的故障诊断主要有基于传递函数的故障诊断方法和基于人工智能 (包括专家系统、神经网络两个分支) 的故障诊断方法。前者由于需要系统控制过程的数学模型而遇到较大困难, 后者又由于专家系统知识难以获取而难以推广应用。目前传统的维护手段主要依靠维护人员的经验, 很难保障维护的质量, 而神经网络在故障诊断中的应

用可较好地克服基于规则推理的单一专家系统知识获取困难的缺点, 基于理论上比较成熟的 BP 神经网络, 本文对 BP 神经网络在数控系统故障诊断方面的应用进行探讨, 提出一种解决方法。

神经网络是由大量的处理单元 (神经元) 互相连接而成的网络。为了模拟大脑的基本特性, 在神经科学研究的基础上, 提出了神经网络模型。但是, 实际上神经网络并不能完全反映大脑的功能, 只是对生物神经网络进行某种抽象、简化和模拟。神经网络的信息处理通过神经元的互相作用来实现, 知识与信息的存储表现为网络元件互连分布式的物理联系。神经网络的学习和识别取决于各神经元连接权系数的动态演化过程。神经网络的全称是人工神经网络 (Artificial Neural Network, ANN), 它采用物理上可实现的器件或采用计算机来模拟生物体中神经网络的某些结构和功能, 并应用于工程领域。神经网络的着眼点不在于利用物理器件完整地复制生物体中的神经细胞网络, 而是抽取其中可利用的部分来克服目前计算机或其他系统不能解决的问题, 如学习、控制、识别和专家系统等。随着生物和认知科学的发展, 人们对大脑的认识和了解越来越深入, 神经网络将会获得更加广阔的发展空间和应用范围。

1 BP神经网络的基本原理

1.1 BP神经网络结构

在神经网络所有结构模型中用法最多也最有成效的是前向多层神经网络, 由于该网络在学习(训练)过程中采用了BP(Error Back-propagation)算法, 故又称为BP网络。

标准的BP网络由三层神经元组成, 其结构如图1所示。最下面为输入层, 中间为隐含层, 最上面为输出层, 网络中相邻层采取全互连方式连接, 同层各神经元之间没有任何连接, 输出层与输入层之间也没有直接的联系。为方便讨论, 在此设输入层、隐含层及输出层神经元的个数分别为 L 、 M 、 N 。可以证明: 在隐含层节点可以根据需要自由设置的情况下, 用三层前向神经网络可以实现以任意精度逼近任意连续函数。

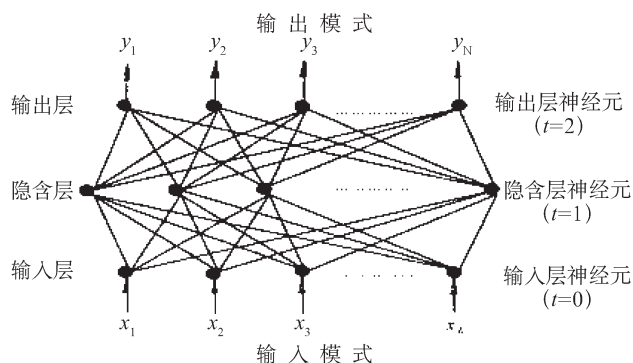


图1 前向多层神经网络 (BP网络) 模型

1.2 BP神经网络的学习算法

BP算法的主要思路是根据训练网络的误差函数EP对各个神经元输出的偏导数, 计算出误差EP对所有连接权值的偏导数, 从而可以利用求解非线性优化问题的梯度下降法来修改各个连接权值。当误差EP满足实际要求时, 停止训练, 专家系统知识获取过程结束, 此时领域专家解决实际问题的经验知识就转化成神经网络中各个神经元之间的连接强度, 整个网络就构成了神经网络专家系统的知识库。

BP网络的学习过程是由正向和反向传播两部分组成。在正向传播过程中, 每一层神经元的状态只影响到下一层神经网络。如果输出层不能得到期望输出, 即说明实际输出值与期望输出值之间存在误差, 于是转入反向传播过程, 将误差信号原路返回, 通过修改各层神经元的权值, 逐次向输入层传播进行计算, 再经过正向传播过程, 这两个过程的

反复运用, 使得误差信号最小。

1.3 BP学习算法中的注意问题

BP学习算法中的注意问题主要有以下几点:

(1) 神经网络输入层, 输出层的神经元个数可以根据研究对象的输入, 输出信息来确定, 如何合适选取隐含层神经元的数目无规律可循, 然而隐含神经元的数目是否合适对整个网络能否正常工作具有重要意义, 一般情况下可按下式给出:

$$n_H = \sqrt{n_I + n_O} + L \quad (1)$$

式中: n_H 为隐含层神经元数目, n_I 为输入层神经元数目, n_O 为输出层神经元数目, L 为1~10之间的整数。

(2) 学习算法中的 η 表示学习速率, 或称为步幅, η 较大时, 数值的修改量就较大, 学习速率比较快, 但有时会导致振荡, η 值较小时, 学习速率慢, 然而学习过程平稳, η 值的具体选取方案有很多种, 但没有一种是令人信服的, 在一些简单的问题中, η 可取为一常数, 满足 $0 < \eta < 1$, 如 η 取0.5。

(3) 在权值的修改公式中, 往往还加入一个惯性项(或称为动量项) $\alpha \Delta W_{ij}^{(1)}(n-1)$, 即

$$\Delta W_{ij}^{(L)}(n) = \eta \delta_{pj}^{(L)}(n) O_{pi}^{(L-1)}(n) + \alpha \Delta W_{ij}^{(L)}(n-1) \quad (2)$$

式中 $\Delta W_{ij}^{(L)}(n)$ 表示第 L 层第 i 个神经元与上一层第 j 个神经元之间的连接权的当前修改值, $\Delta W_{ij}^{(L)}(n-1)$ 表示上一个学习周期对同一个学习样本的权值修改值。

惯性项修正系数 α 应与 η 协调选取, 较大的 α 可以改善网络的收敛速度, 但对提高网络的收敛精度没有积极的作用, 对于简单的情况, α 取0.5。

(4) 在设置各训练样本的理想输出分量时, t_{pj} 有时可取为接近1或者0的数, 如0.9或者0.1等, 而不直接取为1.0, 因为单个神经元的转换函数大都是采用Sigmoid函数, 因而输出层各神经元的实际输出值, 只能接近于1或者0, 而不能达到1或者0。

(5) 在学习开始时, 必须给每个连接权赋初值。

在实际的网络训练过程中, 通常的处理方法是给每一个连接权赋以-1至1之间的随机数。

(6) BP算法学习的目的是为了寻找连接权,

$W_{ij}^{(L)}$ 使得 $E = \sum_P \sum_{j=0}^{N-1} (t_{pj} - O_{pj}^{(2)})^2$ 趋于全局最小, 然而

在实际操作时只能使之趋于一个相对大一点的 E 值,称为局部最优,如何避免在学习过程中陷入局部最小是 BP 算法的一大难题。

当出现局部最优的情况下,表现出来的特征是:各数值收敛到某一稳定值,而误差值却不是最小,这时可以按下式判定:

$$\begin{cases} |O_{pj}^{(2)}(n+1)-O_{pj}^{(2)}(n)| < \zeta \\ |O_{pj}^{(2)}(n)-t_{pj}| < \beta \end{cases} \quad j=0, 1, 2, \dots, N-1$$

式中 $\zeta < 1$, β 为一小数,通常 $0 < \beta < 0.2$ 。如符合上式,则认为此时 BP 网络陷入局部极小点。

1.4 BP 神经网络的学习步骤

综合上面的讨论,可以按照以下步骤来设计具体的学习过程:

(1) 网络结构及学习参数的确定:输入输入层,隐含层,输出层的神经元数目,步长 η 以及惯性校正系数 α ,数值收敛因子 ζ 及误差收敛因子 β 。

(2) 网络状态初始化:用较小的(绝对值为 1 以内)随机数对网络权值,阈值置初值。

(3) 提供学习样本:输入向量 x_p ($p=1, 2, \dots, P$) 和目标向量 t_p ($p=1, 2, \dots, P$)

(4) 学习开始:对每一个样本进行如下操作:

a. 计算网络隐含层及输出层各神经元的输出

$$O_{pj}^{(L)} = f_j(\text{net}_{pj}^{(L)}) = f_j\left(\sum_i W_{ji}^{(L)} O_i^{(L-1)} - \theta_j^{(L)}\right)$$

b. 计算训练误差

$$\delta_{pj}^{(2)} = O_{pj}^{(2)}(1 - O_{pj}^{(2)}) (t_{pj} - O_{pj}^{(2)}) \quad (\text{输出层})$$

$$\delta_{pj}^{(1)} = O_{pj}^{(1)}(1 - O_{pj}^{(1)}) \sum_k \delta_{pk}^{(2)} W_{kj}^{(2)} \quad (\text{隐含层})$$

c. 修改权值和阈值

$$W_{ji}^{(L)}(n+1) = W_{ji}^{(L)}(n) + \eta \delta_{pj}^{(L)} O_{pi}^{(L-1)} +$$

$$\alpha (W_{ji}^{(L)}(n) - W_{ji}^{(L)}(n-1)) \quad (\text{递推公式})$$

(5) 是否满足 $|O_{pj}^{(L)}(n+1) - O_{pj}^{(L)}(n)| < \zeta$? 满足执行第 (6) 步,否则返回 (4)。

(6) 是否满足 $|O_{pj}^{(L)}(n) - t_{pj}(n)| < \beta$? 若是则执行第 (7) 步,否则返回第 (2) 步。

(7) 停止。

2 应用实例

某加工型数控车床数控系统的 BP 网络如下:

故障样本值	检验目标
[6, 0, 18, 25]	[0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]
[13, 10, 16, 80]	[0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0]
[12.5, 8, 0, 95]	[0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0]

故障征兆集合 $V = [v1, v2, v3, v4]$

代表意义: $v1$: 主轴电机的负载大小

$v2$: 主轴电机的功率

$v3$: x 轴的负载;

$v4$: z 轴的负载;

故障集合 $U = [u1, u2, u3, u4, u5, u6, u7, u8, u9]$;

代表意义: $u1$: 主轴传递故障; $u2$: 主轴电机故障; $u3$: 冷却电机故障; $u4$: plc 故障; $u5$: 导轨故障; $u6$: 系统温度太高; $u7$: 反馈控制信号故障; $u8$: x 轴电机故障; $u9$: z 轴电机故障。

网络节点的选择 [4, 9, 9] 输入层节点为 4, 隐层节点 9, 输出节点为 9。

网络训练,训练样本如上表。对系统进行仿真输入 $\text{TEST} = [6 \ 5 \ 0 \ 93]^T$, 则网络的输入结果为。 $Y = [-0.0033, -0.0015, 0.0015, 0.0005, 0.0021, 0.0002, 0.0003, 0.9762, 0.0025]$ 与实际检验结果相符合。

4 结论

BP 网络在故障诊断中已得到广泛的应用,但仍存在一些问题:1) 为确定合理的诊断模型和参数,网络结构须进一步学习和优化;2) 网络的容错性、鲁棒性和泛化能力有待进一步提高,以实现准确在线实时机械故障诊断、监测和预报;3) BP 网络若能与其他传统方法、模糊分析等更好地相结合,则可实现故障的多种模型综合诊断。本文在对采用 BP 算法进行研究的基础上,提出了一种基于 BP 神经网络的数控系统故障诊断方法,并通过实验仿真证明,此方法是可行的,具有一定的实用价值。但该方法还需在实际的系统故障中进行验证,并不断完善故障数据库,要想建立更成熟、更完整的故障诊断体系,还有大量的问题有待解决。

参考文献 (略)

金属切削液的合理使用

Rational use of cutting fluid

南车集团戚墅堰工艺研究所 叶 毅

摘要 合理使用金属切削液，既可提高金属切削液的使用效果，保证工件加工质量，又可延长刀具寿命，降低加工成本。文章对金属切削液作了全面介绍，包括其作用、种类、选择、使用方法与近几年来它们的新发展。

关键词 金属切削液 刀具寿命 净化处理

在机械行业中，金属切削液（以下简称切削液）被广泛应用于各种切削加工中，如车削、铣削、钻削、磨削、切齿和切螺纹等。合理使用切削液能有效地减小切削力、降低切削温度、减小加工系统热变形、延长刀具使用寿命和改善加工表面质量。此外，使用高性能切削液也是改善某些难加工材料切削加工性的一项重要措施。

国际标准化组织（ISO）将金属加工液归于润滑剂产品，并于 1986 年制定了用于金属加工润滑剂（系列 M）ISO6743/7。该标准将金属加工润滑剂分为两大类，即以强调润滑性为主的加工类型和以强调冷却性为主的加工类型。我国于 1989 年等效采用 ISO 标准 ISO6743/7，制定了国家标准 GB/T7631.5-1989。

近几年来，切削液生产发展很快，新产品不断推出，种类越来越齐全，功能也越来越细化，针对不同的加工方式，都有相应的切削液与之对应。据不完全统计，我国目前金属润滑剂的市场年总需求量约为 25 万 t，按照加工和用途的不同类型来划分，各自所占的比例如表 1 所示^[1]。而其中切削加工液要占到加工润滑剂总消耗量的 38%。从切削加工液的品牌来看，国产品牌往往靠较低价格来争取市场，成本的压缩导致产品质量下降而得不到市场认可。目前占据市场份额前列的大都来自国外公司的一些知名品牌。所以，开发具有自主知识产权的国产切削液品牌是摆在我们面前的一项重要任务。

表 1 金属加工液按加工类型和用途分类的比例

加工方式	成型加工	切削加工	防腐防锈	其 它
占比%	36	38	13	13

1 切削液的作用

金属切削液在机械去除加工中的主要作用是冷却、润滑、清洗和防锈。由于液体的对流和汽化可以降低刀具和工件的表面温度，从而防止了工件表面的烧伤和形变。此外，切削液应具有抗泡沫性、抗霉菌变质性，做到排放不污染环境，不伤害人体和使用经济性等要求。为此，在切削液中常需加入一些特殊添加剂，如油性剂（可吸附在工件表面上形成油膜）、极压剂（在高温高压下能形成牢固的化学膜，起减摩、防粘结作用）、防锈剂（防止金属锈蚀）、消泡剂（防止切削液在喷淋时产生泡沫）、抗氧化剂（防止切削油在高温高压下氧化）、表面活性剂等。添加剂是金属切削液工艺技术中的核心要素，优良的添加剂配方已成为切削液生产企业提高自身品牌市场竞争力的必要条件。

2 切削液的种类

按形态来分，有：液体切削液和固体润滑剂两种。

生产中常用的液体切削液有：以润滑为主的油基切削液和以冷却为主的水基切削液两大类。

2.1 油基切削液

油基切削液又称切削油，其基本成分是基础油（矿物油或合成油）。使用时不需要稀释，直接使用原液。根据加工方式、刀具材料、工件材料和加工要求的不同，可在基础油中适量加入各种添加剂，如油性剂、极压剂（如氯、硫、磷等）、防腐剂、抗氧化剂等，配制成性能各异的油基切削液。

油基切削液按照基础油和添加剂的不同，大致可

分为纯矿物油（如 L-AN5~L-AN32 牌号的全损耗系统用油，即机械油、或煤油和轻柴油等）、纯合成油（其基础油由合成脂、聚 α 烯烃、聚醚、聚二醇等组成）、活性极压切削油（如硫化油）、非活性极压切削油（如含氯、磷等添加剂切削油）和减摩切削油。

用矿物油作基础油的切削油具有润滑性能优良、防锈性能好的优点，故使用最多；但因矿物油在高速加工时易产生烟雾和易燃烧，生物降解性差，污染水和土壤，有损操作者健康。因此，以矿物油为主的切削油发展趋势：一是矿物油逐渐被生物可降解的、不含芳香烃的聚烯烃合成类物质所替代；二是逐渐被水基切削液所替代，以节省能源。

2.2 水基切削液

水基切削液是目前应用最多的切削液，其产品约占到切削液市场总份额的百分之七十。

水基切削液需要用水稀释后加以使用，根据稀释后的状态可分为乳化切削液、微乳化切削液和合成切削液。

(1) 乳化切削液（以下简称乳化液）

乳化液是用矿物油、乳化剂（如石油磺酸钠，磺化蓖麻油等）及添加剂预先配制好的乳化油（称为原液）加水稀释而成的乳状液体。因为油不溶于水，为了使两者混合，所以必须加入乳化剂。乳化剂是一种表面活性剂，它的分子是由极性基团和非极性基团两部分组成。前者亲水，可溶于水；后者亲油，可溶于油。把油在水中搅拌成细粒时，乳化剂分子能定向地排列吸附在油水两界面上，把油和水连接起来，使分离的细粒不再因凝聚而浮游在水中，成为浮浊液。乳化液中含乳化油少，即浓度低的（如浓度为 3%~5%），冷却和清洗作用好，适于粗加工和磨削；浓度高的（如浓度为 10%~20%）润滑作用好，适于精加工（如拉削和铰孔等）。为了进一步提高乳化液的润滑性能，还可加入一定量的氯、硫、磷等极压添加剂，配制成极压乳化液。

(2) 合成切削液

合成切削液原液一般不含油，故润滑性相对差些，但可节省能源，利于环保，它可以与水互溶，配置后的切削液多为透明，可见性好，使用寿命长，特别适合在数控机床和加工中心等高效设备上使用。例如，我国积架石油化工有限公司开发的环保型全合成金属加工液与英国比尔（Korniche）公司推出的 SCF600 和 SCF900 全合成磨削液就属于这一类产品，适用于黑色与有色金属的一般机械加工和磨削加工。

(3) 微乳化切削液（以下简称微乳化液）

微乳化液原液中含油量（即油性添加剂含量）较小，而表面活性剂、防锈剂含量较大，加水配制后呈半透明微乳状，其外观和性能介于乳化液和合成切削液两者之间。它兼具乳化液与合成切削液两者的优点，又弥补了两者的不足，是近十年来发展较快，应用日益广泛的一种水基切削液。目前国外一些著名公司推出的水基切削液产品，如英国比尔公司开发的 SCF Universal 绿色金属加工液与德国奎克化学（中国）公司推出的 QUAKERCOOL 370 KLG 合成酯专利切削液都属于这一类产品。QUAKERCOOL 370 KLG 中的合成酯是由脂肪酸和醇类反应生成的化合物，具有极好的润滑性，与水混合后可形成微乳液，并且在金属加工环境中较难降解，确保刀具与切屑、以及刀具与工件接触区界面上能保持良好的液体润滑、边界润滑和极压（EP）润滑的条件，尤其适用于在铝合金、钛合金及铬、镍、铁合金等难加工材料的加工场合下使用。

2.3 固体润滑剂

固体润滑剂中使用较多的是二硫化钼（ MoS_2 ），它是一种良好的环保型润滑剂。由 MoS_2 形成的润滑膜具有很小的摩擦系数（0.05~0.09）、高的熔点（1185℃）、很高的抗压性能（3.1GPa）。切削时可将 MoS_2 涂刷在刀具表面或工件表面上，也可添加在切削油中。在高温、高压情况下，它仍能保持很好的润滑性和耐磨性。此外，使用 MoS_2 润滑剂还能防止粘结和抑制积屑瘤产生，延长刀具寿命和减小表面粗糙度。 MoS_2 润滑剂已成功地用于镗铰、深孔、攻丝和拉孔等加工中。例如，采用一种（Ti，Al）N+ MoS_2 软涂层的硬质合金钻头〔即先在钻头上用（Ti，Al）N 进行硬质涂层，然后再在其上涂刷 MoS_2 软涂层〕干钻削灰铸铁发动机缸体上深孔，刀具寿命高达 1600min，而只涂 TiN 或 TiCN 涂层的钻头，其寿命分别为 19.6min 和 44min。

3 切削液的选用

切削液的效果除了取决于切削液本身各种性能外，还取决于加工要求、工件材料、刀具材料和加工方式等因素，应综合考虑，合理选择和正确使用。

(1) 要根据加工要求来选用 粗加工时，切削用量较大，产生大量的切削热，为了降低切削温度，这时应选用冷却性能好的水基切削液。精加工时，要求工件获得最佳的表面质量和较小的表面粗糙度值，故

应采用切削油。

(2) 要与不同的加工方式相对应 在当代机械加工中, 切削方式多种多样。例如车削、铣削和钻孔, 通常要求高效率加工, 故应选用水基切削液; 而拉削和切齿时, 须用价格较贵的复杂刀具加工, 为保证加工质量及刀具有较长的使用寿命, 故最好选用油基切削液。随着加工分类越来越细。切削液也有非标准化的发展趋势。不同切削方式都有不同品牌切削液对应。例如, 针对高速磨削, 德国欧海 (OEL-HELD) 公司研发出了专用的高性能磨削油, 由于其组成结构为纯烷烃, 具有优异的抗剪切能力和抗老化稳定性, 非常适合于高速磨削加工, 从而改变了以往用通用切削液代替磨削油的加工方式。

(3) 要根据工件和刀具不同的材质来选用 不同材质的刀具和工件, 其耐高温性、可切削性、硬度等各自相异, 此时要分别选用不同的切削液。例如, 加工齿轮一类硬度较低的工件, 就要采用粘度较高的切削液, 以防止齿轮表面产生划痕; 而切削不锈钢一类难加工材料, 宜选用极压切削油或极压乳化液。又如, 用立方氮化硼 (CBN) 超硬刀具切削淬硬钢等一类高硬度材料时, 虽然 CBN 能承受 $1250\sim 1350^{\circ}\text{C}$ 的切削温度, 但在 1000°C 左右高温下, CBN 会同水蒸气及空气中的氧起反应, 生成氨和硼酸, 这种化学反应称为水解作用, 会加速刀具磨损。因此用 CBN 刀具湿式切削时, 须用带极压添加剂的水基切削液或极压切削油, 以减弱水解作用。

(4) 要参照机床本身特性来选用 对一些高效贵重设备, 从维护保养角度考虑, 应选用理化性能稳定的油基切削液加工, 以防止金属件腐蚀、生锈、运动零部件活动部分发生故障等。可是对一些开放式的机床一般不宜使用油基切削液, 以免切削油大量挥发而耗散。

(5) 要性能与价格两者兼顾 针对具体加工条件应选择性能与价格比最高的切削液。

此外, 所选用的切削液还要求不能对操作工人的健康及环保带来负面影响。目前由于全球环境意识的增强及环境保护立法的要求日益严格, 市场对切削液绿色环保性能的要求越来越高。所以, 一些生物降解性好的油基切削液受到了人们的青睐。例如, 好富顿公司的 Hocut TR2000 系列产品就是这样一款采用易生物降解植物油精制而成的两相 (油相和水相) 控制的环保型切削液。而用钨酸盐、钼酸盐代替水基切削液中的具有毒性的防锈添加剂方法

业已在生产中推广。

4 切削液的使用方法及其改进

4.1 供液方法及其改进

目前生产中常用的切削液供液方法有浇注法和内冷却法两种。前者是利用齿轮泵或低压泵 ($0.1\sim 0.2\text{MPa}$) 通过管道和喷嘴将切削液直接浇注到刀具前刀面与切屑以及刀具后刀面与工件接触区的界面上。此法最为简单, 但供液效果差, 且切削液消耗量大, 一般为 $5\sim 20\text{L}/\text{min}$ 。内冷却法多用于油孔钻、深孔钻、喷吸钻、套料刀和单刃镗铰刀等孔加工刀具上, 需在刀体内作出供液孔, 然后将高压 ($1\sim 10\text{MPa}$)、高速的切削液流引入刀体内部, 射向切削表面, 此法的供液效果好, 但需有一套专门的切削液供给系统, 使用受到局限。

现在的研究表明, 切削液采用近乎干式切削的“汽束”喷雾冷却法最为有效, 而且切削液消耗少, 加工成本低。

“汽束”喷雾冷却是以一定压力 ($0.3\sim 1\text{MPa}$) 的空气使切削液雾化, 并以很高的速度喷向切削区域, 使在该区域高温下呈雾化状的切削液滴很快汽化。由于液体在汽化时会吸收大量热量, 因而可使切削区域内的温度大幅度下降, 同时切削液还能带走切削区域和空间的热量和粉末, 改善作业环境。实践证明, 在使用等量切削液情况下, “汽束”喷雾冷却在相同时间内所吸收的热量是浇注法的 1000 倍。所以, 它不但可提高刀具使用寿命, 而且可使切削液的消耗大大减少。据德国格林 (Guhring) 公司试验证实, 在汽车一些生产线上采用“汽束”喷雾冷却, 每班只需耗用半杯油, 并且可用廉价的工厂派生油。“汽束”喷雾冷却既适用于自动生产线上, 也适用于一般的金属切削加工中。图 1 所示为在普通钻床上利用“汽束”供给切削液的一种装置。该装置由贮液箱 1 (包括工作部 I 和溢流部 II)、过滤器 2 和 3、集液盘 5、喷嘴 6、箱盖 8、喷吸器 9、气阀 11、节气阀 12、水管 13 及管道 4、7 和 10 等组成。工作时, 开动气阀 11, 压缩空气将以 $P_c=0.4\text{MPa}$ 的压力从管路中压出, 产生高压气流。高压气流在水管 13 的上部通过时会产生负压, 而将切削液从贮液箱中吸出, 并击成雾滴状。上述高压气流带着微小液滴的切削液渗透到切削区, 在高温下会迅速汽化, 吸收大量的热量, 从而能有效地降低切削温度。而在集液盘中收集的废液经过滤后可流回贮液箱继续使用。节气阀 12 是用来改变

管路中的压力,以便调节切削液的流量。而气阀 11 则可利用电信号(通过直流电压 $U=24V$)操纵。使用表明,该装置结构简单,使用方便。

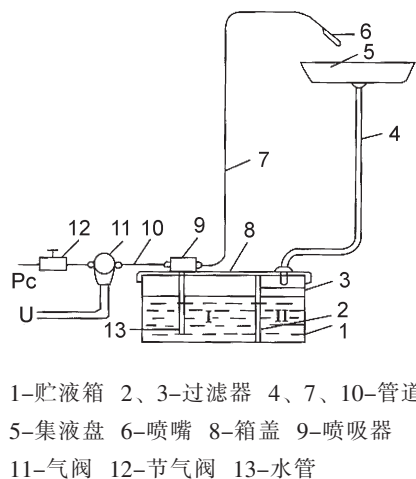
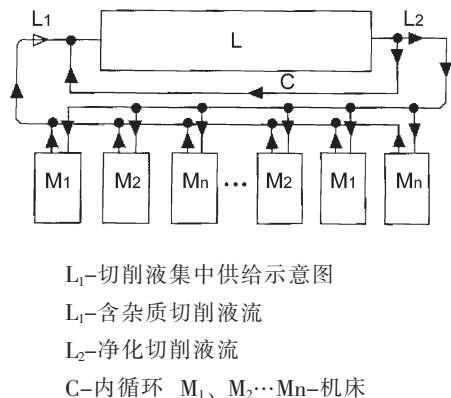


图1 利用“汽束”供给切削液的装置

4.2 供液装置及其改进

目前生产中大多采用单机设备各自独立的切削液供给装置,它存在着切削液的维护、管理不方便,质量不易控制,废液排放量大等缺点。而在发达国家现已将切削液采用集中供给的方式。所谓集中供给就是将多台湿式加工的、相同切削方式和材料的、每台机床上各自独立的切削液供给装置,合并为一个供给系统,如图2所示。



L₁-切削液集中供给示意图
L₁-含杂质切削液流
L₂-净化切削液流
C-内循环 M₁、M₂...M_n-机床

图2 切削液集中供给示意图

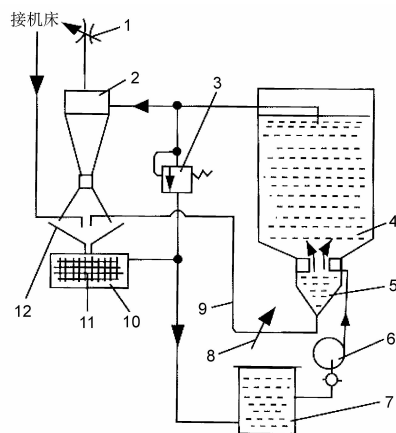
集中供液由于采用了大循环、大流量、大行程液体回流,所以切削液的热量散发快,供液系统温度低,并且在周末和节假日等停工期间还设有内循环(见图2中C回路),使大流量的切削液能不间断地流动,有效地控制了细菌的生长,同时也易于对切削液的性能指标(如pH酸碱值、浓度以及泡沫等)实现

自动控制,确保切削液的质量。此外,集中供液也便于污液的集中净化处理,保护生态环境。我国上海大众汽车有限公司发动机厂对切削液采用集中供液后,使切削液的平均寿命比单机分散供液时提高了2.5倍,取得了显著的经济效益。但集中供液一次性投入的成本较高。

4.3 切削液净化处理

过去人们认为,只有在精密加工,例如滚压和研磨时,才须使用经过精细过滤净化的切削液,但近几年来研究表明,如将切削液中的杂质(如碎屑、砂轮粉末等)从 $40\mu\text{m}$ 降低到 $10\mu\text{m}$,刀具寿命可延长1~3倍。因此,目前的研究认为,无论是精密加工,还是在钻削、扩孔、铰孔和镗孔等普通加工中,为了提高刀具寿命和可靠性,改善零件加工质量,均应使用净化切削液。此外,清洁的切削液还可防止微生物的生长。

切削液的净化处理就是将它在工作中带入的碎屑、砂轮粉末等杂质及时去除。常用的净化方法有过滤法和分离法。过滤法是使用多孔材料,如铜丝网、布质网、泡沫塑料等制成过滤器,以除去在工作时切削液产生的杂质;分离法是应用重力沉淀、惯性分离、磁性分离等装置,除去在工作时切削液产生的杂质。实际生产中常将几种方法综合使用。图3所示就是综合应用上述几种方法的一种切削液多级过滤净化装置,它不仅制造简单,结构紧凑,并且过滤效果好,能保证切削液有较高的清洁度。



1和8-控制阀 2和5-溢流分离器 3-溢流阀
4-密封箱 6-液压泵 7-贮液箱 9-管路
10-磁性分离器 11-过滤箱 12-回收器

图3 切削液的多级过滤装置

工作时,液压泵6将切削液从贮液箱7内抽出并压入到第一级旋涡分离器5内,使切削液中 $10\sim 25\mu\text{m}$ 的杂质被分离出来,然后充满整个密封箱4并

使箱内产生高压。当压力达到一定值后,切削液被压入到第二级旋涡分离器 2 内,进行精滤净化处理,同时使 5~10 μm 的细小微粉分离出来,便可引向机床工作区使用。而使用过的含杂质较多的切削液,以及从旋涡分离器 2 和 5 中产生的沉淀物则通过回收器 12 的锥体流入到过滤箱 11 内。经过磁性分离处理,将其中含有切屑的杂质进行初步处理,然后再流回到贮液箱 7 内继续使用。使用中,如需暂时切断切削液的供给(例如要更换加工零件),只要关闭控制阀 1,切削液就会通过溢流阀 3 而流回到贮液箱 7 内,使整个过滤净化系统不中断工作。

据报道,俄罗斯研制出了一种利用转子-定子系统作为基础的切削液净化处理装置(俄罗斯专利发明号 NO1503895),其原理是根据流动的切削液在通过变截面的孔时具有较大压力降和速度梯度声空现象,能获得高度弥散细小的切削液,切削液的微粒可破碎成 0.8~1.2 μm 。据称,这是目前净化切削液最有效的一种装置。

4.4 切削液的废液处理

切削液的废液是重要污染源,因此如何处理切削液的废液是涉及环保和保护人类生存环境重要问题。对于水基切削液的废液处理有:物理处理、化学处理、生物处理和燃烧处理几种方法。美国等工业发达国家开发了先进的切削液生物降解处理技术,并已在工业界广泛应用。今后的任务是大力研究和推广切削液废液处理新工艺、新技术,以确保排放的废液对环境无污染。■

参考文献

1. 魏欣畅.切削液技术的发展现状和未来趋势,中国机械与金属,2009(11)。
2. 叶毅等.乳化液的合理使用.中国机械与金属,2005(6)
3. 叶伟昌.切削液的供给净化与回收.机械科学与技术,第26卷第6期
4. 叶茂盛.金属切削液,机械工业出版社,1994。

重庆机床集团再次折桂重庆市科技进步一等奖

5月6日,2009年度重庆市科学技术奖励大会在市委礼堂隆重召开,市委书记薄熙来,市委副书记、市政府市长黄奇帆等市领导出席奖励大会。重庆机床集团及二机公司与重庆大学合作研发的“机床绿色再制造成套技术研究与应用工程”项目获得重庆市科技进步一等奖,重庆机床集团自主研发的“YS3118CNC5 数控高速滚齿机模块化关键技术研究及产业化”项目获得重庆市科技进步二等奖。这是重庆机床集团继 2006 年度获重庆市科技进步一等奖、2007 年度获得国家科技进步二等奖以来,再次折桂重庆市科技领域的最高荣誉。

近年来,重庆机床集团秉承“求精求新,追求卓越”的企业精神,大力调整产品结构,努力实现转型升级,针对汽车、新能源、工程机械、船舶等行业上档升级的装备需求,积极开展绿色制造、高效节能环保机床等高新技术和产品的研究,取得了

重要的成果,研发了以 YS3118CNC5 数控高速滚齿机为代表的系列高效齿轮加工机床,不但为我国齿轮制造企业提供了优良的技术装备,而且创造了行业内单一主机的最好市场业绩。

与此同时,公司积极与高校及科研院所开展产学研合作,通过设立院士专家工作站、“两江学者”特聘岗等方式,不断柔性引进高层次顶级人才以加快企业新兴战略产业领域的自主研发进程,并积极实施“十七大”提出的绿色制造、节能减排战略,大力推动国家循环经济的发展。为此,公司在联合重庆大学承担“十一五”国家科技支撑计划项目“机床再制造关键技术及应用”基础上,率先在业内展开了机床再制造研究,此次获得重庆市科技进步一等奖,也标志着该公司研究成果获得了政府与社会的认可,企业的整体科研水平又上了一个新台阶。

现代位移传感器的命名及其中英文译名 ——质疑国标 GB/T 17164-2008

卢国纲

一、前言

您认识“Magnet-grid”和“Ball-grid”两个英文组合单词吗？这是2009年5月1日实施的国家标准GB/T 17164-2008 几何量测量器具术语 产品术语的英文译名，头一个是“磁栅”的英文译名，第二个是“球栅”的英文译名，相应的磁栅位移传感器、磁栅位移测量系统和球栅位移传感器、球栅位移测量系统等等相关技术名词都应译成“Magnet-grid...”（如 Magnet-grid linear displacement transducer、Magnet-grid linear displacement measuring system）和“Ball-grid...”（如 Ball-grid linear displacement transducer）等等，产品术语的英文译名涉及到位移传感器的有25条。遗憾的是好多英文译法不但外国人不懂，连我们自己也不明白。我国现在光栅位移传感器（光栅尺）的年销售量有40万支，占世界的一半，光栅旋转编码器的年销售量有90万个，仅次与德国和日本，并且这两种产品的外销售量达到30%，这样的命名会影响到我国位移传感器的生产和销售。本文仅对其中的有关位移传感器的译名提出质疑。

二、位移传感器是怎样命名的

按先后次序在机床和测量仪器上应用的数字式位移传感器是上世纪50年代初的感应同步器，60年代初的光栅传感器、60年代末的磁栅传感器，70年代中期的容栅传感器和球栅传感器。这五种测量系统体现了数字式位移测量领域中的多样性，各个都有各自的优点和不足，在使用中相互补充。这五种位移传感器都是由推出产品的公司按照该传感器的原理来命名。现在分别介绍如下：

1. 感应同步器 (Inductosyn)

感应同步器是上世纪50年代初由美国FARRAND公司推出。Inductosyn 是该公司当时的注册商标，是由 inductive 和 synchronizer 两个单词组成，为

了意义更明确，也写成 Inductosyn transducer，对于这种位移传感器，当时直译成感应同步器，并沿用至今。FARRAND 的测量线位移的传感器 linear Inductosyn 称为直线式感应同步器，测量转角的传感器 rotary Inductosyn 称为旋转式感应同步器。由于感应同步器必须和二次数字显示仪表相连组成测量系统才能显示位移的数值，这个系统称为 Inductosyn measuring system（感应同步器测量系统）。“感应同步器”产品术语的英文译名都翻译为 synchro-inductosyn。

2. 光栅传感器 (Grating transducer)

光栅 (grating) 是上世纪60年代才将光电扫描原理用于计量光栅进行位移的精密测量。德国 HEIDENHAIN 公司从1961年就开始制造的圆光栅 (grating disc)，这种传感器产品称为旋转编码器 (Rotary encoder)，刻划在玻璃尺上的光栅叫长光栅 (grating scale)，其传感器叫线位移光栅传感器 (Linear transducer 或 Linear encoder)，将光栅位移传感器和二次数字显示仪表 (Digital readout，或 Digital display unit)，组成的测量系统称为光栅线位移测量系统 (Grating linear displacement measuring system)。由于光栅传感器非常普及，世界各国也习惯将位移传感器 (displacement transducer) 称为 encoder (编码器)，长光栅传感器称为 Linear encoder (光栅尺)，圆光栅传感器称为 Rotary encoder (旋转编码器)，数字显示仪表 (Digital readout) 也简称数显表 (DRO)。

3. 磁栅传感器 (Magnetoscale transducer)

在磁性载体上录制了一系列等间距的磁信号的载体称为磁栅，磁栅传感器上的磁头和磁栅之间的相对位移，把磁栅上的磁信号读出来，进行位移测量。日本 Sony Magnescale Inc.公司于1969年建立，并推出磁栅尺 (Magnescale)，也是磁栅线位移传感器 (Magnetoscale transducer) 的通俗名称。SONY 高精度的磁栅尺叫 Position feedback scale (位置反馈尺)，测量转角的仍然叫 Rotary encoder (旋转编码

器), 磁栅的数字显示仪表也称为 Digital readout (DRO)。“磁栅”的产品术语的英文译名都翻译为“Magnet-grid”。

4. 容栅测量系统 (Capacitance measuring system)

1972年由H.U.Meyer发明并取得专利的容栅测量系统命名为SYLVAC测量系统,它是由法文“Systeme Lineaire a Variation de Capacite”(电容变换测长系统)第一个字母的缩写组成。1980年又在瑞士建立了以容栅测量系统命名的Sylvac公司,专门制造容栅测量系统的产品,如数显卡尺,数显千分尺等等。容栅是在绝缘的基体上刻划一系列均分布的等节距栅状极片构成,有长容栅和圆容栅两种。采用容栅的产品都是以容栅测量系统(Capacitance measuring system)出现。

为解决容栅数显卡尺不能防水的问题,日本MITUTOYO(三丰)公司在2000年10月推出了电磁感应式绝对编码器(Electromagnetic induction type absolute encoder)采用的是电磁感应原理,其结构仍然是容栅卡尺的结构,防护等级达到IP65,2004年1月又推出IP67防水卡尺CD67-PS系列,这种卡尺已不称为“容栅卡尺”。

5. 球栅传感器 (Spherosyn)

1973年英国NEWALL公司推出在不导磁的钢管中放入半英寸的钢球作为基准来测量线位移,这个装球的钢管构成的位移传感器称为Spherosyn是NEWALL的专利商标,它是由sphere和synchronizer两个单词组成,直译中文为球同步器。鉴于Spherosyn和光栅、磁栅、容栅等位移传感器都是采用栅式结构的原理和重复周期的设计,因此我们数显行业也就将Spherosyn传感器的翻译为“球栅”。NEWALL将球栅线位移传感器和球栅数显表相连也称为Digital readout system(数显系统)。球栅测量系统也可以翻译成Spherosyn measuring system。可是“球栅”的产品术语的英文译名都翻译为“Ball-grid”。

除光栅外,磁栅、容栅和球栅这三种传感器都是我们行业习惯的中文名称,国外没有相应词汇,需要将磁栅、容栅和球栅翻译成英文时绝对不能将每个汉字去直译,但是国外相应产品名称在翻译成中文时会都考虑到中国相应的行业习惯称呼。

三、传感器的数字显示仪表

在感应同步器、光栅、磁栅、容栅和球栅这五

种传感器产生的时候,由于每种传感器输出的模拟信号不一样,将传感器模拟信号转换为数字信号也不一样,每种传感器都需要有自己的数字显示仪表进行插补和数字化处理,然后才能显示位移的数值。因此,要进行位移测量必须要将位移传感器和数字显示仪表相连组成位移测量系统。国外的生产厂家和用户都把数字显示仪表称为Digital readout,或Digital display unit,我们的行业标准也称为数字显示仪表,简称为数显表(DRO)。遗憾的是国家标准GB/T 17164-2008几何量测量器具术语 产品术语将有数字显示仪表(数显表)的地方通通译成meter,在国外用于这五种位移传感器的数字显示仪表(数显表)的产品中我们还没有见到过。

另外,由于技术的进步现在光栅、磁栅、和球栅这三种传感器的输出信号都逐渐统一为正弦1Vpp电压信号和TTL方波信号,因此这三种传感器都可以使用相同的数字显示仪表,传感器和数字显示仪表都是单独的部件,不需要配套成测量系统销售,尤其是旋转编码器和反馈位移传感器是直接与驱动器或数控系统相连使用。

四、关于角位移传感器

从上世纪50年代有感应同步器开始,凡是测量转角的位移传感器都称为rotary encoder(旋转编码器),德国、美国、日本等等所有的生产企业和用户都这样称呼。在80年代后半期由于旋转编码器的精度和用途不一样,将高精度的旋转编码器区分为角度编码器(angle encoder)。低精度的旋转编码器是作为旋转运动、角速度的测量传感器,旋转编码器和丝杠联用是可作为线位移测量,可用作伺服驱动的位置与速度控制。

现在世界最大的位移传感器生产企业德国HEIDENHAIN给出的定义为角度编码器通常是指精度优于 ± 5 角秒和线数高于10000/转的编码器,而旋转编码器通常是指精度为 ± 10 角秒以上和线数低于10000/转的编码器。这个划分当今世界各个企业和用户都认同。因此建议测量转角的传感器也应该分为旋转编码器(rotary encoder)和角度编码器(angle encoder)。不宜在国家标准中使用和国外没有共识的角位移传感器及其测量系统。

CW61100B/8米卧式车床对接床身联接设计计算

郭章信 刘和平 郑海燕

(安阳鑫盛机床有限公司)

摘要:随着现代制造业的发展,市场对大型、重型及长规格工件的加工设备需求越来越多,机床接长技术也成为各机床厂家必须掌握的技术,作为机床接长技术中重要的一个方面一床身的对接,人们会在实践中探索出更多的可取的结构及方案,对接方法也会越来越成熟可靠。

关键词:床身对接 强度要求 刚度要求 精度要求 受力分析 计算

CW61100B系列产品是我公司目前规格最大的产品,加工直径为1000mm,目前最大加工长度为5m,床身为整体床身。根据市场需求,我们开发了长规格系列产品,将最大工件加工长度拓展到10m。长规格机床在结构上与短机床有所不同,其床身为两段或多段对接在一起。目前选择CW61100B/8m进行对接设计,而相近规格6m、10m产品进行组合对接即可,对接床身设计的技术要领及工艺是相同的。

对接床身的设计计算主要考虑在整机吊装时求出联接螺栓的受力大小,确保安全,满足强度要求;机床联接后满足刚度要求及精度要求。

一般来说,机床在地基上固定后,经过调整用螺栓和销子联接后,比较容易达到精度要求且能较好地保持。因此吊运机床时的安全要求即作为对螺栓进行选择的主要条件,要准确地求出联接螺栓的受力,我们必须明确机床在联接后吊装时的情况。

我们对机床进行简化,认为在吊装时可以把床鞍、尾座移动到合适的位置,使得机床重心位置分布在机床床身的几何形心线上。即认为:包括主轴处、床鞍刀架、尾座在内的整机质量沿床身长度方向上均匀分布。另外,在吊装时,考虑天车高度及一般吊装情况下吊钩的高度,我们可以确定具体吊装时的床身受力情况。当吊钩高度为4m时,吊装示意如图1所示。

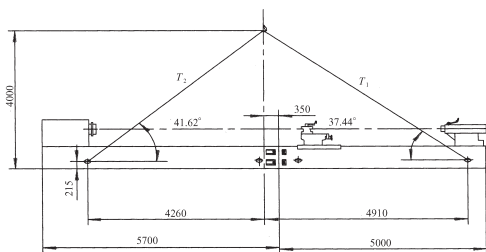


图1 机床吊装图

整机重量为15t,钢丝绳受力如图2所示:

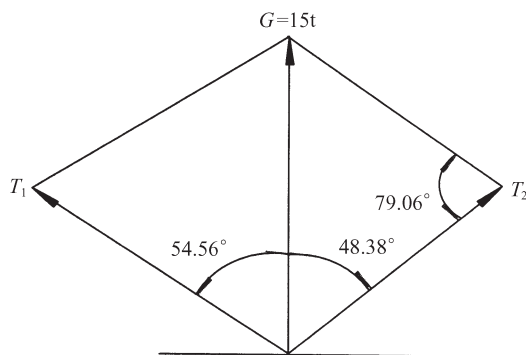


图2 力的分解

$$T_1 = \frac{\sin 48.38^\circ}{\sin 79.06^\circ} \times G = 11.42t$$

$$T_2 = \frac{\sin 52.56^\circ}{\sin 79.06^\circ} \times G = 12.13t$$

我们取右边的床身进行受力分析(取左段床身亦可,结果相同)。在整体床身吊起时,床身受力类似简支梁受重力作用的情形,床身截面上受剪力及弯矩作用,同时截面上也分布着正应力,存在中性层不受力的部位。但当床身为两截对接时,在接缝处的应力分布就与此完全不同,因为床身不是连续梁,其组织纤维不具备连续梁的力学性能。实际在吊起时,在接缝处,以床身上沿接触面为支点,两截床身向两边裂开,这样取右段进行受力分析(图4)。

$$T_{1,y} = T_1 \times \cos 52.56^\circ = 6.943t$$

$$T_{1,x} = T_1 \times \sin 52.56^\circ = 9.07t$$

$$G_i = \frac{5000}{10700} \times 15 = 7.019t$$

根据力学平衡原理,有:

$$\sum y = 0 \quad Q + G_i + T_{1,y} = 0 \quad (1)$$

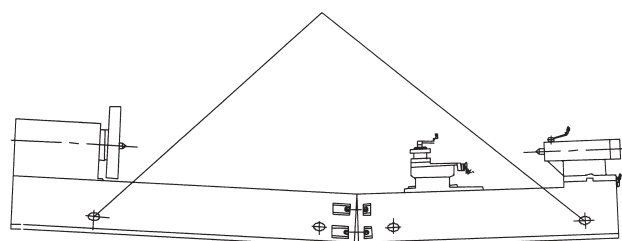


图3 机床吊起时的变形图

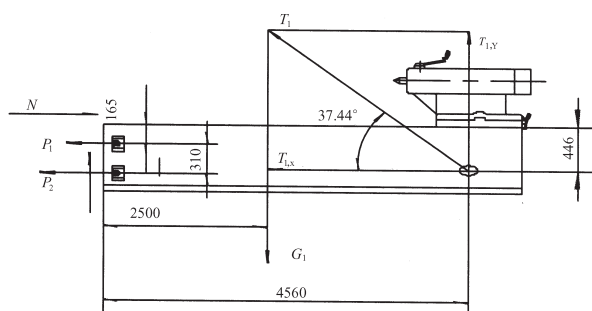


图4 右段床身受力分析

$$\sum x=0 \quad N+T_{1,x}+P_1+P_2=0 \quad (2)$$

根据 $\sum M(0)=0$ 得到

$$T_{1,y} \times 4560 = T_{1,x} \times 446 + G_1 \times 2500 + P_1 \times 165 + P_2 \times 475 \quad (3)$$

另有: P_1 、 P_2 对螺栓的作用导致螺栓产生的形变成线性关系, 即

$$\frac{\delta_1}{\delta_2} = \frac{165}{475} \quad (4)$$

根据式 (1) ~ (4), 可解出 Q 、 N 、 P_1 、 P_2 。

当螺柱的布置对称且直径相同时, 存在

$$\frac{\delta_1}{\delta_2} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{165}{475}$$

可简化计算过程。

这里, 螺柱1为3个M30, $d=26.211\text{mm}$; 螺柱2为2个M36, $d=31.67\text{mm}$ 。则

$$\delta_1 = \frac{P_1 \times l_1}{3EA_1}$$

$$\delta_2 = \frac{P_2 \times l_2}{2EA_2}$$

$$\frac{\delta_1}{\delta_2} = \frac{P_1 l_1}{3A_1} / \frac{P_2 l_2}{2A_2} = \frac{2P_1 A_2}{3P_2 A_1} \quad (\text{螺栓长度相同})$$

$$\text{即, } \frac{2P_1 A_2}{3P_2 A_1} = \frac{\delta_1}{\delta_2} = \frac{165}{475}$$

$$\text{式中, } A_1 = \frac{1}{4} \pi d_1^2 \quad A_2 = \frac{1}{4} \pi d_2^2$$

$$\frac{2P_1 d_2^2}{3P_2 d_1^2} = \frac{165}{475}$$

$$P_1 = \frac{165}{475} \times \frac{3P_2 \times d_1^2}{2 \times d_2^2} = \frac{165}{475} \times \frac{3}{2} \times \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 \times P_2 = 0.375P_2$$

代入式 (3) 可解出,

$$\begin{aligned} P_2 &= \frac{1}{0.357 \times 165 + 475} (T_{1,y} \times 4560 - T_{1,x} \times 446 - G_1 \times 2500) \\ &= \frac{1}{533.89} (6.943 \times 4560 - 9.07 \times 446 - 7.01 \times 2500) \\ &= 18.899\text{t} \end{aligned}$$

$$P_1 = 0.357 \times P_2 = 6.747\text{t}$$

$$\sigma_1 = \frac{\frac{1}{3}P_1}{\frac{1}{4}\pi d_1^2} = \frac{1/3 \times 6.747 \times 10^3 \times 9.8}{1/4 \times \pi \times 26.211^2} = 40.846\text{MPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{\frac{1}{2}P_2}{\frac{1}{4}\pi d_2^2} = \frac{1/2 \times 18.899 \times 10^3 \times 9.8}{1/4 \times \pi \times 31.67^2} = 117.56\text{MPa}$$

设计选用 12.9 级螺栓, 其 $\sigma_s=900\text{MPa}$, $\sigma_B=1200\text{MPa}$ 。按设计手册, 静载荷预紧螺栓联接安全系数为 2.5, 则

$$[\sigma] = \frac{900}{2.5} = 360\text{MPa}$$

$\sigma_1 \leq [\sigma]$, $\sigma_2 \leq [\sigma]$, 强度足够。

刚度计算,

$$\delta_1 = \frac{P_1 L_1}{3EA_1} = \frac{6.747 \times 10^3 \times 9.8 \times 0.28}{3 \times 206 \times 10^9 \times 26.211^2 \times 10^{-6}} = 0.056\text{mm}$$

$$\delta_2 = \frac{475}{165} \times \delta_1 = 0.16\text{mm}$$

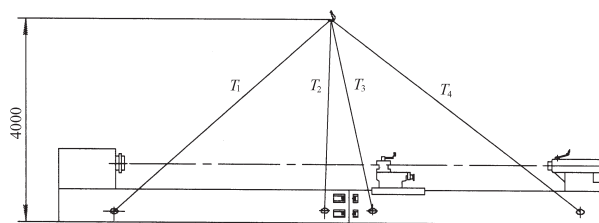


图5 机床吊装图

根据计算结果可知, 在吊起机床时, 螺栓的变形会影响到机床的精度, 最终安装时必须重新调整机床水平及直线度等。为此可以按如图5所示方式进行吊装, 4根绳受力, 在对接处减少螺栓所受拉力, 可以大大改善吊装对机床精度的影响, 减少或避免重新对机床精度调整。

随着现代制造业的发展, 市场对大型、重型及长规格工件的加工设备需求越来越多, 机床接长技术将成为各机床厂家必须掌握的技术, 作为机床接长技术中重要的一个环节—床身的对接, 人们会在实践中探索出更多的可取的结构及方案, 对接方法也会越来越成熟可靠。□

液压橡胶密封件的结构性能及使用

On the structure of hydraulic properties of rubber seals and the use

肖 军 (湖北十堰东风汽车公司)

内容提要: 液压橡胶密封件是机械产品的基础元件, 几乎每个液压产品都离不开它, 利用密封件防止液体泄漏, 防止空气和污染物进入系统和元件内部造成油液污染, 以提高产品效率与性能。本文介绍了液压橡胶密封件的使用性能及密封机理、常见液压橡胶密封件的种类及结构特点; 以及密封件常用橡胶的品种、特性和用途; 同时指出了液压橡胶密封件的选用、维修事项。

关键词: 液压橡胶密封件 结构性能 使用维修

液压橡胶密封件是机械产品的基础元件, 几乎每个液压产品都离不开它, 广泛应用于汽车、摩托车、工程机械、通用机械。密封件用来防止液体泄漏, 防止空气和污染物进入系统和元件内部造成油液污染, 以提高产品效率与性能。

1. 液压橡胶密封件的使用性能及密封机理

(1) 液压橡胶密封件的使用性能

液压橡胶密封件的使用必须满足以下性能: 一是泄漏量极小。要求液压密封件的泄漏量极小, 具有良好的密封作用, 并随液压油的压力增高而自动提高其密封作用, 即使在高压及高温等恶劣工作环境下, 液压密封件的泄漏量也无明显的增加; 二是良好的相容性。因液压密封件长期浸泡在液压油中, 极易溶胀、溶解或脆化变硬等, 使之丧失密封作用, 因此要求液压密封件对液压油具有良好的相容性; 三是摩擦阻力小。为避免或减少液压设备产生低压爬行等不良现象, 要求液压密封件具有较低的静摩擦阻力和动摩擦阻力, 并且其摩擦系数应非常稳定; 四是使用寿命长。液压密封件应具有良好的弹性、耐热性、耐寒性、耐压性、耐磨性及一定的物理机械强度等, 并且使用寿命长; 五是价格低廉。液压密封件应易于制造和安装, 其相应的密封槽又易于加工制造, 对密封表面的加工精度等要求又较低, 并且价格低廉。

对密封的基本要求是密封性好, 安全可靠, 寿命长, 并应力求结构紧凑, 系统简单, 制造维修方便, 成本低廉。大多数密封件是易损件, 应保证互

换性, 实现标准化, 系列化。

(2) 液压橡胶密封件的密封机理

密封可分为静密封和动密封两大类。静密封主要有垫密封、密封胶密封和直接接触密封三大类。动密封可以分为旋转密封和往复密封两种基本类型。

按密封件与其作用相对运动的零部件是否接触, 可以分为接触式密封和非接触式密封。一般说来, 接触式密封的密封性好, 但受摩擦磨损限制, 适用于密封面线速度较低的场合。非接触式密封的密封性较差, 适用于较高速度的场合。

密封件的密封机理涉及两个因素, 一个是腔体的密封, 主要是密封件外缘(静态部件)在腔体中的定位; 二是密封唇口与旋转轴表面接触的动态密封, 这是密封件的最重要功能。

密封件的密封唇接触区的密封机理对密封件所起的密封功能具有极其重要的意义, 它取决于: 密封唇的设计; 弹性材料的结构; 轴表面的粗糙度等。密封唇的径向力、密封唇的角度设计和唇尖与弹簧中心的距离设计的综合作用, 产生了一种对轴面不对称分布的接触压力: 在油侧压力最大并陡升增加; 在空气侧压力呈小角度衰减。在过盈量(密封唇的内径在自由状态、无负荷情况下设计为比轴的直径略小)的配合下, 接触压力的这种不对称分布, 与旋转轴产生的圆周环形紧箍力的联合作用, 导致密封唇接触区的结构特性变形。这种密封弹性体变形结构是油封试运转时形成的, 对密封性能起着决定性作用。因此, 密封件需要一个试运转的磨合期。螺旋线的影响加上轴的旋转, 由这种变形构造产生向油侧的泵吸作用。

密封件密封唇口滑动面的摩擦特性受流体的粘度与滑动速度支配,在这个滑动面上有油膜存在。密封件与轴的相互滑动表面就在这个油膜分离的润滑状态下运动,因此保持摩擦力小,磨损少。在密封件滑动接触面上油的流动是从大气侧流向油侧又从油侧流向大气侧的循环。滑动面的润滑良好,可防止磨损的进行,由此没有泄漏。可见,对油封密封唇唇口材料,唇部形状这两个因素进行微妙控制从而影响密封件的润滑特性和密封原理,是至关重要的。

常用的自封式压紧型液压密封件主要是O形密封圈,圆形密封圈和方形密封圈等,它们具有结构简单、易于制造、成本低廉等优点,因此它们是液压传动系统中广泛应用的动密封元件和静密封元件。它们安装在密封槽内通常产生10~25%的径向压缩变形,并对密封表面产生较高地初始接触应力,从而阻止无压力液体的泄漏。液压缸工作时,压力液体挤压自封式压紧型液压密封件,使之进一步变形,并对密封表面产生较大的随压力液体的压力,严格地说应为压强。增高而增高的附加接触应力,并与初始接触应力一起共同阻止压力液体的泄漏。但当工作压力大于10MPa时,为了避免合成橡胶质自封式压紧型液压密封件的一部分被挤入密封间隙而在液压缸往复运动中被切掉而造成泄漏,须在合成橡胶质自封式压紧型液压密封件的受压侧各设置一合成树脂挡圈,如尼龙挡圈、聚甲醛挡圈和填充聚四氟乙烯挡圈。由于合成橡胶质自封式压紧型液压密封件工作时具有较大的压缩变形,因此其静摩擦阻力特别大,通常为其动摩擦阻力的两倍多。如此大的静摩擦阻力在一些低压液压传动系统中势必造成低压爬行及操作困难等不良现象,这正是自封式压紧型液压密封件很小单独用作动密封件的原因。

2. 液压橡胶骨架油封和防尘圈的用途及结构特点

(1) 液压橡胶骨架油封的用途及结构特点

油封是用于密封机械设备中旋转轴的封油用密封元件,而腔体基本上是静止的,所以油封又称旋转轴唇形密封圈。根据安装孔和密封轴所要求的同轴度确定是内骨架油封或外骨架油封;根据工作环境的温度来确定骨架油封所采用的材质;外骨架油封,俗称铁壳油封。由于其精确的同轴度,被广泛

用于精密机械设备或要求轴高旋转同轴度的密封系统。对于大型重机械设备所选用的骨架油封一般都要有较高的刚性,因此应优先选用SB、TB型油封。当对油封的刚性有更高的要求时,推荐选用SA、TA型外骨架油封。对于旋转扭矩较低的转轴,如小型电机,应选用不带弹簧的骨架油封:VC、VB、KV、KB型。骨架油封一般用在高、低速旋转轴,最高旋转线速度 $\leq 15\text{m/s}$ 、往复运动最高速度 $\leq 0.1\text{m/s}$ 。工作压力 $< 0.05\text{MPa}$ 。

机械的摩擦部分由于在机械运转时有油进入,为防止这些油从机械的间隙中泄漏而使用油封,并且除了油以外还需要防止水与化学药液的泄漏以及尘埃及土砂从外部侵入,这时候也要用到油封的密封状态,一是油封外缘和腔体之间为静态密封,同时保证油封外缘在腔体之间的可靠定位。二是油封密封唇和轴之间的密封状态,当轴旋转时为动态密封,当轴静止时为静态密封。各种影响因素的综合作用及其相互作用,都对油封的密封性能和使用寿命产生了很大影响。

油封主要由密封体、加强骨架和自紧螺旋弹簧等几部分组成。密封体按照不同部位又分为底部、腰部、刃口和密封唇等。金属骨架就如同混凝土构件里面的钢筋,起到加强的作用,并使油封能保持形状及张力。通常,在自由状态下的骨架油封,其内径比轴径小,即具有一定的“过盈量”。因此,当油封装入油封座和轴上之后,油封刃口的压力和自紧螺旋弹簧的收缩力对轴产生一定的径向紧力,经过一段时间运行后,该压力会迅速减小乃至消失,因而,加上弹簧可以随时补偿油封自紧力。油封外缘使油封在腔体孔内固定的同时,起防止流体从油封外周面与腔体内表面的接触面之间泄漏及侵入的作用。另外金属骨架是当油封固定在腔体内时,起保持配合力的作用。密封唇部是柔性弹性体,设计成对机械的震动及密封流体的压力变动的影响下仍可保持稳定的密封作用,并起到保持唇部与轴表面稳定接触状态的作用。弹簧可提高密封唇向轴的压紧力,起维持此压紧力的作用。唇端部被制作成斜楔形状,在端部处按压轴表面,起密封流体的作用。防尘唇是没有与弹簧连接的副唇,起防止尘埃侵入的作用。油封外部为圆筒形用来保证对腔体的静态密封—采用内包金属骨架的橡胶外缘;采用外露金属骨架的外缘,大多需要抛光和镀敷防腐涂层。装有弹簧的密封唇保证轴的动态和静态密封的密封可靠

性。经过长期开发研究的结果,油封的密封唇结构提高到极佳的性能,进而提高在更宽的负荷范围内的密封可靠性。添加防尘唇,或者在特殊情况下采用的多个防尘唇,可防止外界污染物和灰尘侵入。

油封的骨架和弹簧是金属制作,密封唇口等主要部分为橡胶。油封根据使用环境,可以用不同的橡胶进行生产,以满足密封的性能和要求。最常用的耐油橡胶是丁腈橡胶,丁腈橡胶为目前油封及O型圈使用最普遍的橡胶之一。可说是目前用途最广、成本最低的橡胶密封件。制造油封常用的还有聚丙烯酸酯橡胶、硅橡胶、氟橡胶和聚四氟乙烯等。

油封所使用的场合,其适用的密封介质一般是矿物润滑油、润滑脂和合成润滑油、润滑脂。在特殊情况下也可密封润滑性低的酸类,碱类,有机溶剂类等腐蚀性介质。通常采用氟橡胶材料的油封其耐腐蚀性,耐高温性都要比NBR材质的好,在无润滑、纯干燥和多介质的条件下建议采用PTFE密封唇制作的油封,其密封唇有足够的润滑能力,大大降低唇缘的磨损。单个油封不宜密封两种不同的介质,大量的化学物质增加了对于油封材质性能的影响,油封对密封介质的相容性应该通过实验室试验来确定。

密封介质的污染可能是腔体铸件制作过程遗留的铸砂残留物;或者从旋转元件因摩擦磨损产生的颗粒物。例如涡轮齿轮箱中的青铜涡轮的磨损物;或者由腐蚀性介质产生的产物。为防止密封介质的污染对密封特性的负面影响,一定要注意尽量保持腔体清洁。

(2) 密封防尘圈功用特点

所有液压缸都必须安装防尘圈。活塞杆回程时,防尘圈将粘在其表面上的脏物刮掉,保护密封圈和导向套免受损伤。双作用防尘圈兼有辅助密封功能,其内侧唇边刮掉粘附在活塞杆表面上的油膜,从而提高密封效果。防尘密封圈对保护关键性的液压设备部件是极端重要的。渗入尘土,不仅磨损密封件,而且会大大的磨损导向套和活塞杆,杂质进入液压介质中,亦会影响操作阀和泵的功能,亦可能损伤这些装置。防尘圈能除掉活塞杆表面上的尘土,但不损坏活塞杆上的油膜,这对密封件的润滑也有益。防尘圈在设计时,不仅要适应活塞杆,还必须在沟槽中起密封作用。

动态功能:一个有效的防尘圈,其唇口相对于活塞杆的接触力必须足够大。有相当高硬度的弹性

材料最易得到这种效果。硬度达94°的聚胺酯是特别适用于防尘圈的材料。其特性还包括高模量(硬度),极好的耐磨性及低压缩性。这种材料可以应用在从-40°到100°温度范围的绝大多数应用场合。

静态功能:设计用于封闭式安装沟槽的无增强的单作用防尘圈,很难在沟槽中起到有效的密封作用。这是由于这种防尘圈在沟槽中是松配合安装的。只有密封唇与活塞杆的接触提供防尘圈与圆柱形表面的密封力。温度降低时,整个防尘圈收缩,其外径与沟槽之间的泄露风险就会出现。要取得满意的效果,这种情况必然在防尘圈的设计中加以补偿。

3. 常见液压橡胶密封件的种类及结构特点

(1) 唇型密封件

液压机械设备液压缸常用的液压组合密封件主要是由O形密封圈与方形密封圈、U形密封圈、Y形密封圈、YX形密封圈及其他特殊形状的液压密封圈的叠加使用构成的。

V形密封圈:Y形密封圈的密封性能较好,可根据工作压力的大小来确定所用密封圈的数目,通常须借助于压盖的调整来补偿密封圈的磨损量,其致命的弱点是结构复杂,通常须由支承环、密封圈和压环三部分组成,其摩擦阻力较大并随工作压力和密封圈数目的增大而增大。因此V形密封圈仅适宜于运动速度较低而工作压力较高的液压缸采用。

U形密封圈:它是液压缸中最常用的油封,它是一种典型的唇口密封件,无论用于活塞杆还是活塞都能获得良好的密封效果。U形圈在低压情况下,只靠唇部的过盈变形才产生密封,因接触面积较小,摩擦力相对较低。随着压力升高,唇口弹性变形量增加,拉伸,压缩及弯曲应力增加,U形圈径向压紧力自动变大,与密封面接触的长度不断增加,直到U形圈整个轴向长度与密封面接触,从而保证高压状态下具有良好的密封性。U形密封圈的密封性能较好,但单独使用是极易翻滚,因此需与锡青铜质支承环配套使用,其摩擦阻力较大并随工作压力的升高而增大。因此U形密封圈仅适宜于工作压力较低或运动速度较低的液压缸采用。

Y形密封圈.Y形密封圈是依靠其张开的唇部紧贴于密封表面而保持密封的,通常可单独使用,其密封性能较好,摩擦阻力较小,耐压性能好,工作稳定性好,使用寿命长。因此Y形密封圈适宜于高

速变压、大缸径、大行程的液压缸采用。

YX 形密封圈。YX 形密封圈是截面高度与宽度之比大于 2, 并且工作唇于非工作唇不等高的 Y 形密封圈, 它分为孔用 YX 形密封圈和轴用 YX 形密封圈, 其密封性能一样, 除具有 Y 形密封圈的一切优点外, YX 形密封圈单独使用时决不翻滚, 进一步提高了其耐压性及工作稳定性。因此 YX 形密封圈特别适宜于高压、高速变压及快速运动的液压缸采用。

(2) 自封式紧密型液压密封件

唇型密封件,与自封式压紧型液压密封件一样, 依其本身的变形对密封表面产生较高的初始接触应力, 阻止无压力液体的泄漏。液压缸工作时, 压力液体挤压并撑开其密封唇部, 使之紧贴密封表面而产生较高的随压力液体的压力增高而增高的附加接触应力, 并与初始接触应力一起共同阻止压力液体的泄漏。

液压缸常用的组合密封件主要是蕾形圈、格来圈和斯特封。

蕾形圈。蕾形圈通常是由合成橡胶质的 O 形密封圈与夹布橡胶质的 Y 形密封圈的叠加使用构成的, 与自封式压紧型液压密封件及自封式紧密型液压密封件, 唇型密封件一样, 依其本身的变形对密封表面产生较高的初始接触应力, 阻止无压力液体的泄漏。液压缸工作时, 压力液体通过 O 形密封圈的弹性变形始终挤压和撑开 Y 形密封圈的密封唇部, 使之紧贴密封表面而产生较高的随压力液体的压力增高而增高的附加接触应力, 并与初始接触应力一起共同阻止压力液体的泄漏。

格来圈。格来圈通常是由合成橡胶质的 O 形密封圈与填充聚四氟乙烯质的方形密封圈的叠加使用构成的, 它可分为孔用格来圈和轴用格来圈, 但其密封作用是一样的, 依其本身的变形对密封表面产生较高的初始接触应力, 阻止无压力液体的泄漏。液压缸工作时, 压力液体通过 O 形密封圈的弹性变形最大限度地挤压方形密封圈, 使之紧贴密封表面而产生较高的随压力液体的压力增高而增高的附加接触应力, 并与初始接触应力一起共同阻止压力液体的泄漏。

斯特封。斯特封通常是由合成橡胶质的 O 形密封圈与填充聚四氟乙烯质的特殊形状矩形——梯形的密封圈所组成的, 与格来圈一样可分为孔用斯特封和轴用斯特封, 其密封作用及密封机理与格来圈一样, 但它只具有单向密封作用。

自封式紧密型液压密封圈:唇形密封圈, 与密封表面紧密贴合的唇部接触面积较小, 可以产生更大的压缩变形, 获得较好的密封作用。但易于磨损, 磨损后其密封作用显著降低, 若采用 O 形密封圈与之叠加使用, 即组合密封件时, 即使唇部磨损后, 由于合成橡胶质 O 形密封圈具有较大的弹性, 它将迫使唇形密封圈的唇部紧贴密封表面, 产生足够大的表面接触应力, 达到密封的作用, 并且摩擦阻力较小, 工作平稳, 又易于装配和维修等。因此, 目前全自动液压压砖机、日用陶瓷制品, 盘、碟类等静压成型机及中压注浆、高压注浆卫生陶瓷成型机广泛应用的液压密封件几乎都是组合密封件, 如格来圈及斯特圈等。

O 型圈 (氟胶 \ 丁腈胶)用于静密封和动密封的双作用密封圈。有多种材料, 如丁腈橡胶, 氟橡胶, 乙丙橡胶, 氯丁橡胶, 硅橡胶, 氯硅橡胶。硬度为邵氏温度为 A70 到 90 的聚氨脂橡胶, 有极好的耐磨性和抗挤出性能, 而且摩擦力也很小。O 形密封圈由于它制造费用低及使用方便, 因而被广泛应在各种动、静密封场合。

4. 密封件常用橡胶的品种、特性和用途

天然橡胶以橡胶烃为主, 含少量蛋白质、水分、树脂酸、糖类和无机盐等。弹性大, 定伸强度高, 抗撕裂性和电绝缘性优良, 耐磨性和耐旱性良好, 加工性佳, 易于其它材料粘合, 在综合性能方面优于多数合成橡胶。缺点是耐氧和耐臭氧性差, 容易老化变质; 耐油和耐溶剂性不好, 第抗酸碱的腐蚀能力低; 耐热性不高。使用温度范围: 约 $-60^{\circ}\text{C} \sim +80^{\circ}\text{C}$ 。制作轮胎、胶鞋、胶管、胶带、电线电缆的绝缘层和护套以及其他通用制品。特别适用于制造扭振消除器、发动机减震器、机器支座、橡胶-金属悬挂元件、膜片、模压制品。

丁苯橡胶丁二烯和苯乙烯的共聚体。性能接近天然橡胶, 是目前产量最大的通用合成橡胶, 其特点是耐磨性、耐老化和耐热性超过天然橡胶, 质地也较天然橡胶均匀。缺点是弹性较低, 抗屈挠、抗撕裂性能较差; 加工性能差, 特别是自粘性差、生胶强度低。使用温度范围: 约 $-50^{\circ}\text{C} \sim +100^{\circ}\text{C}$ 。主要用以代替天然橡胶制作轮胎、胶板、胶管、胶鞋及其他通用制品。

顺丁橡胶是由丁二烯聚合而成的顺式结构橡胶。

弹性与耐磨性优良，耐老化性好，耐低温性优异，在动态负荷下发热量小，易于金属粘合。缺点是强度较低，抗撕裂性差，加工性能与自粘性差。使用温度范围：约-60℃~+100℃。一般多和天然橡胶或丁苯橡胶并用，主要制作轮胎胎面、运输带和特殊耐寒制品。

异戊橡胶是由异戊二烯单体聚合而成的一种顺式结构橡胶。化学组成、立体结构与天然橡胶相似，性能也非常接近天然橡胶，故有合成天然橡胶之称。它具有天然橡胶的大部分优点，耐老化由于天然橡胶，弹性和强力比天然橡胶稍低，加工性能差，成本较高。使用温度范围：约-50℃~+100℃可代替天然橡胶制作轮胎、胶鞋、胶管、胶带以及其他通用制品。

氯丁橡胶是由氯丁二烯做单体乳液聚合而成的聚合物。这种橡胶分子中含有氯原子，所以与其他通用橡胶相比：它具有优良的抗氧、抗臭氧性，不易燃，着火后能自熄，耐油、耐溶剂、耐酸碱以及耐老化、气密性好等优点；其物理机械性能也比天然橡胶好，故可用作通用橡胶，也可用作特种橡胶。主要缺点是耐寒性较差，比重较大、相对成本高，电绝缘性不好，加工时易粘滚、易焦烧及易粘模。此外，生胶稳定性差，不易保存。使用温度范围：约-45℃~+100℃。主要用于制造要求抗臭氧、耐老化性高的电缆护套及各种防护套、保护罩；耐油、耐化学腐蚀的胶管、胶带和化工衬里；耐燃的地下采矿用橡胶制品，以及各种模压制品、密封圈、垫、粘结剂等。

丁基橡胶是异丁烯和少量异戊二烯或丁二烯的共聚体。最大特点是气密性好，耐臭氧、耐老化性能好，耐热性较高，长期工作温度可在130℃以下；能耐无机强酸（如硫酸、硝酸等）和一般有机溶剂，吸振和阻尼特性良好，电绝缘性也非常好。缺点是弹性差，加工性能差，硫化速度慢，粘着性和耐油性差。使用温度范围：约-40℃~+120℃。主要用作内胎、电线电缆绝缘层、化工设备衬里及防震制品、耐热运输带、耐热老化的胶布制品。

丁腈橡胶由丁二烯和丙烯腈共聚制得。具有良好的耐油性、耐热性、耐寒性、耐压性和耐水性，气密性及优良的粘结性能，并具有适宜的耐磨性，通常的使用温度大致为-40℃~+120℃，可在120℃的空气中或在150℃的油中长期使用。易于用金属模压成任意形状的液压密封件，因此丁腈橡胶最适宜于

制作工作压力不大于32MPa的液压缸用密封件。经特别设计配方、耐易按发性油；耐磨能承受机械汽车轴心转速3000转/时以下（此时橡胶硬度为70°）。

氢化丁腈橡胶丁二烯和丙烯腈的共聚体。它是通过全部或部分氢化NBR的丁二烯中的双键而得到的。其特点是机械强度和耐磨性高，用过氧化物交联时耐热性比NBR好，其他性能与丁腈橡胶一样。使用温度范围：约-30℃~+150℃。主要用于耐油、耐高温的密封制品。

乙丙橡胶是乙烯和丙烯的共聚体，一般分为二元乙丙橡胶和三元乙丙橡胶。特点是抗臭氧、耐紫外线、耐气候性和耐老化性优异，居通用橡胶之首。电绝缘性、耐化学性、冲击弹性很好，耐酸碱，比重小，可进行高填充配合。耐热可达150℃，耐极性溶剂-酮、酯等，但不耐脂肪烃和芳香烃，其他物理机械性能略次于天然橡胶而优于丁苯橡胶。缺点是自粘性和互粘性很差，不易粘合。使用温度范围：约-50℃~+150℃。主要用作电线电缆包皮、蒸汽胶管、耐热运输带、汽车用橡胶制品及其他工业制品。

硅橡胶。主链由硅氧原子交替组成，在硅原子上带有有机基团。耐高低温，耐臭氧，电绝缘性好。使用温度-40℃~+220℃；耐油尤佳，耐温，耐磨，耐油。特别适用于汽车发动机内的曲轴油封，对氧，臭氧以及阳光（紫外线）有抗性。

氟橡胶。子结构中含有氟原子的合成橡胶。通常以共聚物中含氟单元的氟原子数目来表示，如氟橡胶23，是偏二氟乙烯同三氟氯乙烯的共聚物。氟橡胶耐高温、耐油、耐化学腐蚀。耐油，耐高温，耐化学品，还具有耐酸碱之特性。使用温度-30℃~+280℃。适用于喷射引擎内的曲轴油封，时规油封，O型环及密封圈。

聚氨酯橡胶。聚氨酯是抗拉强度最高的一种合成橡胶，与橡胶相比，它具有优良的耐油性、耐热性、耐寒性、耐压性和耐磨性及良好的机械性能，通常的使用温度为-40℃~+80℃，聚氨酯橡胶的常温密封性能比丁腈橡胶优越，它特别适宜于制作中压、高压及超高压液压缸用密封件。故是中、高压液压油缸最常选用的密封材料（低压可选用丁腈胶），尤其使用寿命更长，很多原用橡胶油封的场合都改用聚氨酯油封。

丙烯酸酯橡胶是丙烯酸乙酯或丙烯酸丁酯的聚合物。其特点是兼有良好的耐热、耐油性能，在含有硫、磷、氯添加剂的润滑油中性能稳定。同时耐

老化、耐氧和臭氧、耐紫外线、气密性优良。缺点是耐寒性差，不耐水，不耐蒸汽及有机和无机酸、碱。在甲醇、乙二醇、酮酯等水溶性溶液内膨胀严重。同时弹性和耐磨性差，电绝缘性差，加工性能较差。使用温度范围：约-25℃~+150℃。可用于制造耐油、耐热、耐老化的制品，如密封件、胶管、化工衬里等。

氯磺化聚乙烯橡胶是聚乙烯经氯化 and 磺化处理，所得到具有弹性的聚合物。耐臭氧紧挨老化优良，耐候性优于其它橡胶。阻燃、耐热、耐溶剂性及耐大多数化学药品和耐酸碱性能较好。电绝缘性尚可，耐磨性与丁苯橡胶相似。缺点是抗撕裂性能差，加工性能不好。使用温度范围：约-20℃~+120℃。可用作臭氧发生器上的密封材料，制造耐油密封件、电线电缆包皮以及耐油橡胶制品和化工衬里。

聚硫橡胶由二卤代烷与碱金属或碱土金属的多硫化物缩聚而成。有优异的耐油和耐溶剂性，但强度不高，耐老化性、加工性不好，有臭味，多与丁腈橡胶并用。此外，还有聚氨酯橡胶、氯醇橡胶、丙烯酸酯橡胶等。

氯醚橡胶由环氧氯丙烷均聚或由环氧氯丙烷与环氧乙烷共聚而成的聚合物。特点是耐脂肪烃及氯化烃溶剂、耐碱、耐水、耐老化性能极好，耐臭氧性。可用作胶管、密封件、薄膜和容器衬里、油箱、胶辊，制造油封、水封等。

氯化聚乙烯橡胶是聚乙烯通过氯取代反应制成的具有弹性的聚合物。性能与氯磺化聚乙烯橡胶接近，其特点是流动性好，容易加工；有优良的耐天候性、耐臭氧性和耐电晕性，耐热、耐酸碱、耐油性良好。缺点是弹性差、压缩变形较大，电绝缘性较低。使用温度范围：约-20℃~+120℃。电线电缆护套、胶管、胶带、胶辊化工衬里等。

5. 液压橡胶密封件的选用、维修事项

在选购维修用密封件时，建议采用下列程序去提高采购密封件的准确性：

运动方向：先决定密封件所在位置的运动方向，例如往复、旋转、螺旋或固定。

密封重点：例如决定活动点是在内径的拉杆封或活动点是在外径的活塞封等。

温度等级：从原厂机械使用说明查阅或按实际

工作环境评估工作温度，决定所需使用材料。有关温度等级的说明可参考下面的生产用户注意事项。

压力等级：从原厂机械使用说明查阅有关数据，或通过观察原密封件的软硬度和结构推断工作压力等级，有关压力等级的说明可参考下面的生产用户注意事项。

尺寸大小：多数用户都会按使用过的旧样品选购，但密封件在使用一段时间后，会被温度、压力及磨损等因素大幅影响其原来的尺寸，按样选择只能作为一个参考，更好的方法是量度密封件所在位置的金属槽尺寸，准确性会较高。

在具体选取密封件（如O形圈材料时），首先要考虑与工作介质的相容性。还需综合考虑其密封处的压力，温度，连续工作时间，运行周期等工作条件，若用在旋转场合，须考虑由于摩擦热引起的温升，不同的密封件材料，其物理性能和化学性能都不一样。轴向安装时，要考虑压力方向。内部压力时，O形外径应比沟槽外径D3大约1~2%，外部压力时，应使O形圈内径比沟槽内径D4约小1~3%。

油封的装配，无论油封的安装部分设计和油封的选择多么适宜，如果组装的粗糙，也不能充分发挥油封预定的功能。油封安装时，外表面应涂上适当的润滑剂，唇口应涂上适合的清洁润滑脂，带有防尘唇的油封，应在主付唇间填满适合的清洁润滑脂，再进行装配。把油封的密封唇口端朝向密封介质一侧，切忌反向装配。油封装入座孔时，应采用专用工具推入，防止位置偏斜。

油封唇缘通过的螺纹，键槽，花键等处应采取各种措施来防止唇缘损伤，并用专用工具装配。油封应水平放入座孔，并均匀加压，请勿倾斜强制推进。

常见一般密封件的损坏有：一是硬化（老化）。密封件其中泄漏原因是因本身材料被温度影响硬化，当硬度过高时，密封件不能填充与配合零件之间的间隙，就会产生泄漏；二是磨损。密封件的磨损涉及配合零件的表面光洁度、运动速度和传动媒体等，不同的密封材料适应不同的运动速度；三是挤出：当密封件承受过大压力时会被挤出到金属间隙，损坏密封件而产生泄漏，这种情况涉及密封件本身的硬度及金属间隙是否过大，如果在设计、选型、加工或安装上处理不当，都会出现挤出损坏；四是腐蚀。表现出来的情况是密封件软化甚至溶解，原因是密封件被媒体入侵，选用材料时发生错误。如果

媒体含水或溶剂时都要特别注意。

泄露是机械设备常产生的故障之一。造成泄露的原因主要有两方面：一是由于机械加工的结果，机械产品的表面必然存在各种缺陷和形状及尺寸偏差，因此在机械零件联接处不可避免地会产生间隙；二是密封两侧存在压力差，工作介质就会通过间隙而泄露。减小或消除间隙是阻止泄露的主要途径。真空系统的密封，除密封介质直接通过密封面泄露外，还要考虑下面两种泄露形式：渗漏。即在压力差作用下，被密封的介质通过密封件材料的毛细管的泄露称为渗漏；扩散。即在浓度差作用下，被密封的介质通过密封间隙或密封材料的毛细管产生的物质传递成为扩散。密封的作用就是将接合面间的间隙封住，隔离或切断泄露通道，增加泄露通道中的阻力，或者在通道中加设小型做功元件，对泄露物造成压力，与引起泄露的压差部分抵消或完全平

衡，以阻止泄露。

液压橡胶密封件的密封效果，除了与密封装置的结构设计合理，密封材料的性能及密封件的制造质量有关外，还与密封件的装配方法及装配合理性有关。密封效果的优劣，对机械液压系统的可靠工作起着重要作用，采用正确的装配方法进行装配液压设备，密封件不易受损，弹性好，使用寿命长，有利于提高产品的质量和密封性能。

参考文献

1. 马长福编著.实用密封技术问答.北京：总后金盾出版社，2001
2. 彭兵等编著.橡胶密封制品.北京：化学工业出版社，2009
3. 张洪雁等.高性能橡胶密封材料.北京：化学工业出版社，2007

HSK提高了车削精度

Chasing every last micron

利用HSK接口，在车床进行硬切削提高了加工精度，不必再进行磨削加工。

HSK 空心锥套在加工中心上应用得极为普遍，在将其应用于车床时则出现了某种不同于传统的趋势。HSK 锥柄在车削作业中的应用是 HSK-T 工作委员会一力促成的。该委员会宣称其目标是所有加工过程中推广 HSK 锥柄的应用。这一运动将给用户带来节省劳动力的巨大好处。瑞士一家刀具系统公司便是在这方面获得成功的具体实例。

瑞士刀具系统公司 (Swiss Tool Systems AG) 与 Hardinge 公司的合作，在 Hardinge 车床的刀具转塔上配备 SHK-T 锥柄用于硬车削作业 (图 1)。与以前使用的普通接口相比，这种配置不仅能提供极好的刚度和精度，而且大幅度缩短了装调时间和延长了刀具使用寿命。此外，通过在 HSK 锥套上安装一个动力磨削主轴，获得了极高的加工精度，为此该公司中止了购置内圆磨床的计划。Bär und Mettler 公司的 Hansruedi Bär 说：“这种动力磨轴能达到 $2\mu\text{m}$ 的加工精度，且具有极高的重复精度和过程稳定性。特定情况下，我们能达到 $1\mu\text{m}$ 的精度。我们准备购买的磨床也不过如此。”以前，工件的加工需要二道工序才能完成。现在，由于将硬车削和内圆磨削合二为一，能获得极高的加工精度。

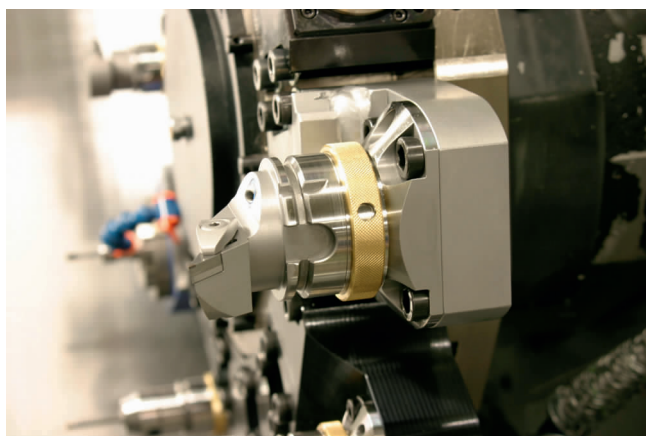


图 1 瑞士制造商 Bär 公司在 Hardinge 转塔车床上，使用瑞士刀具系统公司的刀具配合 HSK-T 型刀夹进行硬车削加工，明显改善了加工过程和结果。

该公司建于 1973 年，多年来一直生产 MBM 牌高质量粗、精加工用镗头，供应世界著名机床制造商。Bär 强调：“制造这种产品，质量和精度永远是第一位的。这就是我们为什么要始终保持丝毫不差。”

HSK 的应用提高了机床精度

2007 年，当时正在寻找进一步提高生产的途径时，瑞士精密制造厂商建议在车床上使用稳定的高精度 HSK 接口。当时，公司的加工中心上已经在使用 HSK 技术，员工已经很熟悉这种技术。机床合作伙伴 Hardinge 对此项目表示出极大兴趣。CEO Markus Herdegen 解释说：“尽管我们的机床精度已经很高，但我们一直在努力进一步提高机床精度。”现在 ‘RS 52 SP’ 精密车床上就采用了 HSK 接口，这种车床特别适用于高精度硬车削。由于采用了聚合水泥床身，该机床具有很好的稳定性和刚性，完全能够实现最小公差的高精加工。

Herdegen 保证工作主轴达到 $0.5\mu\text{m}$ 的精度。Hardinge CEO 说：“由提高了机床精度，机床的应用范围扩大了，可以附加加工工序。例如，用于磨削时，完全可以达到使用精密磨床所能达到的精度。”

在整个生产过程中确立 HSK 的地位

对于 Bär 来说，VDI30 刀夹或刀架系统的精度已经不够用，热切希望 HSK 接口能有更好的结果。“我们已经无法接受 VDI 系统调整时间长的缺陷”另一重要目标是在机床上完全消除刀具的调整过程，不再使用“极为昂贵的刀具预调装置”。幸运的是 Bär und Mettler 与领先的刀夹和精密刀具制造商 HSK 是近邻。瑞士刀具系统公司是世界一流的制造商，能提供各种适用于车床 HSK 接口的刀具和刀片。HSK 的夹紧装置可以保证按预定零位在车床转塔刀架上存放 12 把刀具。瑞士刀具系统公司的项目主管 Peter Heinemann 总结说：“我们认为这是一个很刺激

并极富挑战性的项目。”其结果也证明，这种伙伴关系是正确的。Herdegen 说：“除进一步将加工精度提高到 $2\mu\text{m}$ 的公差范围内，我印象最深刻的就是 HSK 工装与机床的巨大能力，特别是对淬硬件小直径内孔的车削。（图 2）”

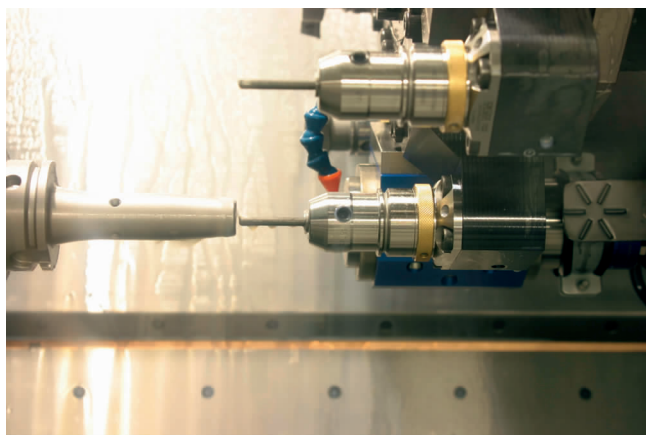


图 2 The stability of the 瑞士刀具系统公司出品的 ‘Swiss-Flex’ HSK 接口的稳定性特别适用于小直径内孔的硬车削

Bär 公司对缩短了刀具调整时间和加快了换刀速度特别称道：“以前需要用十几分钟才能完成的作业，现在只用 2 分钟。”刀具预调在外部装置上进行，无需在机床上进行耗时的测量，既所要安装的刀具已经调整，马上就可以使用。HSK 所提供的高稳定性和刚性有助于提高刀具使用寿命。根据 Bär 的经验，“刀具寿命至少延长了 20%”“由于刀磨损过程长达五年，几与机床寿命相同，刀具寿命的延长和大幅度缩短的调整时间，我们预计节省的幅度可能会达到 30%以上。”所有这些改进至少能提高机床的利用率。Herdegen 对 HSK 在 Hardinge 机床上的表现十分满意，他说：“我们向追求最高精度的客户提供 HSK 接口。”Heinemann 也认为：“在车床和加工中心上普遍应用 HSK 技术将对刀具采购和刀具创新产生积极的推动作用。总之，这项技术将使一种刀夹适用多种机床。”

深入到工艺的核心

Getting to the core of the process

MICHAEL HOBHOM

在车制压力测量系统用的零件的轴向槽时，Wika 从未考虑过使用普通刀具，而是采用工装专业厂商 Iscar 设计的专用刀具，以期获得意外收获，进一步提高生产率。

标准刀具还是非标刀具？每当出现一个新的应用领域时，总会发生这种争论。当优化工件、机床与夹具之间相互关系时，要求刀具能尽可能地与加工过程相互配合。这就是位于 Klingenberg 的一家高档压力与温度测量系统制造商 Wika 公司所采用的方法。与工装专业制造商 Iscar 公司密切合作，开发一种加工轴向槽车削刀具，以期进一步提高生产率。这就是为什么这家制造商从一开始就只考虑采用能优化工艺的非标刀具。

在压力与温度测量方面居领先地位

Wika 公司是一家始建于 1946 年的家族企业，现在每年的营业额超过 5 亿欧元，在压力与温度测量系统方面居于世界领先地位。该公司总部基地设在 Klingenberg am Main（约有 2000 名员工），在全球 37 个国家设有办事处，员工总数超过 6000 人。该公司每年生产约 4300 万件高质量产品，行销全球 100 多个国家和地区。其产品包括压力和温度测量系统、相关校正技术及范围极为广泛的各种测量附件。由于压力和温度测量领域不仅包括电子、机械，而且还应用于机械生产线，因而产品范围不仅需要通用型，而且要按照个性化的产品垂直系列制造。使用 Klingenberg 工厂产品的工业部门涉及各种动力工程、油/气、医药、食品加工、环境保护以及机械工业和电站等等。Wika 在化工与制药工业用仪表方面具有独到之处，有能力应对种种极端测量方面的挑战。在 Klingenberg 工厂，测量仪器是按产品类型组织生产，预备生产部的机加工车间主要是作为为各装配车间提供零件的内部供应部门。该车间拥有 30 台 CNC 机床，约 100 名员工，以二班或三班制生产。

金切部门主管 Michael Balles 说：“我们生产的大部分零件是对称的回转件，以车削加工为主，只有个别需要铣削加工，所以这部分工作大部分是使用

动力刀具在车床上完成的。这种车床要能让我们在一台机床上完成零件的全部加工。我们有四台加工中心，一直是在以一班或二班运行。”

Klingenberg 工厂加工的标准工件材料是 1.4404 (3.16L) 和 1.4571 (316Ti) 不锈钢，约占总加工时间的 95%。所加工的其它工件材料主要是由用户规定的铬镍铁合金、耐蚀镍基合金或钛合金等材料。预加工部门主管 Thorsten Seefried 说：“我们主要是中、小批量的多品种生产。生产批量从单件到 500 件不等，最大批量不超过 1000 件。我们每年生产的零件种类约为 7000 种。其中约 30%是按用户订单生产，交付装配的周期约为三到五天。”由于最大限度地缩短了单件生产时间，这个部门面临的挑战是优化工艺调整，因而于多年前，特别是在金属加工方面，引进了 Lean 制造和 Kaizen 方法。此后，生产系统得到持续发展和优化。由于引进了外部调整准备和调整车间，进一步缩短了调整时间。Seefried 解释道：“现在，就工艺技术变革而言，我们已经达到极限。我们必须认识到：要想更上一层楼，只有转向工艺装备模块化。在工艺装备专家 Iscar 的支持下，我们现在正在尝试将一台变成采用 Capto 接口工作的机床。由于我们要加工的零件品种繁多，为优化调整过程而选择基本刀夹和刀具是一项挑战。对此我们得益于与经验丰富伙伴的通力合作，例如 Iscar。”

几个工步组合成一道加工工序

在刀具优化时充分体现了工装专业企业的支持。固定座是车间中要加工的一种典型工件（图 1 左）。其上要加工出用于安放电子压力测量元件（例如 Wika 公司的新型 PSD-30 压力开关，图 1 右侧）的螺纹孔。这种压力开关必需能在极为严酷的工作条件下可靠工作，例如在机床液压装置和冷却润滑系统中使用，因而耐用的结构设计和材料的选用特



图1 安装电子压力测量元件用的螺纹适配器带有内轴向槽，图示为装有 PSD30 压力开关的部件。

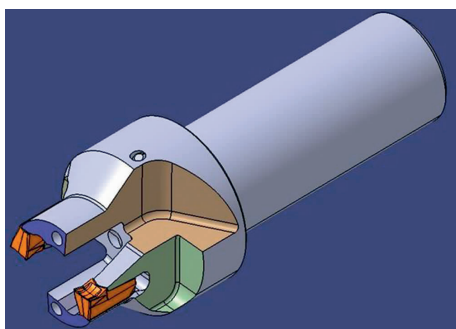


图2 由于采用空心钻头一次完成轴向槽的加工，这种非标解决方案的开发的最大收效是：提高了生产效率。

别重要。成品零件在外部是无法看到的，传感器焊接另一侧。虽然传感器的种类很多，对于各种部件来说真正不同之处在于所使用的螺钉种类。另一方面，各种零件完全相同的是表面都有精度要求很高的轴向槽，该槽是焊接轮廓的一部分。Iscar 区域销售部门的 Gerhard Heusel 说：“2005 年，Wika 要求我们拿出一个加工这种轴向方案。”通常，这种轴向槽的加工方法是先用钻头粗加工，然后用整体硬质合金刀具加工出轴向槽。而后对内、外径和槽的底面进行精加工。Heusel 说：“为实现提高生产率的目标，我们将这种标准理念放在一边，集中提出一种针对零件特殊要求的个性化解决方案。”他的同事，车削产品专家 Michael Bender 补充道：“Iscar 设计了一种空心钻头，可以一次在工件上加工出完整的轴向槽（图 2）。”Michael Balles 认为这种非标解决方案的出台是双方互动的结果：“我们在小尺寸轴向槽生产方面有丰富的经验，所以我们能知道使用具有要求刃宽的整体式标准硬质合金刀具加工需要较长

的时间。这正是我们想解决的问题，因此，我们决定先行一步，与 Iscar 合作开发一种非标刀具。”现在，1.4571 钢制固定座就是在 Gildemeister ‘Twin 65’ 机床上加工的，批量为 50 至 200 件（图 3）。Balles 说：“在这种双轴车床上，首先是加工工件端面，然后掉头车削后面。”现在这种标准工序是使用带二个可互换的偏置切削刃的空心钻头进行加工



图3 材料为 1.4571 的固定座全部是在 Gildemeister ‘Twin 65’ 车床上加工的。

（图 4）。Heusel 强调：“由于切削刃布局，在加工完轴向槽后，刀具很容易退出，而且不会碰到工件表面，从而保证了加工质量。但是，最值得注意的是，偏置切削刃还可加工更宽的槽，这就是说，以前需要多道工序加工，而现在可以一次完成。内部定位的切削刃切出内径，外切削刃则加工外径。优化切削刃的应用，能有效地减小切屑宽度（相对于槽本身的宽度），因而更利于排屑。”Bender 补充道：“这种切削刃布局的另一好处是相对于切削刃宽度的基体结构更宽，刀具本身的稳定性特别好。”内冷却系统可以保证冷却液直接作用于刀具表面，能可靠排屑。Balles 强调：“我们现在使用的切削速度为 128 m/min，进给量为 0.12 mm。”刀具使用寿命从使用普通标准刀具的 50 件提高到了 300 件。我们认为这还是次要的，最大好处是通过切削参数的改变，提高



图4 由于刀具极为稳定，利用规定的空心钻头能精确加工出不同宽度的槽，从而提高了生产效率



图5 Michael Bender、Markus Seufert、Michael Balles 和 Gerhard Heusel（由左到右）共同商讨技术方案

了生产效率。Balles 说：“切削速度从 70 m/min 提高到 128 m/min，进给量从 0.02 mm 提高到 0.12 mm，整个加工时间仅为 2.1s，而以前要用 33.7 s。”因此明显提高了生产效率。

消除生产中的瓶颈

公司很乐于将这种成果推广到其它生产领域。在这方面，不仅仅是 Wika 与 Iscar 在模块化刀具系统方面的合作，Isicar 还要不断努力改进生产工艺。这种改进是由项目促成的，例如一周四次的连续用户访问，Gerhard Heusel 不仅与生产管理人员交换意见，而且解答了棒料和法兰加工小组组长们提出的问题。Isicar 公司销售经理 Markus Seufert，说：“这样，我们就能集中力量对特定工艺进行深入分析。通常只有一体化解决方案才能获得良好效果。适用的非标刀具则表明能消除生产中的瓶颈。”正如 Seufert 进一步解释的，只要知道是何种工件，加工精度和工件材料，Isicar 的专家们就能为用户提供有效的非刀具。

Seufert 总结道：“在这一时期，我们与 Wika 的合作关系形成了二家公司间的技术联盟。这种关系超越了一般的供应商与用户的关系，而是共同检验全部工艺过程，共同开发技术方案（图5）。在此基础上，很快结束了是采用标准刀具还采用非标准刀具的争论，很快统一到采用非标刀具方面。”