

展览会信息 Exhibition

- 27 日本 JIMTOF2008 国际机床展览会综述
- 30 技术联结世界,创新推动发展
- 38 亮点纷呈的第十一届中国国际机床展览会(CIMT2009)
- 39 丰富的配套活动为 CIMT2009 添彩
- 40 CIMT2009 展品预览(一)
Preview of exhibits to be shown at CIMT2009
- 45 IMTS2008 展览会上的磨齿技术与装备
Gear Generating Machine Equipments in IMTS 2008

重大科技专项 Priority Project of Scien-Tech

- 51 核电和风电装备需求初探

专访专论 Special interview & report

- 54 现代企业亟待防范融资风险
- 57 企业并购的全面整合策略
- 59 员工创造力决定企业未来生存潜力

产销市场 Production & Marketing

- 61 市场竞争促使世界机床企业集中度增大
- 63 2008 年前三季度中国机床工具行业经济运行分析

经贸要闻 Economic & Trade Focus

- 65 中国发改委规范外资项目管理
NDRC standardizes management of foreign-invested projects
Notice on Adjustment of Policy Concerning Duty Exemption for
- 66 关于重大技术装备整机进口免税政策调整
Import of Major Key Complete Technical Equipment and Machinery
- 67 中美经济对话取得实质进展
Sino-US economic dialogue makes substantial progress
- 68 2008 年上半年中国汽车产销均超 500 万辆
Automobile output and sales exceed five million in H1 2008
- 69 外资零售企业加快进入江苏省
Foreign retailing giants rush to Jiangsu province
- 69 2008 年 1-7 月广西与东盟双边贸易增长 83.8%
Guangxi-ASEAN bilateral trade soars 83.8% in January-July
- 70 欧洲以外的首个空客总装线在天津投产
Airbus first final assembly line outside Europe operational in Tianjin

企业风云 Enterprise Feature

- 71 EMAG公司乐观看待中国市场

数控与软件 CNC & Software

- 73 iTNC530 数控系统使用标准循环与变量编程实现从矩形到圆的漏斗形加工
Funnel, rectangular to circular, with HEIDENHAIN cycles and Q parameters in ITNC530
- 76 武汉华中数控股份有限公司对美国无理制裁的严正声明
- 77 必须加大支持发展我国数控机床产业的力度

业界动态

- 44 国家提高部分商品出口退税税率
- 72 斯来福临(中国)推出K-P简约型数控平面磨床
- 80 2008年世界机床产值预测
- 80 济二高档开卷落料线出口国际市场

产品与技术 Production & Technology

- 78 节能减排的振动时效技术
- 81 对现有可转位刀片的功能缺陷分析与设计思想的建议
- 84 五轴联动龙门加工中心现状与发展探讨
Status Quo and development trend of five-axis Gantry type Machining Centers
- 88 数控重型立车电气随动车削装置的研制
- 91 刀具表面涂层技术进展综述
Comment on the progress of cutting tool coating technology
- 95 外驱动主轴用在什么情况合适
Where is use of the outer driving spindle
- 96 高精度五轴加工的车铣中心

讲座 Seminar

- 97 精益生产与管理(十)精益维护、可维护性设计与全面生产维护
Lean production and management (Part 10) Lean maintenance and design
For maintainability and total production maintainability

欧洲生产工程 European Production Engineering

- 106 优化车刀大幅度提高生产率
Productivity extended from 5000 to 12000 parts
- 108 Hermel公司新的自动夹具
Automatic counter clamp

-
- 109 本刊2008年1-6期总目录

日本JIMTOF2008国际机床展览会综述

中国机床工具工业协会 参访团

中国机床工具工业协会代表团一行 6 人于 2008 年 11 月 29 日赴日本参观“第二十四届日本国际机床展览会 (JIMTOF2008)”，展会期间，中国机床工具工业协会召开了“第十一届中国国际机床展览会 (CIMT2009)”新闻发布会；访问了相关的日本企业，开展了内容丰富的外事交流活动；在展会上设立了中国机床工具工业协会信息台，接待参展和参观的各地来宾，沟通信息，广泛交流，加深了解，促进合作，达到预期目的。

一、JIMTOF2008 展会概况

第二十四届日本国际机床展览会 (JIMTOF2008) 于 2008 年 10 月 30 日至 11 月 4 日在东京国际展览中心 (Tokyo Big Sight Inc.) 举行，展览面积 85520 平方米，净展面积 47097 平方米，设有展台 5231 个，共有 17 个国家和地区的 829 个展商参展 (日本境外展商约占 10%)。产品范围包括：机床、锻压机床、金属切割机床、金属成型机床、机床附件、特殊钢工具、超硬工具、金刚石工具、砂轮及磨料磨具、齿轮及其制造设备、油压机、空压机、水压机、精密测量机械、光学测量机械、试验机械、计算机辅助设计、计算机辅助制造、环保装置及相关技术信息等。

JIMTOF 展会素有国际四大机床展之称，从展商的国别来看，除日本本土的企业外，欧美的著名企业参加的并不多，似乎缺乏国际性的含义，然而从展品的水平及展会的人气来看，并不比任何国际机床展逊色，不仅展出的产品水平高，无愧为世界机床的先进水平，展示的新技术也引领了当前机床工业发展的新潮流，展会气势宏伟，人头涌动，据说展会头几天观众比上届翻了一翻，可以说是一次非常成功的展会。

二、吴柏林总干事长出席开幕式

今年的 JIMTOF 展是历史上规模最大的一届。参

观人数达 142000 人。开幕式于 2008 年 11 月 30 日上午 9:00 在东京国际展览中心举行，吴柏林总干事长作为特邀嘉宾在隆重的展会开幕仪式上剪彩，得到了很高的礼遇 (图 1)。



图 1 吴柏林总干事长为开幕式剪彩

三、成功举办 CIMT2009 新闻发布会

中国机床工具工业协会与中国国际展览中心集团公司于 2008 年 11 月 31 日下午在东京国际展览中心 (Tokyo Big Sight Inc.) 联合召开了新闻发布会 (图 2)。



图 2 新闻发布会现场

新闻发布会有近 70 名来自世界各国、地区机床协会、机床制造厂商和诸多的媒体记者参加。日本国际贸易促进局理事长笠井煊雄先生和事务局长中下裕三先生专程出席了新闻发布会并致词。

吴柏林总干事长在新闻发布会上作主题发言（图 3），介绍了 2008 年我国经济发展概况、机床工具工业的经济运营状况和 2009 年市场预测，以及第十一届中国国际机床展览会（CIMT2009）的筹备及进展情况。会场气氛热烈，提问主题除与 CIMT2009 展会有关事宜外，特别关心的是金融危机对机床市场的影响，这个问题也成为展会期间普遍议题，可见世界各机床企业都在关心这个问题。



图 3 总干事长吴柏林先生发言

四、参加“亚洲协调会”

按照惯例，今年的亚洲协调会在 JIMTOF2008 展会期间举行，参加会议的协会包括亚洲地区的四个国家（中国机床工具工业协会、日本机床协会、印度机床协会、韩国机床协会）和台湾地区（台湾区机器工业同业公会）。中国机床工具工业协会吴总干事长出席了会议。会议期间，各协会代表就本国和地区机床工业的现状和发展趋势，特别是对全球金融海啸所造成的影响进行了广泛的交流。

会议决定，下届亚洲协调会将于 CIMT2009 展会期间在北京举办。

五、广泛交流，加深了解

展会期间，中国机床工具工业协会的领导与各国和地区的机床协会进行了广泛的交流活动，先后会见了美国制造技术协会 AMT、韩国机床协会



图 4 与日本机床协会交流

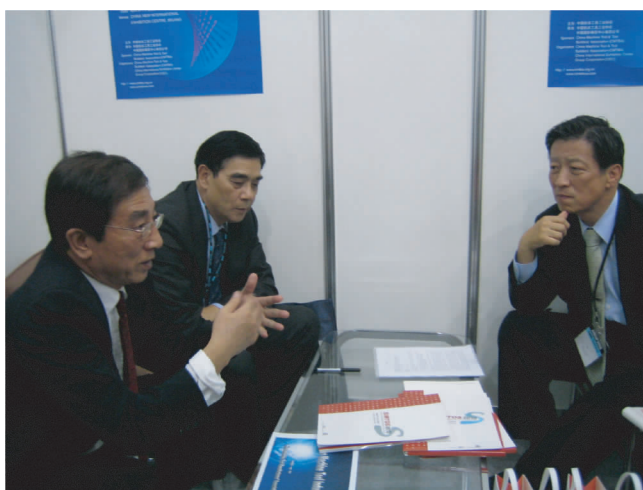


图 5 与韩国机床协会交流



图 6 在 MAZAK 地下工厂入口

KOMMA、日本机床协会 JMTBA、瑞士机床协会 SWISSMEM、台湾区机器工业同业公会 TAMI、日本

机床附件协会 JMAA、台湾区工具机暨零组件同业公会 TMBA 的领导 (图 4-6), 出席了部分国家和地区的新闻发布会。交流了各国家、地区机床业界的情况并就受全球金融海啸的影响情况进行了沟通。通过这些交流和沟通, 加深了彼此的了解, 获得了大量信息, 达到了广交朋友, 促进合作的目的。同时, 为了解世界机床发展的新动向, 展会期间, 中国机床工具工业协会参访团还特别会见了部分重要参展商, 如新日本工机 SNK、山崎马扎克 MAZAK、发那科 FANUC、蒂业技凯 THK、天田 AMADA、森精机 MORI SEIKI、大隈 OKUMA 等展商。展会结束后, 协会代表团还参观了 MAZAK、FAUNC、OKUMA、OKAMOTO 等公司的工厂。

六、第 24 届 JIMTOF 展会呈现的新理念与新技术

1、第三代智能化加工单元 (机器人加工单元) 已作为产品推向市场。多个著名企业 (如 Fanuc、Mazak、Okuma、Makino、Amada 等展台) 都展出了类似展品。利用机器人操作机床, 不仅能完成搬运、装卸任务, 新一代的机器人已具有视觉和触觉功能, 能完成操作工人具有感官功能的操作要求。

2、新概念机床进入构思、设计阶段。马扎克公司展出的法拉利概念车, 意在暗示新概念机床的开发, 据介绍该公司请法拉利概念车的设计师进行新概念机床的设计, 计划两年后展出新概念机床。

3、机床加工精度有新的提高。Mazak 公司展出的 HCN μ 8800 高速、精密、多功能卧式加工中心 (图 7) 主轴转速 10000r/min、主轴功率 37kW、定位精度为 0.002mm ($\Delta X=0.001\text{mm}$ 、 $\Delta Y=0.001\text{mm}$)。



图 7 HCN μ 8800

Mori seiki dixi 公司展出的 DHP80 双向定位精度 0.99 μm 、定位精度 0.90 μm 。

4、直驱技术被广泛应用, 展出的新产品驱动系统大多采用直驱技术。大功率、大扭矩直线电机用于重载、高速机床的驱动, 不仅速度快、加速度高, 而且定位精度高。在展出的新产品中, 摆角与旋转运动也大多采用力矩电机驱动, 大有取代普通机械传动的趋势, 高速、大扭矩双摆角铣头、动力刀架、回转工作台、C 轴的分度, 以及用作立车的主轴驱动。Mazak 公司展出的一个双摆角铣头主轴功率 40HP (30kW)、1840Nm。

Mitsuiiseiki 公司展出的直驱双向回转工作台 (图

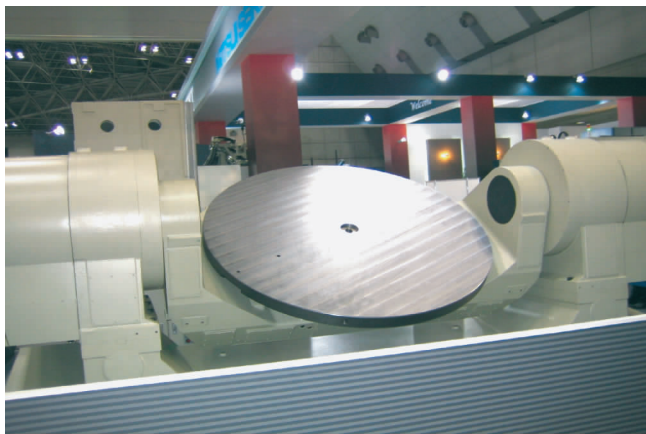


图 8 Mitsuiiseiki 公司直驱双向回转工作台

8) 用于直升机叶片加工, 台面直径 $\Phi 2000\text{mm}$ 、台面高度 1200 mm、扭矩 1700 Nm。可以看出大功率、大扭矩的直驱电机已在机床上成功应用。

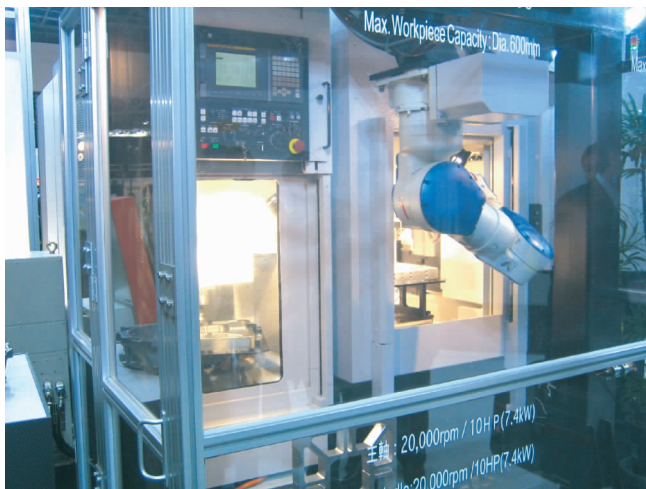


图 9 立、卧式加工中心组成的加工单元

技术联结世界，创新推动发展

——2008 年美国国际制造技术展览会考察报告

由美国制造技术协会（AMT）主办的 2008 年美国国际制造技术展览会（IMTS2008）于 2008 年 9 月 8-13 日在美国芝加哥举行。展览会的主题是“联结世界的技术”，表明展览会主办者通过技术这个媒介，把世界制造业联结起来。展会上，美国制造技术协会正式推出称为 MTConnect 的机床通讯联结技术，向世界各制造商和用户推广应用，试图通过网络把世界的数控机床联结起来。MTConnect 已成为本届展览会主题的展示点。



中国机床工具工业协会组织了协会工作团和机床企业参观团，赴芝加哥 IMTS2008 展览会开展了内容丰富的行业工作和交流考察活动，取得了丰硕的成果。

在 IMTS2008 展会期间，中国机床工具工业协会与北京国际展览中心集团在芝加哥 McCormick 展览中心联合召开了 CIMIT2009 新闻发布会。中国机床工具工业协会副总干事王黎明在新闻发布会上作主题发言，介绍了中国机床工具行业的发展和现状和中国机床市场的需求情况，以及 CIMIT2009 的筹备和招展情况。CIMIT2009 新闻发布会吸引了世界各国/地区机床协会和专业媒体以及机床制造厂商的极大兴趣。有超过 70 名各国/地区机床协会代表、机床制造厂商代表和媒体记者出席了 CIMIT2009 新闻发布会。美国制造技术协会 AMT 对于 CIMIT2009 新闻发布会非常重视，协会董事会现任主席和下任主席、现任会长和下任会长以及各业务主管副会长均到会祝贺。AMT 主管展览业务的副会长 Peter R. EELMAN 出席新闻发布会并致以热情洋溢的贺词。

在 IMTS2008 展会期间，中国机床工具工业协会领导与各国/地区机床协会进行了广泛的交流活动，先后正式会见了美国制造技术协会 AMT、欧洲机床协会 CECEIMO、瑞士机床协会 SWISSMEM、韩国机

5、复合加工进入新的阶段，已经超过一般车、铣、钻等加工工序的复合，进一步扩大到内外圆磨削、珩磨、齿面加工以及表面处理等复合。

6、节约资源的新思路在机床设计中不断出现，如 MAZAK 公司展出的 UN-600V 卧式加工中心、UN-600V 立式加工中心与一台七轴控制的机器人（安川制造）连线的加工单元（图 9），立、卧加工中心都采用了运动合成原理，如 X 轴运动设计成工作台与主轴箱相对运动运动行程为 $X=X_1+X_2$ ，同样 $Y=Y_1+Y_2$ ，使机床占地面积大大缩小，与加工同规格

零件的老产品相比，占地面积减少了 70%。Okuma 公司 Millac 331 小型复合加工机床由原一台立式数控车床和一台立式加工中心组成，节省面积 71%。

第二十四届日本国际机床展览会 JIMTOF2008 是一次水平高、人气旺的展会，展出了当前机床工具行业产品的先进水平，显示了日本机床工业的发展趋势。中国机床工具工业协会通过参加这次展会的各项活动，与各国同仁加强了联系，沟通了信息，为明年 CIMIT2009 的召开提供了宝贵的经验，对我国机床工具工业的发展起到了良好的促进作用。□

床协会 KOMMA、英国机床协会 MTTA、阿根廷机床商会 CARMAHE 以及台湾地区机器工业同业公会 TAMI 等国家/地区机床协会的领导，出席了有 22 个国家和地区机床协会主要领导参加的总干事长会议 (GM Meeting)。在展会期间，还与多个国家和地区的机床协会签署了 CIMT2009 参展协议或达成了共识。通过展会交流，加深了相互了解，获得了大量信息，达到了广交朋友、增进了解、促进更广泛交流与合作的目的。通过参加这些活动，也使我们深切地感受到我国国际地位的提高和中国经济快速发展的影响力，在中国经济快速发展和国家日益强盛的形势下，中国机床工具工业协会也备受友好国家和地区同行的尊重，更促进了我们做好协会工作的信念和责任。



图 1 中国机床工具工业协会在展览会上成功举行新闻发布会

一. IMTS2008 展出总体情况

IMTS2008 上有来自世界 30 多个国家的 1500 多家参展商参展，布展面积 12 万 m^2 ，全球排名前 20 名的机床制造商参展面积多在 1000 m^2 以上，显示了本展会的国际性和重要性。展品分为 A、B、D、F 四个展区，其中 F 展区位于新落成的西馆区。2008 展会布局延续了 2006 展会的基本格局，A 展区展出金属切削机床，中国大连机床集团和沈阳机床集团的展区也在 A 展区；B 展区展出齿轮制造机床、磨床、锯床及表面精加工设备、激光加工机床等；D 馆区展出电加工机床、环保及清洗机械、测量仪器、功能部件、控制系统、CAD/CAM 等软件等；F 馆区展出工量具等。

展览会参展展品包括 15000 多种新型机床、控制器、计算机、软件、元器件、系统以及工艺技术。

展览会汇集了当代的先进的制造技术设备。据统计，6 天展览共吸引来自美国及世界各地超过 119 个国家 92450 名专业人士（其中预先登记者达到了 77146 人）参观了 IMTS2008。本次展会规模和观众人数与 2006 年举办的 IMT2006 参观人数 92000 人相近，这种状况从一个侧面反映了美国制造业仍处于稳定的发展态势。

二. 以创新为中心的科技交流活动相得益彰

展会期间，大量的科技交流活动突出了展会的科技创新内涵，使得展会活动丰富多彩，充满活力。主要科技交流活动有：

1. 大规模进行“MTConnect”的宣传演示

2007 年美国制造技术协会 (AMT) 投入启动资金，由美国南加州大学、北卡理工学院计算机系研制开发机床通讯连接标准“MTConnect”。这个标准是一个机床互联性标准阶段性成果，其概念是：现在的机床都是单机的，每台数控机床都有他自己的数据，但不能相互交流。在这种情况下，通过这个标准把单机和互联网连接起来，这样通过互联网就能查阅到单机的一些数据。这是一个用网络方式发表数据的拥有专利权的开放式的标准，美国制造技术协会称为 MT CONNECT 标准，这个标准主要通过 html 可扩展标记语言的形式，在控制系统、设备和应用软件之间具有广泛的兼容性。在本次展览会 A、B 区之间的未来技术展示场地，每天进行大规模的演示 MTConnect (图 2)，成为本次展览会的一个展示重点。据介绍：不少国际大集团公司都对 MT-Connect 感兴趣。

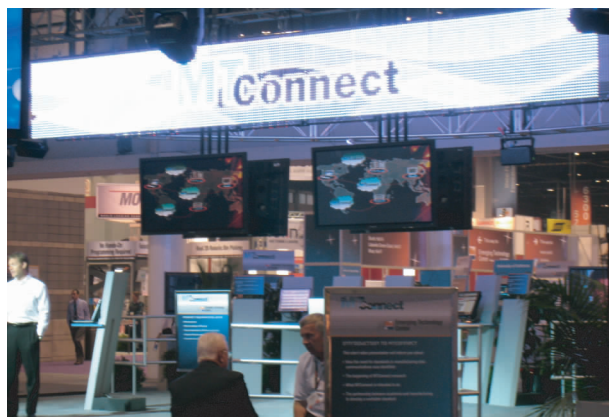


图 2 MTConnect 演示现场

2. 国际论坛内容广泛

由美国制造技术协会 (AMT)、美国精密工程协会 (ACPE)、自动化研究中心 (CAR)、美国工具和制造协会 (NTMT)、美国制造工程师协会 (SME) 等主办了不同主题 80 多场的国际商务和技术论坛; 论坛主题有: 汽车柔性自动化制造技术、精益生产路线图、数控仿真、汽车车身先进制造、金属切削新技术、未来十年动力设备制造、水切割系统、航空制造、先进机床设计、航空零件的电加工、精密磨削加工等。

3. 主题日活动富有特色

美国制造技术协会 (AMT) 与有关杂志社合作, 主办了以特定工业为对象的一日一题的科技交流活动, 主要活动有:

汽车日 (World's AutoWord 杂志): 汽车制造 21 世纪面临的挑战, 汽车有关新技术, 新设计, 新材料, 新底盘, 新的制造方法和新投资。

质量保证日 (Quality 杂志): 前沿绿色技术, 机器和加工监视, 工具管理, 先进的零件测量, 新的检验、试验和制造技术。

航空航天日 (AMD 杂志): 公司如何面对航空航天市场, 民用和军用宇航工业综述等。

电力设备制造日 (Today's Energy Solution 杂志): 面对能源存取和绿色趋势, 美国风能设备的制造现状, 未来十年美国风能设备制造的快速增长情况。

医疗设备制造日 (Today's Medical Development 杂志): 医疗设备制造、供应及技术发展等。

车间日 (美国机械杂志): 美国宇航、能源和医疗制造业最优车间运行原则等。

与此同时, 展会举办学生峰会活动, 吸引了大批大中学生参与研讨, 为制造业的发展培养后备人才资源做了先导工作; 展会现场还设有机器人表演等。

三. 从展品看制造技术发展趋势

1. 高速、高精度数控金切机床有了新的发展

本次展会上, 马扎克公司推出 HCN- μ 8800 型大型高速高精度卧式加工中心 (图 3), X 、 Y 、 Z 轴定位精度分别为 0.0016mm、0.0022mm、0.0023mm, 重复定位精度分别为 0.0007mm、0.0012mm、0.0007mm; C 轴定位精度为 2.45", 重复定位精度为

0.78"。 X 、 Y 、 Z 三轴行程分别为 1400mm、1200mm、1320mm, 两个圆工作台直径 800mm, 可自动交换, 交换时间 13s, 主轴转速 10000r/min, 加速度 0.5g, 快移速度 60m/s。该机床采用多项高新技术和第六代马扎克数控系统, 这台高精高速的卧式加工中心的推出, 目的是满足大型工件高精加工需求。



图 3 HCN- μ 8800 型大型高速高精度卧式加工中心

日本沙迪克公司展出达到纳米级精度的 AZ150 型高速高精铣床 (图 4), 机床加工精度 20nm, 表面精度 0.6rms; 主轴采用空气轴承, 主轴转速 120000r/min, 轴向移动采用直线电机, 3nm 高精度光栅, 兰光激光测量系统。用于微型零件的超精加工。

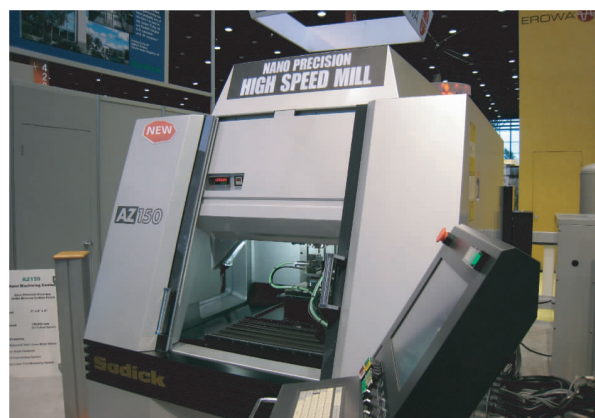


图 4 AZ-150 型纳米级精度高速铣床

日本 YASDA 公司展出的 YMC325 型精密加工中心 (图 5), 采用智能直线电机驱动, 静压导轨, 主轴转速 40000/(60000) r/min, 快速移动 20m/min, 16 把刀。采用 Fanuc31i-A5 控制系统, 最小增量 0.0001mm, 定位精度 0.001mm, HAS-3 纳米插补功能。配 CCD 光电传感相机, 600 倍超微镜头, 最高分辨率 0.6 μ m/像素, 25 万像素。

日本森精机公司收购的 DIXI 公司展出 DHP80 型

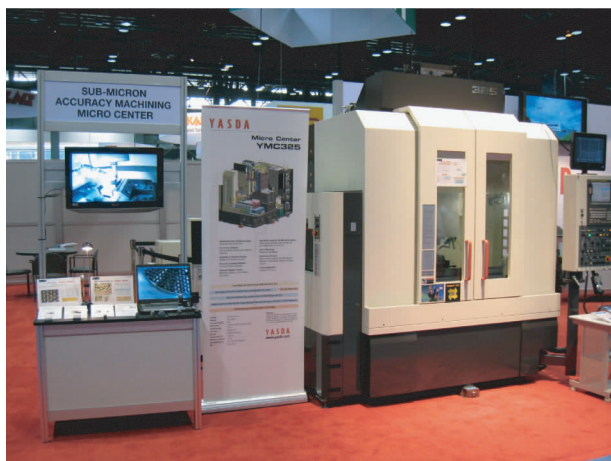


图5 YASDA 公司展出 YMC325 型精密加工中心

5 轴高精度卧式加工中心 (图 6), 机床采用箱中箱和三点稳定结构, 热稳定控制结构, 数控补偿, 主轴震动控制, 主轴零位自动控制到 $1\mu\text{m}$ 。机床定位精度 $0.99\mu\text{m}$, 重复定位精度 $0.9\mu\text{m}$, 主轴转速 12000r/min , 快速移动 40m/min 。

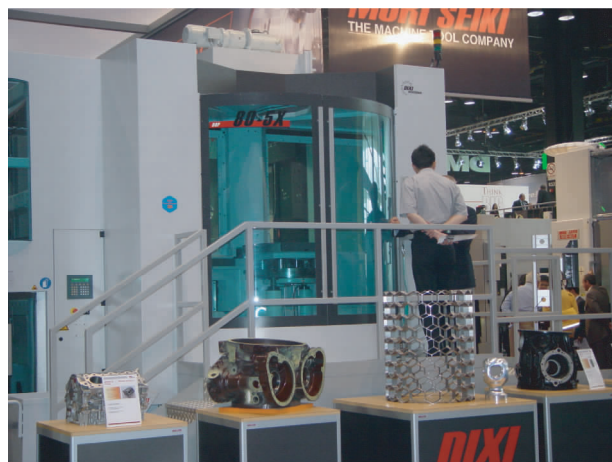


图6 DHP80 型 5 轴高精度卧式加工中心

2. 智能技术使复合加工机床功能进一步完善

马扎克公司的 INTEGREX i-150 型复合加工机床 (图 7), 是一台卧式铣车复合加工机床, 实现一次装卡, 完全加工 (DONE IN ONE), 机床具有该公司 5 项智能化功能 (AVC、ITS、ISS、MVA、IPS)。车主轴转速 5000r/min , 铣轴转速 12000r/min , X 、 Y 、 Z 轴快移速度 40m/s , W 轴 30m/min , B 轴 40r/min , C 轴 555r/min 。同时展出的 VARIAX-IS 630-5X II T 型五轴立式车铣复合加工中心, 集成了五轴立加和车床的全部功能。机床采用第 6 代马扎克数控系统, 具有 4 项智能化功能 (AVC、ITS、



图7 马扎克公司展出的 INTEGREX i-150

TSS、WVA)。铣主轴转速 18000r/min , 车主轴转速 1100r/min 。 X 、 Y 、 Z 三轴进给速度为 $1\sim 52000\text{ mm/min}$, A 、 C 轴进给速度为 $1\sim 25\text{ r/min}$ 。5 轴联动, A 、 C 轴最小分度增量 0.0001° , 分度时间 $1.1\text{s}/90^\circ$, 换刀时间 3.6s 。主轴功率 $30/22\text{kW}$ (30min 连续恒定功率)。

日本森精机公司展出 NT6600/4000CS 型复合加工机床, 具有双主轴双刀架, 9 轴控制; 具有优越的车铣床起动性能和切削性能; 5 轴联动高精度机床。

德国 DMG 公司展出 CTX TC 型全系列卧式铣车复合加工机床 (图 8), 具有流线型外观设计、新型的控制面板、标准化的模块结构, 据介绍: 该机型综合各种技术和加工方法, 具有极高的加工和操作性。可实现 5 轴切削。其主轴结构和刀库设计具有创新性, 车铣采用电主轴, 有 B 轴行程可达 400mm , 刀库可扩展到 120 把刀, 机床具有极高的稳定性和加工性能。

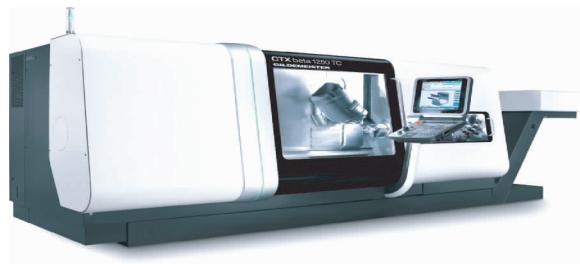


图8 CTX TC 型全系列卧式铣车复合加工机床

3. 机器人与机床组合柔性单元广泛应用

本届展览会采用机器人的柔性单元广泛展出 (图 9), 已经成为一种发展趋势。展会设有 FANUC、ABB、MOTOMAN 等公司机器人集中表演的场地, 引

起观众极大的兴趣。据 FANUC 公司统计数据, 本展会展出带有应用机器人的设备 148 台, 其中采用 FANUC 公司机器人 92 台。



图 9 机器人演示现场

日本森精机公司推出机器人自动化柔性单元, 该单元通过该公司开发的通讯技术 ACT, 使机器人、数控车床和加工中心联结起来, 成为一个完整的柔性单元 (图 10)。据介绍, ACT 具有柔性好、可靠性高、占地面积小、系统简单、生产率高等特点, 具有生产过程自适应功能。ACT 是基于网络, 在机床、机器人等设备之间进行通讯联络的环境标准平台, 用户能够快速实现机床、加工材料和机器人之间的连接。ACT 成为展览会的一个关注点。



图 10 ACT 技术应用示意图

德国 DMG 公司推出应用机器人和托盘组合自动化装置, 能与数控机床灵活地组成柔性单元。日本马扎克公司、牧野公司和瑞士阿奇夏米尔公司同时在展览会上推出由托板高架库、行走搬运小车 (或机器人) 和数控机床组成的柔性单元, 可以扩展成为柔性线和自动化工厂。据厂家介绍该类组合单元具有很大的扩展潜力, 引起参观者的关注。

4. 适应市场需求的特种加工机床和磨床发展加快

展会上, 针对航空航天和医疗设备制造的特种加工机床、磨床展品显著增加, 反映了市场需求的方向。

德国 DMG 公司推出 6 轴三维铣削、精细切割、强力钻孔功能的三大系列激光加工机 (图 11), 可广泛用于特种材料制造的航空零件、医疗器件、手表零件、工具模具的加工。三井精机也展出高速激光钻孔机床 (图 11)。



图 11 DMG 公司激光加工机床

阿奇夏米尔公司展出 CUT 20 型电火花线切割机床 (图 12), 适用切割线直径 0.15~0.3mm, 机床采用 T 形床身, 机床结构紧凑刚性好, 适用重型工件加工。X、Y 轴安装光栅, 装有基于 Windows XP 宜人的人机对话 HMI。机床具有较高的金属去除率, 表面加工粗糙度指标 $R_a 0.6 \sim 0.35 \mu\text{m}$ 。



图 12 CUT 20 型电火花线切割机床

联合磨床公司下属斯图特公司展出车磨复合加工机床，BLOHM 公司展出六轴磨削中心（图 13），用于航空叶片精加工，极大提高效率。这些机型代表了高效磨床的发展方向。



图 13 BLOHM 公司展出六轴磨削中心

5. 数控特种刀具发展具有特色

肯纳、山特维克、伊斯卡、英格索尔、三菱等世界各知名刀具公司都参加本届展览会（图 14），刀具和工具展品琳琅满目。各公司在刀具材料、涂层和结构方面多有发展。据肯纳公司介绍：该公司在刀具涂层上的改进，使刀具使用性能和寿命提高了 30% 以上，开发了汽车发动机加工的成套刀具和航空合成材料加工的特种刀具。公司 KM 系列刀柄标准有望成为国际标准。

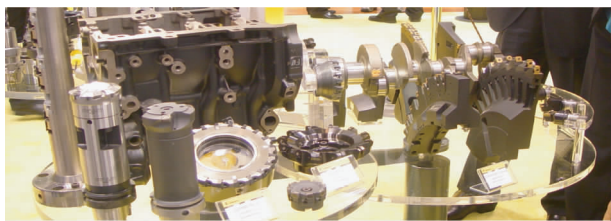


图 14 肯纳公司的刀具展示

四. 航空航天、发电设备、医疗器械、汽车制造成为机床重要的应用方向

1. 航空航天设备制造

作为世界上最大的民用航空制造企业波音公司，展出新型 787 梦幻机型机舱的实体模型，通过实物介绍和显示航空制造的最新技术，使观众能够身临其境直接接触最新制造成果。《Modern Machine Shop》杂志在波音公司展位旁近举办两场大型的铝合

金和钛合金加工技术论坛，有大学教授发布最新的研究成果，吸引了众多专业人士参与研讨，成为展会的一大亮点。展会举办的技术和商务论坛和航空日活动中，发表了大量有关航空航天制造方面的论文，进行针对性的研讨。参展的很多先进高档数控机床是针对航空航天制造市场的，用于航空发动机涡轮盘、叶轮叶片和燃烧室筒体件，飞机机身壁板、框架、起落架等部件（图 15）。

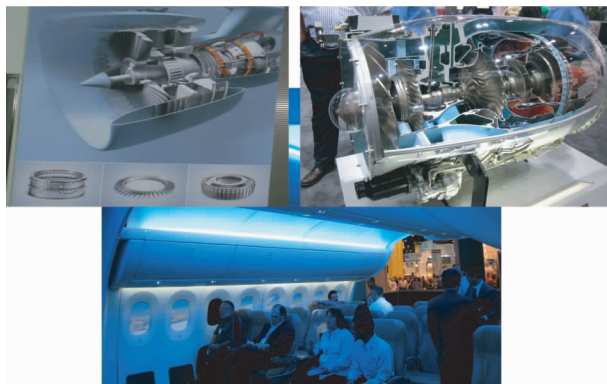


图 15 航空发动机加工示意图

MAG 集团是美国航空航天设备制造机床的主要制造供应商，参展产品以大型为主，主要针对航空航天市场需要的高档数控机床有：FT3500 型重型卧式铣床，V5-1500 型大型五轴联动龙门铣床，HMC1250 重型卧式加工中心等。

沈阳机床集团展出 GMC-1230 型带 A、B 轴的 5 轴加工中心（图 16），可用于航空制造，工作台 3000mm×1250mm，X、Y、Z 行程分别为 3700mm、1900mm、650mm，主轴功率 42kW，主轴转速 14000m/min。



图 16 GMC-1230u 型 A、B 轴 5 轴加工中心

2. 发电设备制造

本届展览会的论坛和能源日活动，围绕能源发展特别是清洁能源的发展，开展了大量的论坛和讨论，发表了不少有关论述。展会上大型机床明显增加，大隈、新日本工机、MAG 等大公司展出龙门镗铣床，落地铣镗床等重型机床 60 多台，是近几届展览会中展出重型机床最多的一届展览会。重型机床其高端产品针对航空航天制造，重型机床通用产品的应用目标主要针对发电设备，特别是风力发电(图 17)，在美国将有快速增长。



图 17 展会展示的风力发电设备

3. 医疗、电子设备制造

在本届展览会上，日本和瑞士的超精密、超精细加工机床给观众留下深刻印象。日本沙迪克公司展出达到纳米级精度的 AZ150 型高速高精铣床，机床加工精度 20nm，表面精度 0.6rms；日本 Yasda 公司展出 YCM325 型微型加工中心，三井精机展出 VLD300 型五轴数控激光微孔加工中心，瑞士阿奇夏米尔、日本沙迪克公司、三菱、牧野公司展出的一批超精密电加工机床等为医疗、电子设备精密制造提供了关键装备。

4. 汽车及模具制造

汽车制造业是机床的最大需求市场之一。汽车工业面临节能和减排的严峻挑战，汽车工业期待新的技术突破。本届展览为汽车制造服务的机床主要



图 18 日本牧野公司的发动机缸体柔性制造单元和模具

有发动机制造关键设备和模具制造先进机床，其中主要品种有：高速卧式加工中心，曲轴加工专用设备等等。

·日本牧野公司展出制造汽车发动机缸体柔性单元和模具

·大连机床集团展出卧式、立式加工中心系列产品



图 19 大连机床集团展出卧式、立式加工中心系列产品

五. 几点体会

1. 展会总体印象

由于石油价格上涨、世界性金融危机等因素影响，美国经济处于下滑之中，但从 2008 年美国国际制造技术展览会 IMT2008 来看，美国制造业仍处于稳定发展之中，制造业是美国经济复苏的希望所在。IMTS2008 展览会在展会组织、硬件设备，通讯、信息、服务、主题日活动等方面有许多创新之处，从展品水平、技术含量等综合评价，IMT2008 保持了世界机床技术发展的风向标和世界四大机床名展地位和风采。

从本届展会展品和技术水平来看，跨国机床公司在展会上显示主导地位，跨国公司引导机床发展的潮流的作用十分明显。日本一批大、中型机床公司强势展出，在展会占据最好的位置；美国机床业参展公司主要有 MAG 集团、哈斯、哈挺、赫科等公司，展览规模仅次于日本；中国大陆、韩国和中国台湾的参展规模和水平处于上升局面，欧洲机床参展也保持平稳态势。

2. 创新是展会的主旋律

创新是本届展览会的主旋律。从展会新产品、新技术展出，到展会论坛、技术交流和学生峰会等活动安排，展会处处洋溢着创新的气息，这是技术

进步、产业升级、社会文明生生不息的源泉。各大公司展位和样本资料宣传的企业理念和宗旨充满了创新的主旨。

各大集团展品更是体现技术创新的成果：如日本马扎克公司在 2007 年欧洲机床展推出 7 项智能化技术，应用 7 项智能化技术成果（ISS、ITS、AVC、IPS、IBA、IMS、MVA），开发了多项新产品如 μ 系列高精度大规格高端数控机床；森精机公司四项关键技术（DCG、DDM、BMT、ORC）应用得心应手，本届展会推出 ACT、主轴零悬挂，带 B 轴的下刀架、磨铣结合工具、新型刀具分度器、平衡适配器等新结构、新技术，提高数控机床的技术水平。我国机床企业一定要通过展会活动，学习到技术创新的真谛，加强企业技术创新，推动技术进步。

3. 中国机床在展会上表现进步明显

中国机床制造业在本次展会上取得不俗业绩，进步明显。中国大陆参展企业数达到 60 多家，展出摊位面积合计约 3000m²，是芝加哥历届展会之首。大连、沈阳、秦川机床、杭州机床集团公司和哈量集团公司都利用境外的合资公司的渠道，在展会联合亮相，打开了渠道，提高了声誉。大连机床集团公司展位面积 1500m²，跻身于展会世界前十二大展商之列。大连机床集团全方位展出大连机床的高、中档机床品种和功能部件，如 MDH 系列高档卧式加工中心，MDV 系列立式加工中心，车削加工中心及各种数控车床、卧式镗床，同时展出下属德国兹莫曼公司的大型五轴龙门铣床，下属美国英格索尔曲轴公司的高档曲轴加工专用机床等。沈阳机床集团的展位面积约 500m²，主要展出重型、高档数控机床，如用于航空制造带 A 、 B 轴的五轴联动立式加工中心和龙门加工中心，镗杠 160mm 落地镗铣加工中心，大型五轴龙门加工中心，大型车铣复合加工机床，数控车床和加工中心等，沈阳机床集团以 GMC1230 μ 型 A 、 B 轴的五轴联动立式加工中心为代表的高端机床在 IMTS 2008 的展览样本和展览日报上频频亮相，标志着中国高端机床进入美国市场的开始，有着重要意义。此外，秦川机床集团的数控磨齿机、杭州机床集团的平面磨床、哈量集团的量



图 20 沈阳机床集团公司展出的大型卧式和立式复合加工机床

仪等中国机床工具产品展出，给观众留下深刻印象。

4. 关注国际机床产业调整和技术发展的趋向

近年来，由于世界经济基本处于上升通道，机床市场需求旺盛，机床制造业忙于技术进步、发展生产，满足市场需要。因此，产业并购似乎处于冷却状态，没有重大调整事件发生。但随着世界经济的起伏变化，肯定会给机床行业带来冲击。目前，发达国家还是十分重视制造业特别是数控机床的发展，美国等西方发达国家不时出笼扶持政策，应引起我们的特别关注。

纵观本届展览会，数控机床还是沿着高速、精密、复合、智能、绿色的技术发展方向前进，技术研发进一步深化，机床结构进一步完善，更加注重提高机床的综合效率。上届芝加哥展览会美国制造技术协会（AMT）提出三大前沿技术——纳米制造、智能技术和无接触测量，从展会看来，纳米制造、智能技术取得一定进展，无接触测量由于精度问题，没有进入机床行业产业化高精度的实用阶段。总体看来，三大前沿技术没有取得实质性重大的突破，有待今后科技人员继续努力。

5. 技术与经济的结合——市场竞争取胜之道

本届展览会上，DMG 公司推出高性能、经济价格的系列数控机床，此举 DMG 公司称为高性能和可接受价格的 DMG 机床行动。

展会上，美国哈斯公司展出的加工中心和数控车床，以醒目的价格，大肆宣扬这种价格竞争策略，其中 VF-1 立式加工中心，报价为 4.6995 万美元。

以上动向应引起中国机床业界人士的关注。我们认为：技术与经济的结合是市场竞争的取胜之道。□

亮点纷呈的第十一届 中国国际机床展 (CIMT2009)

中国机床工具工业协会 《WMEM》杂志编辑部 沈福金

虽然由美国华尔街引发的金融海啸波及全球，中国也不能独善其身，已经并将不可避免地对中国经济的发展带来影响，这对我国那些曾经信恋西方资本主义的人来说，应是一剂很好的清醒剂。中国政府为保持中国经济的平稳发展而及时采取的一系列应对政策和措施，以及社会主义市场经济体制的优越性，会像一道防火墙，大大减弱这场金融危机对我国的影响，现在，虽已使人感到了一丝凉意，但相信中国经济还会保持平稳较快增长。纵观全球形势，中国经济仍然是一枝独秀，这从 CIMT2009 国际机床展的筹备工作可见一斑。

正是在这样的背景下，由中国机床工具工业协会主办的第十一届中国国际机床展览会 (CIMT2009) 将于 2009 年 4 月 6-11 日首次在北京新国际展览中心举办。正在，CIMT2009 展会的筹备工作正在紧张有序地进行中。

由于中国振兴装备制造业的十六个重点领域的振兴计划都已启动，对数控机床，特别是对高档数控机床的需求旺盛，境、内外参展商看好这个商机，报名参展十分踊跃，纷纷要求大面积展出，10 万平米的 8 个新展馆，仍不能完全满足参展商要求。为能给更多的厂商有参展机会，主办方-中国机床工具工业协会按境内、外参展面积各 50% 的比例，正在积极地做协调工作，尽量争取满足各方的参展愿望，但因客观条件所限，也请大家理解和支持。

在广大参展商的大力支持下，CIMT2009 的筹展工作进展顺利，展会的各项配套活动正在有序进行，CIMT2009 展会呈现以下五大亮点，已清晰可见，即：

1、高水平的展品

虽然北京新国际展览中心的展馆面积已扩大到 10 万平米，但是，中国连续多年的世界第一大机床市场和中国振兴装备制造业对数控机床的旺盛需求，强烈吸引了境内外参展商的参展欲望，报名参展十分踊跃，而且，很多要求大面积展出，致使 10 万平米的展馆面积仍不敷需求。紧缺的展馆面积，只能

让国内、外有一定市场影响力的机床工具企业参展，总有一部分企业或因报展晚，或因产品水平所限而最终未能参展，敬请谅解。响应中国机床市场高端化需求，参展商们都把自己最好、最新的产品拿来展出，届时将有一批新产品、新机床登场亮相，而把许多普通机床和一般展品挡在门外。这样，客观上就提高了展品的整体水平，并且，他们展出的机床技术，就是现在的世界水平和发展方向，高水平的展品有目共睹，值得一看。

2、高质量的展商和观众

世界知名机床厂商的前 20 强，将悉数参展。有限的展馆面积，只能满足国、内外一部分的机床工具的知名企业参展，可谓优中选优。尽管中国机床工具工业协会千方百计地进行协调，争取能让更多企业参展，最终还是会有企业无法参展，对此我们深表遗憾。展馆面积不够，客观上也提高了参展商的质量。为提高展出效果，中国机床工具工业协会特地组织了国内众多机床用户团组和部分国际分销商来展会参观展览，洽谈业务，了解市场信息，为展会创造绝佳的市场氛围。高质量的参展商和高质量的用户团组和观众，营造了一个高质量的 CIMT2009 国际机床展览会。

3、高品位的展会

CIMT2009 在北京新国际展览中心举办，现代化的场馆，使展馆面貌焕然一新；高水平的展品、高质量的参展商和高质量的用户团组和观众，共同营造了一届特色鲜明的高品位展会。中国机床工具工业协会正在采取各种措施，努力做好展会现场服务、解决交通不便等问题，决心为广大参展商和机床用户团组及观众奉献一届展出效果好的、充分体现人性化的高品位的、令各方满意的国际机床大展。

4、广泛的国际参与度

CIMT 展览会 是国际四大机床名展之一，

丰富的配套活动为CIMT2009添彩

中国机床工具工业协会 信息传媒部 《WMEM》杂志 编辑部

CIMT 展览会是国际四大著名的机床专业展之一，为办好 CIMT2009，根据我国机床市场对高档数控机床的需求特点，机床协会专门为 CIMT2009 确定了明确的展会主题和口号，主题为“汇聚世界最新技术精华，满足装备制造发展需求”，展会的口号是：“汇集全球机床工具精华，展示最新制造技术成果”，筹展工作正按此积极进行，境内、外参展厂商的展出面积各按 50% 分配。此外，还筹备了如下丰富多彩的配套活动：

1、在展会开幕前 1 天，举办“机械制造前瞻性技术国际论坛”。邀请 8-10 名国内外业界知名专家，在论坛会上作讲演，听众主要为机床用户企业、机床工具制造企业和科研院所的有关领导及科技人员及相关高校师生，规模 200 多人，时间 1 天，并提供免费午餐，欢迎参加。研讨引领机床技术发展的前瞻性技术的国际论坛，首先拉开 CIMT2009 的序幕，为展会营造浓重的技术氛围；

2、举行隆重的开幕式，邀请有关领导、用户代表和境内、外参展商代表剪彩。邀请业界新、老领导、境内外机床协会的领导和数百名境内外媒体记者及各大参展企业和参展团的代表共同参加开幕式，见证这一国际机床业界的盛会隆重开幕。

3、开幕当天（2009 年 4 月 6 日）晚上举办盛大的“开幕庆典晚宴”，邀请境内、外有关机床协会领导、政府官员及各参展商代表 1600 人参加，共叙友情，共庆展会开幕；

4、展会期间，举行“各国机床协会领导人联席会”，交流各国机床生产情况和机床市场需求信息，共商应对全球金融危机的办法；

5、展前召开国内用户联网会议，向用户预先介绍展品信息。展会期间，组织接待多个“机床用户团组”和境外分销商参观展览，了解信息，洽购设备，为参展商提供现实的和潜在的商机；

6、展会期间，召开机床重点用户和机床制造企业参加的“供需互动信息交流会”，为供需双方提供切实的市场信息和制造合作的机会，以利于装备制造业振兴计划的实施以及机床工具产业的发展；

7、展会期间，举办“广泛的技术交流活动”。几十家境内外参展商举办展品介绍、技术交流和馆日活动，更为广大观众了解展品技术和参展商情况搭建平台，为展会营造浓厚的技术交流气氛；

8、展会期间，继续对 2008 年度的 6 项“十佳”（先进会员）企业进行表彰，即分别对“自主创新十佳企业”、“数控产值十佳企业”、“产品销售收入十佳企业”、“产品出口十佳企业”、“综合经济效益十佳企业”和“精心创品牌活动十佳企业”等六类十佳企业进行表彰，鼓励企业提高发展质量。

综上，八项主要的展会配套活动，再加上展期及时报道展会信息的“展览快讯”，CIMT2009 国际机床展的 6 天展期，内容丰富充实，敬请广大参展商、机床用户和观众关注，热忱欢迎大家参与。□

CIMT2009 的参展商中有一半以上是境外厂商，展会的很多配套活动都由境内、外各方人士参加。如，“机械制造前瞻性技术国际论坛”，由境内外参展商、用户代表和大学教授等专家学者讲演，国内用户企业、机床工具制造企业、科研院所等的科技人员和领导以及相关高校师生参加论坛；“各国机床协会领导人联席会”有 20 多个国家的机床协会参加，涵盖世界主要机床工具生产国，互通情况，交流信息；“几十场技术交流以及各国展团和参展商举办的馆日活动”，更有广大现场观众和有关参展商参与。凡此等等，说明，CIMT2009 展会是具有广泛的国际参与度的真正的国际机床大展。

5、鲜明的时代感

参展的展品体现当代世界机床技术的发展水平和发展方向；展品档次符合中国振兴装备制造业的发展需求；研讨的技术是引领机床制造业发展明天需要的技术；也交流与应对金融危机有关的市场信息，等等。走进宽敞明亮的 CIMT2009 展会场馆，走廊和展馆内琳琅满目的参展商各色广告处处都透出时代气息。

这五大亮点把 CIMT2009 展会装扮得与众不同，这必定是一届商机无限，技术含量极高、展出效果极好的现代化的国际机床大展，诚请大家到展会现场亲自体验。□

CIMT2009展品预览 (一)

Preview of exhibits to be shown at CIMT2009

北京工研精机股份有限公司

NANO-TM500 超精密纳米级精度车铣复合加工机床

该机床主轴为采用高精度空气轴承的整体电主轴, 带有 Cs 轴功能, 溜板采用具有纳米级运动分辨率的直线电机对称双驱动结构, 回转工作台空气静压轴承支承和直接驱动结构。机床的运动控制精度高, 可以控制纳米分辨率移动的部件, 实现纳米插补; 加工应用范围广, 车铣复合加工可以实现多种不同类型工件的高精度加工。此外, 该机床在设计中充分考虑到机床加工的工艺性和应用的方便性并具有加工和检测一体化功能。

该机床适用于光学平面、球面及非球面零件的超大型精密加工, 例如光学零件模具、微电机系统 (MEMS) 零件、菲涅尔镜片模具、激光反射镜、太阳能镜子片等。



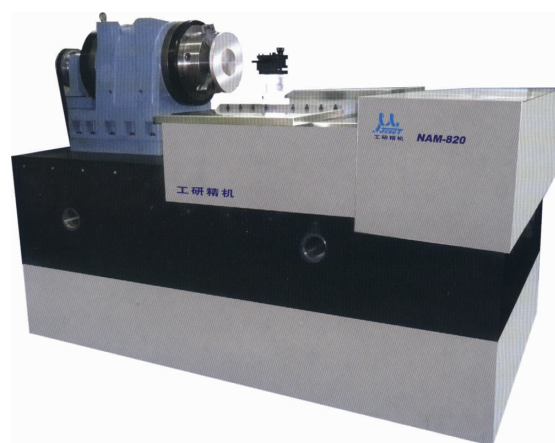
主要技术参数

可加工最大工件直径	500mm
主轴 (Cs) 回转精度	0.05 μ m
X/Z 轴行程	280mm/320mm
X/Z 轴运动直线度	于 0.1 μ m /100mm
X/Z 轴最小移动控制量	1nm
B 轴 (回转工作台) 回转精度	0.05 μ m
回转工作台最小角度控制量	0.00001°
工件表面粗糙度	≤ 5 nm
机床联动控制轴数	4

NAM-820 超大型精密数控车床

该机床采用具有自主知识产权的、获得国家科技进步一等奖的超大型精密气体静压主轴, 具有超市制回转精度; X、Z 轴采用高精度气体静压导轨, 以确保运动的直线性和平稳性; 利用高精度双频激光干涉仪作为位置反馈元件, 保证了高精度运动定位; 高分辨率、高速控制系统和专用 CNC 软件, 实现了超精密加工。

该机床车削外, 还具有铣削功能, 适用于各种平面、球面、非球曲面、多面体等零件的精密加工。例如: 在加工直径 500mm 的圆柱面零件时 (有色金属), 加工圆度精度为 0.3 μ m, 表面粗糙度 $R_a \leq 0.005$, 在加工非球曲面时, 面形精度达到 0.3 μ m (孔径 = 500mm), 表面粗糙度 $R_a 0.01$ 。



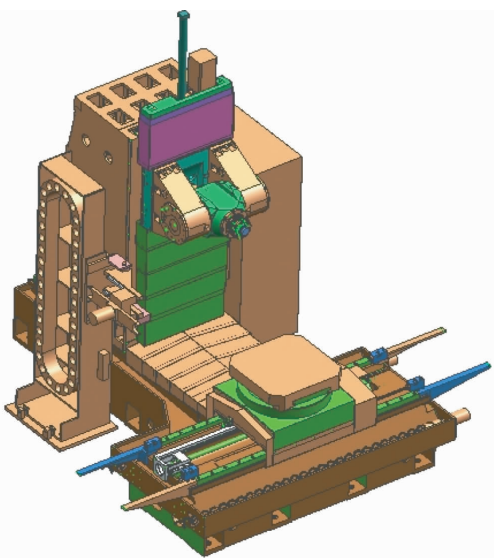
主要技术参数

加工最大工件直径	820 mm
加工最大工件长度	400 mm
最大工件重量	80kg
数控系统分辨率	0.001 μ m
激光位置反馈分辨率	0.01 μ m
主轴径向/轴向跳动	0.05 μ m /0.05 μ m
主轴转速范围	0~1000r/min

 μ 2000/5SS-800H 摆动头五轴加工中心

该机床是在原四轴精密卧式加工中心主机型基础上研制出来的高性能摆动头五轴加工中心, 采用

了卧式分列式对称结构布局。该机床具有多种综合功能的数控设备。机床采用内装式电主轴，双力矩电机控制摆动轴，摆动轴定位采用气动定位盘系统，具有响应速度快，精度保持性好等特点。A 轴为主轴回转轴，B 轴为工件回转轴（工作台回转）。机床具有高速度、高精度、高效率的特点，性能稳定，功能强大，能一次装夹完成镗孔、钻孔、铰孔、攻丝和粗、精铣等复杂型面零件的五轴或五面加工；除加工普通结构钢外，还可加工钛合金、高温合金、不锈钢、铝合金、镁合金等材料，能充分满足用户对加工和控制的需要性。该机床主要用于飞机发动机机盒，核电设备压力容器等复杂零件的五轴、五面加工。



主要技术参数

主轴最高转速	8000 r/min
电机输出功率	22/25kW (30min)
主轴电机输出扭矩为	143/233 (S2) Nm
工作行程 (X/Y/Z)	1400mm×1000mm×900mm
快移速度	X/Y: 48m/min Z: 36m/min
工作台尺寸	800×800 mm
定位精度 (ISO)	0.008mm/全行程
重复定位精度	0.004mm
B 轴：工作台的回转运动	360μ
连续回转，定位精度	8"
摆动轴 (A 轴)	
最大输出扭矩	1200×2 (Nm)
最大夹紧扭矩为	1380×2 (Nm)
摆动范围	-60°~+90°
定位精度	5"
自动换刀速度 (刀-刀)	≤ 6s

武汉重型机床集团有限公司

XHC5735 定梁龙门移动车铣加工中心

本机床是新开发的产品，集车、铣功能于一体，车、铣功能强大，可对各种黑色和有色金属零件进行粗、精车削和铣削及镗、钻、铰、攻丝等加工。配备附件头后，可实现工件依次装夹完成工件内外五面加工，一机多用，从而提高工件的加工质量和加工效率，达到同类产品国际先进水平，是一种高精度、高效率、高可靠性的先进设备。

XHC5735 定梁龙门移动车铣加工中心布局为在移动龙门框架的横梁上配置一个大功率的交流调速滑枕式镗钻头，有三个直线进给坐标和一个回转坐标。龙门在床身上沿 X 向导轨作前后运动；Y 向—镗钻头溜板在横梁上沿导轨作左右运动；滑枕沿 Z 向作上下垂直运动。

X、Y、Z、C 向坐标运动为全闭环控制，位置检测采用海德汉公司的光栅尺和角度编码器。

主要技术参数：

最大车削直径	3500mm
工作台直径	3150mm
工作台最大承重	30t
龙门立柱间距离	4400mm
镗钻头参数：主电机功率	40kW
主轴转速范围	5~4000r/min
主轴最大扭矩	1720Nm
工作行程：龙门行程 X(X1)	10500mm
镗钻头水平移动行程(Y)	5200mm
滑枕垂直移动行程 (Z)	1500mm

C52E 系列双柱立式车床

该双柱立式车床比立车界原有的普通立车结构性能优越，结构合理，精度高，刚性好，效率高，安全可靠，可强力重切削。可用于加工黑色金属、有色金属及部分非金属材料板状、法兰、筒形等零件的平面、内外圆柱面、外圆锥面以及沟槽等粗、精加工。机床整机结构紧凑，配西门子 802 数控系统或华中数控装置。

机床标准配置一个垂直刀架，根据用户要求还可配双刀架；滑枕在刀架体内作垂直运动 (Z 轴)，刀架沿横梁导轨作水平运动 (X 轴)，这两个坐标

的导轨均为静压导轨，采用交流、伺服电机和滚珠丝杠驱动，传动效率高、精度好、使用寿命长。

机床主要技术参数：

最大加工工件直径	5000mm
工作台直径	4500mm
最大加工工件高度	2500mm
最大工件重量	50t
工作台最大扭矩	125kNm
工作台转速范围	0.4~40r/min
刀架最大切削力	40kN

WZ 1600 型数控重型卧车

该系列产品是武汉重型机床集团公司引进、吸收世界先进的卧车技术和先进工艺生产的产品，具有自主知识产权和国际先进水平，广泛应用于能源、交通、冶金及其他重型机器制造业，加工风电主轴、大功率低速柴油机气缸套、十字头销、连杆、轧辊等。

主要技术参数：

过床身最大回转直径	2000mm
过刀架最大回转直径	1600mm
顶尖间距离	5250mm
两顶尖间的承重	18t
主电机功率	60kW
主轴最大扭矩	18000Nm
几何精度 主轴径向跳动	0.005mm
主轴端面跳动	0.005mm
定位精度 Z-轴：	0.025mm
X-轴：	0.012mm
X/Z 轴重复定位精度	0.01mm/ 0.009mm
加工精度 表面粗糙度	Ra0.8μm
圆 度	0.01mm
加工尺寸精度	IT6
加工端面跳动	0.03mm

UGL15CNC 数控不落轮对车床

本机床是专门设计用于加工、修整地铁车轮、有轨电车和城市轻轨车辆轮对的车轮踏面和制动盘。机床独特的设计可是机床在不拆卸车辆任何部件的情况下完成带有内轴箱或外轮箱轮对加工。机床结构先进、性能优越、操作方便。

主要技术参数

车辆轮对参数	
矩	900~1670mm

轮对直径	380~1100mm
轮宽	80~135mm
最大轴负重	18t
车轮加工精度	
二车轮最大直径差	0.10mm
偶和轮对的车轮最大直径差	0.25mm
统一转向架的车轮最大直径差	0.10mm

宁夏大河机床有限公司

2MK2218Z 数控珩磨机

该机床采用主轴换向位置数字反馈与比例伺服换向阀进行组合，实现主轴和往复换向的数字控制；对被加工零件几何精度进行处理，提高被加工零件的几何精度，其中包括：误差值的设定：误差数据输入及设定条件的功能；采样时间：在自动测量过程中进行三截面信号处理及采样控制；三截面位置：设定主轴珩磨头进入零件孔有效长度范围内，取三个测量数据的位置截面进行数据处理的控制技术；最大误差位置确认：处理不同截面的数据差，判断最大误差及位置的过程；误差值的修正，修正误差的自动控制。

机床主轴换向位置的自适应控制，可自动改变控制方式，双进给结构，比例减压阀数字设定进给压力。

主要技术参数

珩孔直径	45~180mm
最大珩孔深度	600mm
主轴往复速度（无级）	2.5~25mm
主轴转速	60~240r/min
往复位置换向精度	≤0.8mm
珩磨加工精度 圆 度	0.0025mm
圆柱度	0.006mm
粗糙度	Ra0.4μm

XK50/3 数控凸轮轴铣床

该机床是新型立式三轴数控凸轮轴铣床，利用自定心专用夹具解决了在仿形铣床及立（卧）加工中心等机床上加工凸轮轴的相关难题，满足了凸轮轴加工的高精度、高效和高柔性要求。该铣床是国内研制的新型机床，填补了中国在这种机床方面的空白，相关技术已获得国家专利。

该机床的特点：在立式机床上实现了长轴类零件端部的铣削加工，具有高精、高效（一次装夹，可加工多个工件）、工件装卸方便等特点。针对工件坯件为锻件，所需加工量大且余量不均匀，适度提高了机床的整体刚性，能有效消除切削过程中产生的振动，保证了加工精度。

主要技术参数

加工凸轮轴长度	300mm~800mm
工作主轴数	3
定位精度	0.005mm
重复定位精度	0.0025mm
加工凸轮轴的对称度	0.06mm
加工的表面粗糙度	Ra1.6 μ m
加工节拍	≤ 70 s/件

2MK2210 $\times$ 12 数控珩磨机

该机床采用直线伺服电机作为珩磨头往复运动的动力，采用了高频伺服直线电机往复运动控制技术，精简了机床结构，提高了珩磨头往复换向精度（执行部件的往复换向点位置精度可控制在 ≤ 0.05 mm），进一步提高了珩磨加工精度。

该机床的设计实现了珩磨主轴往复运动的数字化控制功能，可停止于任何位置，可以根据实际需要，在控制面板上直接输入、设定往复速度。此外，它还具换向行程小及加工过程中的局部短行程修正功能，往复频次可达2次/s。主轴移动速度实现了稳定运动，调速范围V=3mm~30mm。该机床还具有三截面控制功能、零件珩磨尺寸显示功能。

主要技术参数

珩孔直径	30~100mm
最大珩孔深度	200mm
主轴往复速度	3~30mm
主轴转速（无级）	125~500r/min
往复位置换向精度	≤ 0.05 mm
珩磨加工精度	
圆 度	0.0025mm
圆柱度	0.006mm
粗糙度	Ra0.4 μ m

TH6363 $\times$ 2 双交换台卧式加工中心

机床采用倒T形布局，热对称、热补偿设计，以提高机床的刚度和精度稳定性；采用大载荷滚动导轨，提高机床的运行平稳性，具有磨擦系数小、

精度高、运行速度快、承载重量大、耐磨等特点；齿轮传动主轴箱组件，可满足低速大转矩和高速大功率的需求，适用于大余量、高强度切削难加工材料。独特的双交换工作台采用托盘交换装置，可自动抬起、转位、落下和定位。

主要技术参数

工作台尺寸	630mm $\times$ 630mm
分度范围	1 $^{\circ}$ $\times$ 360 $^{\circ}$
回转定位精度	5"
重复定位精度	± 3 "
主轴转速	20~6000r/min
X/Y/Z行程	1000mm/850mm/850mm
快移速度	32m/min
定位精度	0.005mm
重复定位精度	± 0.002 mm

DMG 公司展出最新的激光加工机床

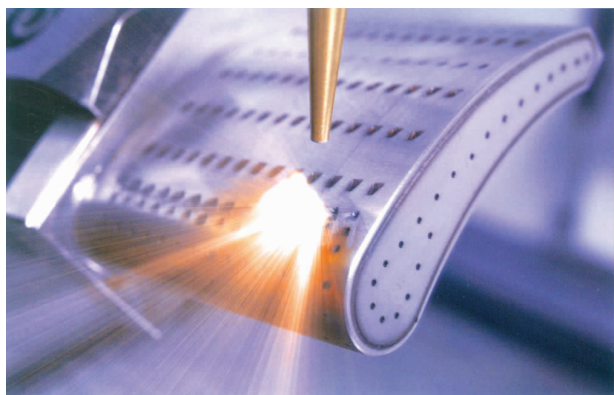
近年来，DMG 公司在激光铣削、激光精密切削和激光钻孔等三个激光加工技术领域取得重大进展，实现了激光加工机床的系列化，并建立了新的标准，开创了用激光加工各种材料的复杂零件的可能性。

LASERTEC 80 型激光打孔机床

LASERTEC 80 型激光打孔机床特别适合涡轮机叶片的五坐标激光钻孔，具有高精度（0.01mm）、高动态特性（X，Y>1.2g）和用户友好的操作软件。整台机床是为燃气涡轮机的叶片、叶轮及其他部件的激光精密打孔而专门设计的，还专门为此开发了激光钻孔的编程系统，编程方便，使用友好。集成于



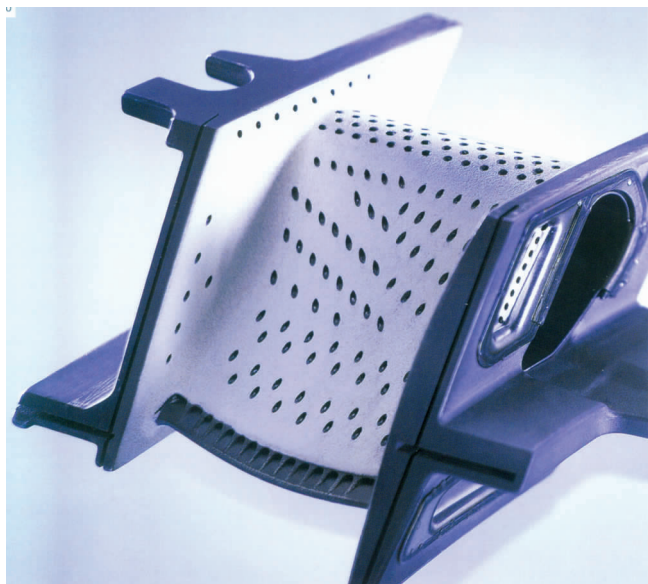
X/Y/Z 行程：800/500/700 mm



正在对涡轮机叶片进行激光打孔

软件内的仿真特性有防碰撞得的安全功能，全自动红外测头使工件准确定位，无需复杂卡具。

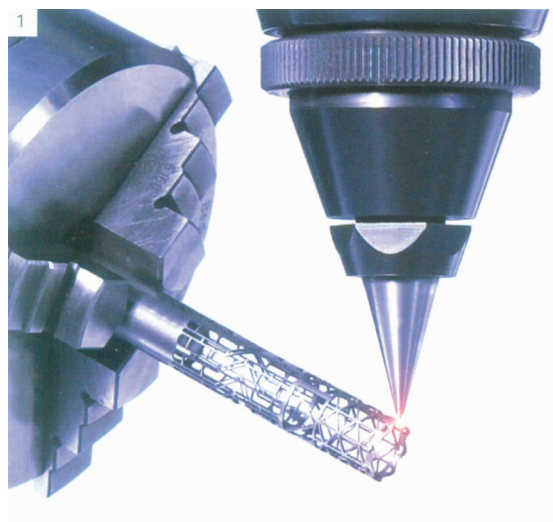
除了激光钻孔外，还可进行激光焊接。加工范



钻了各种成形几何孔的涡轮叶片

围包括涡轮机固定的导向叶轮、运动叶片、涡轮机叶片的覆环、燃烧室以及其他涡轮机部件。配备的钻透传感器，大大降低了高速加工时后壁损坏的危险，有效减少了加工时间。

LASERTEC80 型激光精细切削机床



格栅套管的三维激光加工，还可任选第四、第五轴，非常灵活

LASERTEC 80 型激光精细切削机床（外形同激光打孔机）性能优越，整机设计保证了高精度，三点支撑的结实床身，用直线电机直接驱动的 X/Y 十字工作台，所有坐标都带光栅尺直接测量反馈，高动态力矩电机，激光头沿 Z 轴移动时光束短、光距恒定，等等，这一切就保证了机床的高精度和卓越的加工质量。机床的加速度达 1.2g，加工的缝隙可小到 20 μ m..所以，可进行精细的镂空加工。□

业界动态

国家提高部分商品出口退税税率

经国务院批准，财政部、国家税务总局日前对外宣布.将从 2008 年 11 月 1 日起，适当调高部分劳动密集型和高技术含量、高附加值商品的出口退税率。

根据两部委发出的《关于提高部分商品出口退税率的通知》（财税〔2008〕138 号），此次出口退税率调整涉及内容广泛，共涉及 3486 项商品，大约占海关税则中全部商品总数的 25.8%。主要包括两个

方面的内容：一是适当提高纺织品、服装、玩具等劳动密集型商品出口退税率。二是提高抗艾滋病药物等高技术含量、高附加值商品的出口退税率。

此次调整后.我国的出口退税率将分为 5%、9%、11%、13%、14%和 17%六档。

按照新的出口退税税率，金属加工用硬质合金刀及刀片将由原来的 5%提高到 11%。□

IMTS2008 展会上的磨齿技术与装备

Gear Generating Machine Equipments in IMTS2008

马云

(陕西秦川机床工具集团有限公司技术研究院)

世界上最负盛名的四大机床展之一的美国芝加哥国际制造技术展览会 IMTS2008 于 2008 年 9 月 8-13 日隆重举行。国际上齿轮加工机床主要生产商 Gleason/Pfauter/Hurth 集团、Kapp/Niles 集团、Sigma Σ Pool 集团、Samputensili/Modul 集团、Reishauer 公司、德国 Höfler 公司均以宏大的气势展出了齿轮加工装备。

国内秦川机床展出了从 2007 年已开始销往美国和巴西等地 YK7236B、YK7332A 等具有自主知识产权的磨齿机。下面就展会上的磨齿装备的发展趋势及典型重点产品加以简介。

1 磨齿装备发展趋势

(1) 滚磨工艺急速发展, 硬齿面加工设备需求急增

目前, 国际上汽车变速箱齿轮的主要加工技术分为: 软齿面精加工技术和硬齿面精加工技术两种。其中欧洲汽车变速箱齿轮的加工工艺以硬齿面精加工为主流。传统的硬齿面加工工艺一般为: (1) 滚齿-剃齿-热处理-珩齿工艺; (2) 滚齿-磨齿工艺。

目前国际上具有一定实力的齿轮加工机床制造商纷纷挤入磨齿机制造行列。随着汽车行业对齿轮精度及噪音等要求逐步提高, 汽车变速箱齿轮制造工艺中滚齿-磨齿工艺得到长足的发展, 可以预见, 在未来的 2~5 年内汽车行业将逐步成为齿轮硬齿面加工设备的最大增长市场。

(2) 自动化程度大大提高

高速加工, 缩短了机加工时间, 同时对工件的上下料等辅助加工时间提出要求。只有采用快速高效的自动化上下料方式, 才有可能满足高速加工的要求, 从而整体提升机床的加工效率、保证加工质量。

参展的磨齿机绝大多数配置有自动上下料、工件自动对刀、在线检测等装置, 实现单机自动化, 并可方便地接入自动化生产线, 使机床的性能和实用性得以充分体现。机床的自动化程度大幅度提高。

(3) 新技术、新材料应用广泛

自从 Reishauer 公司和 HöFLER 公司在磨齿机上

分别率先采用了电子齿轮箱和力矩电机直接驱动技术以来, Liebherr 公司、Gleason 公司、Samputensili 公司、秦川发展等均在磨齿机上采用电子齿轮箱、滚动导轨、高速陶瓷轴承、高速电主轴、力矩电机等伺服系统等新技术成果。

Gleason 公司的 GenesisTM 130TWG 磨齿机、Höfler 公司的 RAPID 1250 磨齿机、Samputensili 公司的 S400G 磨齿机, 均采用聚合物树脂材料替代灰口铸铁, 实现铸造床身框架, 提高机床刚性、热稳定性和抗振性。

新技术、新材料广泛应用使机床结构和性能得到大大改善。磨齿装备加工精度、效率将进一步提高。

(4) 功能复合、工序集中化十分普遍

Reishauer 公司的 RZF 磨-珩复合磨齿机可依次进行磨齿、珩齿加工; Gleason-Pfauter 集团的 P60 滚-磨齿复合机床, 先用铣刀加工双头蜗杆, 再用 CBN 砂轮磨削蜗杆, 并具有去除蜗杆端面毛刺的功能。

KAPP 公司的 KX300 磨齿中心及 Samputensili 公司的 S400GT 以及 Liebherr 公司的 LCS380 蜗杆-成形磨齿机可先用 CBN 蜗杆大砂轮进行粗磨, 再用 CBN 小成形砂轮精磨齿轮。

功能复合、工序集中和集成了在线检测功能的智能加工单元整合了目前的生产线设备, 减少了机床的台数和占地面积, 提高了加工质量和效率, 必将成为今后的发展方向之一。

2 磨齿设备主要参展商及其代表产品

2.1 Gleason/Pfauter/Hurth 集团

Gleason/Pfauter/Hurth 集团展出了 Genesis 160TWG 蜗杆砂轮磨齿机和 P600/800G 成形砂轮磨齿机。

(1) Genesis 160TWG 蜗杆砂轮磨齿机

新型的 Genesis160TWG (图 1) 属于格里森集团 Genesis 160 系列。该系列产品同 Genesis 130TWG 一样, 将形成滚齿机、剃齿机和磨齿机产品系列。三种机器采用同一床身, 机床的主要参数相同。

160TWG 为最新产品，其设计理念是在极短的时间内，使用蜗杆砂轮高效环保地完成对直径达 160mm 的直齿及斜齿轮的精密加工。新型 Genesis 160TWG 机床的操作及日常维护便捷。该新产品第一次在大型展会上亮相。



图 1 Genesis 160TWG 蜗杆砂轮磨齿机

Genesis 160TWG 蜗杆砂轮磨齿机采用整体矿物溶铸聚合物床身（大理石），具有良好的振动阻尼特性和热特性；结构紧凑，液压、润滑、气动等装置均集成在床身上，机床占地面积小，含液压、润滑、排屑、冷却和气动装置占地面积为 7m²；集成了自动上下料系统，可实现零件的快速装卸；采用直接驱动主轴，具有良好的可靠性和宽的速度和转速范围；在 SIEMENS 控制系统上集成了格里森集团的磨削技术软件；具有 2 套砂轮修整系统，一是电镀金刚石齿轮修整砂轮，另一个是 CNC 常规修整装置。

电镀金刚石齿轮修整砂轮。在工件主轴上，安装一个金刚石滚轮和一个金刚石齿轮，金刚石滚轮用于修整砂轮的外圆，金刚石齿轮用于修整砂轮的齿形。这种修整方式效率高，适用于大批量生产。但是，由于金刚石齿轮的价格昂贵，使用成本较高。砂轮修整质量和精度不高。

CNC 常规修整装置。展会期间在这台机床上没有看到该装置，在机床上也没有看到可安装该装置得位置。在电脑演示的动画上，有该装置的工作情况演示。

该机床是完全一体化的机床，移动机床就像单个单元一样容易，不需要拆卸。

机床主要技术参数

工件直径	10~160mm
模数	1~3mm
砂轮外径	200~240mm
宽度	125mm
孔径	120mm
最大磨削速度	75m/s

螺旋角	± 45°
重量	9000kg

(2) P600/800G 成形砂轮磨齿机

P600/800G（图 2）与 P400G、P600G 属于一个系列，机床的外形尺寸相同，主要零部件通用。机床主要特点是，将尾架立柱与纵向导轨 90°放置，打开 90°设置的两个防护门，可以方便的接近台面和磨头；采用高精度的电镀 CBN 砂轮，得到高生产效率；采用可修整砂轮，可适应不同材料的磨削；在 Siemens 840 数控系统上集成了 Gleason-Pfauter 会话式编成软件；Windows 平台下输入工件、砂轮和工艺参数，自动生成 NC 加工程序；数控修整器能够对内齿轮、外齿轮的渐开线齿形的进行修整；可配备接触式和非接触式两侧齿面余量均分装置；可以用可修整的砂轮来磨花键轴；可磨制人字齿轮，包括有交点的人字齿轮；具有在机检测装置；可提供内齿轮磨头附件；可在整体坯料上直接开齿磨削。



图 2 P600/800 成形砂轮磨齿机

机床主要技术参数

型号	P600G	P800G
工件直径/mm	600 (800)	800
最大磨削深度/mm	35 (45)	80 (100)
砂轮主轴转速/(r/min)	600~6000	1200~6300
砂轮尺寸(直径×宽度)/mm	350×50/70 400×80/100"	
砂轮轴与工件轴中心距/mm	0/540	100/700
工作台最大载荷/kg	10000	

2.2 Kapp/Niles 集团

该集团展出了 KX500 FLEX 磨齿中心（图 3）和 ZE400 成形砂轮磨齿机（图 4）。

(1) KX500 FLEX 磨齿中心

KX500 FLEX 磨齿中心是在 KX1、KX150、KX300 系列磨齿中心产品平台的基础上研制而成的经济性、柔性极佳的新产品。特别适用于模数为 0.5~10mm，最大齿宽为 520mm，最大顶圆直径达

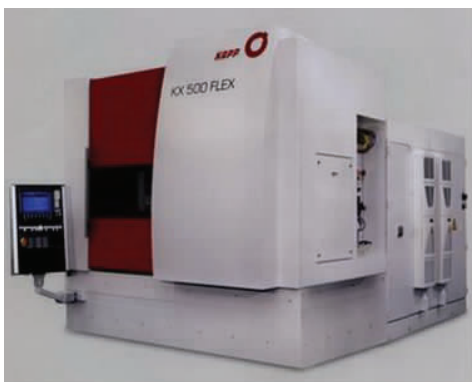


图3 KX500 flex 磨齿中心

500mm 的单品种、小批量生产及有特殊修形要求的高精度齿轮的精加工。

该机床设计理念是将机床的尾架设计成多工位结构,可集成在由力矩电机直接驱动的机床工作台上。借助于圆形工作台的旋转,集成在修整工位上的修整机构可快速进入砂轮修整位置。数控柔性修整机构既能修整常规的蜗杆砂轮,又能修整成形砂轮。修整机构可组合成单轴或者两轴修整机构,根据机床采用的磨齿工艺的不同而采用不同的修整工艺,例如用一个带圆角的金刚滚轮可以对蜗杆砂轮进行拓扑修整。多工位式集成尾架(工作台)由力矩电机直接驱动,机床既可以手动上下料,也可以自动上下料。自动上下料系统包括一个标准的组合式托盘输送机构和龙门式上下料机构,或者一套机器人系统。在手动上下料时,集成尾架的上下料工位旋转到操作者位置。采用自动上下料系统时,集成尾架的上下料工位向侧面 90°位移即可。

机床主要技术参数

工件最大直径/mm	500
最大模数/mm	0.5~10mm
最大齿宽/mm	520
螺旋角/°	±450

(2) ZE400 成形砂轮磨齿机

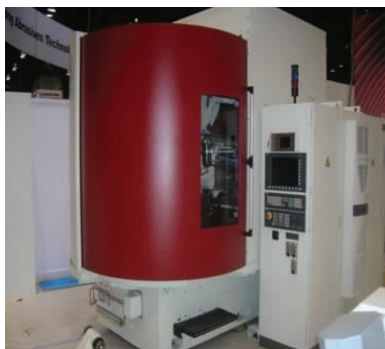


图4 ZE400 成形砂轮磨齿机

Niles 公司的 ZE 系列成形砂轮磨齿机是一种经济型磨齿机,机床的性价比高。ZE400 是该系列中最小的一种规格。机床为立式布局。此次展出的机床安装了磨削内齿轮的磨头,并带有在机测量系统。内齿磨头与测量头 90°安装。

该机床将尾架立柱与纵向导轨 90°放置,打开圆弧防护门,可以方便的接近台面和磨头;采用高精度的电镀 CBN 砂轮,得到高生产效率;采用可修整砂轮,可适应不同材料的磨削;在 Siemens 840 数控系统上集成了 Niles 会话式编程软件;采用机床坐标来修整砂轮,机床结构更为简化。

机床主要技术参数

最大加工直径/mm	400
磨头主轴中心与	
工件回转中心距离/mm	100~400
最大磨削齿深/mm	35
最大磨削模数/mm	15
工作台载重/kg	450
工作台直径/mm	400
最大磨轮直径/mm	300
主轴电机功率/kW	13.5
占地面积(长×宽×高)/mm	4000×4500×3000
机床净重约/kg	9000

2.3 Sigma Σ Pool 集团

该集团旗下的利勃海尔公司展出的机床有 LCS380 磨齿机(图5)。

该系列机床能充分发挥蜗杆砂轮展成磨齿和成形砂轮成形磨齿以及 CBN 砂轮、刚玉砂轮各自的优势。既可使用 CBN 砂轮(蜗杆及成形),也可使用刚玉砂轮;既可粗磨齿,又可精磨齿加工;既可提高金属去除率,又可保证磨齿精度。



图5 LCS380 磨齿机

该机床床身采用公司成熟的滚齿机平台的模块化结构,经过有限元优化分析,大大提高了机床的刚性、提高了热稳定性及抗振性。机床主立柱径

向移动式立式布局，工作台不移动（图 6），这种布局的优点是工作台刚性好，容易实现工件的自动装卸，LCS380 有一个自动工件装卸料系统围绕副立柱旋转（C3），可实现单机全自动加工或纳入自动生产线。该机床对硬齿面齿轮提供了多种经济的磨齿方案，可先用蜗杆砂轮粗磨齿，再用成形砂轮精磨齿，也可单用两个蜗杆砂轮（粗、精磨）完成粗、精磨齿，还可用一种组合磨齿法，用 CBN 成形砂轮磨小齿轮，用刚玉蜗杆砂轮磨较大的齿轮，对小模数齿轮可直接进行开槽磨齿，磨削效率高，加工时间短。机床配置有磨内齿轮的磨头附件，用 CBN 成形砂轮磨内齿轮，砂轮最高转速 20000r/min；从磨外齿到磨内齿的转换时间在 30min 之内。机床的万能型大大提高。

该机床的万能型 3 轴 CNC 砂轮修整器既可以修整成形砂轮，又可以修整蜗杆砂轮。在对蜗杆砂轮齿形进行修整的同时可完成对砂轮外圆的修整。修整效率高，同时又延长砂轮寿命。如磨削中等大小的汽车变速齿轮，每修整一次砂轮约可磨 100 件，砂轮直径从新砂轮 195mm 修整到约 160mm，总产量可达 10000 件。

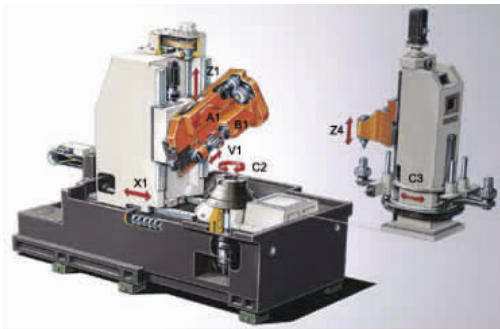


图 6 机床结构及各数控轴关系

机床主要技术参数

工件直径/mm	380
模数/mm	7/8
轴向行程/mm	600
移位/mm	300
齿轮滚刀速度/(r/min)	12000
刀具直径/mm	240
刀具长度/mm	230

2.4 莱斯豪尔公司数控蜗杆砂轮磨齿机 RZ303C

莱斯豪尔公司展出的数控蜗杆砂轮磨齿机 RZ303C（图 7）配置有机床与工件相匹配的内置式自动上下料系统，特别适用于齿轮产品的高效大批量生产。



图 7 RZ303C 蜗杆砂轮磨齿机

可自由地从三个侧面接近机床，并且具备优秀的人机工程学结构以确保机床能够快速、便捷地调整。在为新型机床量身定做的工作区域，内置有自动上下料系统，因采用 NC 双爪旋转机械手系统，大大缩短了工件的装卸时间。

在自动上料系统中内置一套冷却、清洗离心装置（可选），以保证工件在全封闭的工作区域内被磨削后对其进行离心式干燥清洗，在机床自动上下料及工件传送单元的外部，用油对零件进行完整地清洗，以便工件存放。

RZ303C 数控蜗杆砂轮磨齿机几乎拥有先前所有磨齿机的优越性，即高工艺结构性及现代化数控技术，高精度及高质量稳定性。

RZ303 机床技术参数

工件直径/mm	300
模数/mm	0.8~5.5
齿数	6~600
齿倾角/(°)	±45
工件重量/kg	12

2.5 Höfler 公司

Höfler 公司展出了其 Rapid 系列中的 RAPID1250 成形砂轮磨齿机（图 8）。Rapid 型系列磨齿机大量应用新材料和新结构。与 2000 年产的机床相比，第 2 代机床加大了加工范围，工件台采用力矩电机直接驱动及床身立柱用矿物质铸件。内齿磨头砂轮可修正。新软件的应用增加了机床功能。采用了先进的真空式纸带过滤系统。

RAPID 系列机床采用模块化设计，将立柱固定装在地基上不移动，简单合理。磨削冲程热量和可能发生的震动都直接传到地基上。相比之下工件台总重量比实体的大立柱轻一些，由工作台带着工件朝砂轮移动。这种设计符合逻辑，轻的部件容易和准确移动，并且对齿向修形确保高精度很有利。立

柱床身和带工作台滑轨的工件台床身是分体装在地基上。机床分体结构的优点是可隔热和不互相影响。

床身铸件采用矿物质铸件。矿物质铸件对磨齿机性能来讲,减震性能和热稳定性上比灰铸铁材料有明显的优势。矿物质铸件机床安装调试合格后,其精度水平保持永久不变。Höfler 公司采用矿物质铸件材料已有多年,事实证明矿物质结构的机床性能卓越。

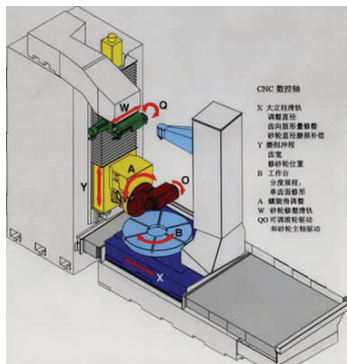


图 8 RAPID1250 磨齿机结构示意图

RAPID 系列如同所有 Höfler 公司机床,工作台驱动,率先采用力矩电机(图 9)。力矩电机扭矩大,工作台内可装直接测量高精度光学编码器,停转反应快,工作台角度误差小。与传统的蜗轮副相比,力矩电机运行既无磨损也没有反向间隙,力矩电机在机械上无法损坏。力矩电机另外优势是不会有齿面留蜗轮副频率波纹,这对齿轮精度和噪声要求高的传动装置很重要。力矩电机能平稳运行,有完美的圆光栅直接装在工件台内,齿轮磨削后可测量精度。不会因蜗轮副被磨损受影响。



图 9 工作台直接驱动的力矩电机

内齿磨与外齿磨用同样的金刚滚轮修砂轮可满足所有修形。内磨头象鼻设计结构刚性强、驱动电机功率大、内齿加工效率高和内齿磨削精度好。内

齿磨头按内齿参数有不同规格,以满足内齿的加工需求。

高效烧结刚玉砂轮和强有力的主轴电机能磨削没开槽的齿坯。

RAPID1250 机床主要技术参数

工件直径/mm	50~1250 (1500)
砂轮轴至工作台面间距/mm	160~893
齿宽 ($\beta=0^\circ$) /mm	980
齿高/mm	41 (60, 80)
模数/mm	1~25 (34)
压力角/°	任意
螺旋角/°	± 90
砂轮可调角度/°	180
砂轮直径×宽度/mm	180~400×60 (90)
砂轮最大转速/(r/min)	4000
滚轮直径/mm	160 (200, 240)
工作台承重/kg	6000

2.6 Samputensili/Modul 集团

Samputensili/Modul 集团展出的万能型高效数控磨齿机 S400G (图 10), 功能齐全, 既可以用蜗杆砂轮进行展成磨削, 也可以用片状成形砂轮进行成形磨削, 既可使用普通刚玉砂轮, 也可使用各种 CBN 砂轮(可修整 CBN、不需修整 CBN 及电镀 CBN)。该系列磨齿机尤其适用于大批量齿轮的高效磨削加工, 它集成了数控、全自动等多项技术优势, 实现了高效、高智能、高刚性一体化, 能够从事各种齿轮磨削循环加工, 可全面满足 5 级及以上齿轮的大批量生产需求, 是 SU 公司集意大利与德国分公司的研发、制造部门积极合作的成果。



图 10 S400G 连续展成/成形磨齿机

该机床床身为合理布筋的焊接床身, 填充了聚合物混凝土, 对高速磨齿时产生的振动有良好的阻尼作用, 具有很高的运动刚度和运动精度。机床使

用电镀蜗杆砂轮和电镀成形砂轮（也可选用普通砂轮）进行展成和成形磨削；成形磨齿时除了常规的磨削方式外，还可实现深切缓进给磨削。可用电镀 CBN 砂轮磨削叠置的多个斜齿轮。砂轮主轴的最高转速 18000 r/min（可选 25000 r/min），采用了陶瓷球轴承并且带有冷却装置，X 轴（砂轮轴向进给）和 Z 轴（主轴轴向运动）都采用了直线电机驱动；C 轴（主轴旋转、分度）采用了转矩电机直接驱动，带有冷却装置，配置了高精度的角度编码器。该机床还为用户提供机载一体化的外齿测量装置和内齿测量装置，包括自动检测单元程序。

400G 机床的主要参数

工件直径/mm	400
模数/mm	0.7~8
螺旋角/(°)	±45
最大工件长度/mm	450
砂轮主轴转速/r/min	0~20000
砂轮直径/mm	140~220
工件主轴转速 r/min	0~800
CNC 系统	siemens840D

2.7 秦川发展公司

秦川发展公司展出的 YK7236B 数控蜗杆砂轮磨齿机（图 11），其结构形式、主要规格参数与瑞士 Reishaure 公司的 RZ362A 相类似，主要针对汽车变速器行业量大面广的齿轮加工行业。



图 11 YK7236B 数控蜗杆砂轮磨齿机

YK7236B 数控蜗杆砂轮磨齿机采用全数字化的 Num Power 1050 系统和 Num HP 伺服驱动系统，系统间的通讯采用高速数字总线完成。整个系统具有很高的频响特性和抗干扰能力。砂轮旋转轴、工件旋转轴以及工件轴向移动轴采用 HEIDENHAIN 的编码器和光栅尺，提高了测量精度。配置软件电子齿轮箱（EGB）数控系统的电子齿轮箱功能可以实现砂

轮旋转轴、工件旋转轴、工件轴向进给轴、工件切向进给轴之间参数联接，满足齿轮加工的分齿传动及差动的要求，完成直齿圆柱齿轮、斜齿圆柱齿轮的磨削加工。连续位移磨削象连续砂轮修整一样，在磨削过程中，砂轮与齿轮的接触迹不断更新，始终使用的是新修过的表面，从而提高磨削效率。

砂轮在机平衡系统由安装在砂轮端部的平衡头、安装在砂轮架上的振动传感器及控制柜内的控制器组成。砂轮在整个使用过程中能够得到精确的平衡，可有效地提高工件的磨削质量和主轴寿命。在平衡头内还安装了声纳信号传感器，可在机动态检测砂轮与工件、砂轮与金刚石滚轮的接触状况，实现工件两侧齿面磨削余量的动态均匀分布，消除误操作所产生的碰撞。

根据蜗杆砂轮磨齿机的工作特点开发的专用人机界面，可以引导操作者快速编程和调整机床。根据界面中的提示，操作者只要输入相应的参数，便可对齿轮的齿向进行鼓形修形和锥形修形，两种修形的组合，便可得到多种齿向修形曲线。

2.8 三菱重工

三菱重工展出了 ZE 系列磨齿机（图 12）。



图 12 ZE15A 磨齿机

机床主要技术参数

型号	ZE15A	ZE24A
最大加工直径/mm	150	240
最大加工模数/mm	4	6
砂轮直径×长度/mm	外径 125	300 × (内径 150)
螺旋角/(°)	±45	
砂轮最大转速/(r/min)	4500	
工作台直径/mm	150	200
工作台最大转速/(r/min)	1500	600 □

核电和风电装备需求初探

中国机床工具工业协会 信息传媒部 符祚钢

能源是国民经济发展的重要基础，是人类生产和生活必需的基本物质保障。我国是一个能源生产大国，也是一个能源消费大国。随着国民经济的快速发展和人民生活水平的提高，对能源的需求越来越高。“十五”以来，我国电力工业得到飞快发展。截止 2007 年底，中国装机容量累计约达到 6.8 亿 kW，发电量约 3 万亿 kWh。电力装机容量排名世界第二，但还是不能完全满足发展国民经济和提高人民生活水平对能源需求，人均装机容量仅约 0.45kW。

长期以来，我国电力供应主要依赖火力发电。“十五”期间，我国提出了调整能源结构战略，积极推进核电、风电等清洁能源多元化能源供应，改变过渡依赖煤炭能源的局面。根据我国“十一五”期间电力工业“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”的发展方针，规划到 2010 年在运行的核电装机容量超过 1200 万 kW，到 2020 年在运行装机容量 4000 万 kW；2015 年风电装机容量 1500 万 kW，2020 年装机容量要达到 4000~6000 万 kW。

1 我国核电和风电的现状和需求

1.1 核电

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 870 万 kW，在国家电能源中的比重很小。目前，我国正处于电力需求高速增长期，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。核电发展基本思路是以市场需求为导向，以安全供应为基础，以经济效益为中心，加快建设，滚动发展；自主开发与技术引进相结合，以成熟的压水堆起步，发展国际先进堆型；加强管理，降低成本，增强竞争力，实现技术与经济的有机结合。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华东、西南、东北三地，形成三国争雄之势。这三个地区不仅是我国核电装备制造基地，也是火电和水电装备的制造基地。上海电气核电设备有限公司投巨资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。东北地区则以哈电为核心，辅以一重的大型铸锻件的优势，形成核电装备生产能力。西南的东方集团也具有一定生产核电装备的能力。

按照《核电中长期发展规划》确定的我国核电发展目标，到 2010 年在运行核电装机容量 1200 万千瓦，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。我国今后每年至少要新开工建设 2 个百万千瓦级核电机组，总共需要投资数千亿元。经验数据表明，核电装备投资占到核电站总投资的 55% 左右，装备投资中约 40% 用于购买各种机床设备。

1.2 风电

自 2005 年我国通过《可再生能源法》后，国内风电发展很快。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，到 2008 年我国风电装机容量将在世界上排名第 2 位。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金风科技、维德风电、大连重工、四川东汽等，变速箱（升速箱）的主要生产厂则有南高齿。但是，我国风电设备制造生产正处在初级阶段，成套能力严重不足，无法满足国内对风电设备迅速发展的需要，国产风机设备的市场占有率很低，大部分依靠进口。

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。但目前利用率低,风力发电前景广阔。由于风电技术的发展,风电成本不断降低以及减少环境污染的成本,使风电站的单位发电量(kW)造价与火电和水电相比已相差不大。《可再生能源法》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。到2015年风电装机容量将达到1500万kW,2020年装机容量规划将达到4000~6000万kW。很多省、自治区都做了大规模发展风力发电的规划。

2 核电和风电装备特点及需求

2.1 核电装备特点及需求

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。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。人们通常将一回路称为核岛部分,将二回路为常规岛部分。

(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组成部分。完成这些设备的主要部件的制造可分为以下几种类型,需要不同机床设备进行加工。

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,基本上属于两端带有封头的圆桶型部件,但直径和高度有所不同。压力容器和蒸汽发生器的直径取决于核电站发电机组的大小。目前,主要生产百万千瓦级核电设备,压力容器的直径在5m~8m或更大,长度约20m,分为4~5节,焊接而成,材料为特种钢。毛坯为圆柱型锻件,需要万吨压力机锻压成型。后续切削加工需要超重型数控立式车床、超重型数控卧式车床、大镗杆多轴联动数控镗铣床、数控龙门镗铣床、五轴联动车铣中

心等。这些设备规格大,对于加工精度、主轴转速和快速移动等参数并没有特别要求,但是由于这些工件的价格昂贵,而且没有备件,要求成品率必须100%,因此对机床的可靠性和稳定性有很高的要求。

主泵设备。一座核电站需要10多种200多台各种类型的泵。这些泵都属于离心泵系列。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,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。主要是因为主泵要求连续运行至少30年不准出现任何问题。主泵直径约2m,高5m~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,沈鼓正在与美国西屋公司进行联合研制,总体新设计还没有完成。除了1级主泵外,还有多种2级、3级泵,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,只有发生故障时使用,要求在6s内启动,起到降温的作用。这些泵的加工基本上包括了车、铣、镗、钻、攻丝等工序。

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。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。

(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)蒸汽轮机相同,不同之处在于同等发电容量的蒸汽轮机组,核电蒸汽轮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。主要加工零件有叶片、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)4~5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、数控龙门镗铣床、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 3.5m~5.0m、长 15m~20m 的重型卧车;加工涡轮叶片需要五轴联动加工中心;加工中压缸、高压缸需要龙门宽 7.5m~8m,长 22m 的数控龙门镗铣床和重型数控立式车床以及镗杆直径 200m~260mm 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,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 4~5 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主要依靠进口。

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。主要加工件有定子、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。

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。主要辅助装备包括核反应堆控制设备、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。

2.2 风电装备特点和需求

风力发电站装备主要包括以下几部分:变速箱(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,而且技术上要求很高,风力发电机组要求可靠、寿命周期长,因此零部件的精度、功能要求高。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。目前,我国正在开发无齿轮箱风力发电机组。如哈尔滨发电设备集团的发电设备工程研究中心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) 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,直径在约 2m~3m,大部分为分体结构。加工需要镗杆直径约 160mm~250 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。

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齿轮进行成批生产。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,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、切削速度高。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。目前,国内制造风电用变速箱的企业主要有南高齿。该厂生产任务非常忙,长期 3 班倒,还是不能完全满足市场需求,因此要求加工设备稳定、可靠。目前该厂使用的齿轮加工机床基本上是进口设备。

(2) 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,与火电使用的万千瓦级发电机相比,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

现代企业亟待防范融资风险

江苏金融管理干部学院 车桂芳

编者按：现在，由美国引发的金融风爆正席卷全球，中国也难以独善其身，经济发展减速的凉意，已使股市陷入低迷。中国政府正在采取一系列应对政策和措施，确保中国经济平稳较快发展，尽量减少金融危机对我国实体经济的影响，这也是行业企业共同的期盼。本刊选登这篇文章，希望能对企业多了解一些金融方面的知识有所帮助。

资本是企业的血脉，是企业经营活动的重要内容，是经济活动得以进行的持续推动力。所以从企业融资的角度看待我们的企业所面临的融资风险是我们急需补上的重要一课。

一、影响融资风险的主要因素

电机组的企业，一般都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。

(3) 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。

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，如 CCMT2008 展览会上，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，就是用于加工制造风电大型齿轮的设备。

从总体上来说，企业所面临的两种主要融资风险有：

第一、支付风险

产生支付风险的直接原因是企业支付能力的不足。影响企业支付能力的因素有支付需求和支付供应，只有在支付需求与支付供应达到平衡时才能使这个企业的融资成本降到最小，从而融资风险也降至最小。

支付需求是指债权人所需资金的多少。一般来说，企业的负债越高，对本金支付的需求越高：在负债额既定的情况下，负债利息与负债利率成正比。

(4) 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 $\varphi 3\text{m}\sim 5\text{m}$ ，高约 80 m，内部设有升降机构。制造的设备主要需要大型卷板机和焊接设备，大型切割设备等。

3 小结

我国核电和风电装备制造业起步较晚，属于新兴制造业，原有基础较差。但是，近几年发展很快，进入快速增长期，成为电力工业新的增长点，在电力行业中所占比重逐渐增加。国家重视核电和风电的发展，主要是在能源短缺和环境恶化双重压力下，进行能源结构调整和能源政策战略转移的结果。

核电和风电是属于新兴产业，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和风电的这种需要，作为重点服务对象。

核电和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。但是，与核电工业和风电工业的要求相比，国产机床的可靠性和稳定性还有一定差距。虽然用户对可靠性和稳定性没有提出定量指标，但机床制造企业必须对这个问题予以足够的重视。□

债权人所要求的报酬率的高低取决于借款企业的经营风险。支付供应是指企业对债权人还本付息所需资金的来源。一般的资金来源于经营投资的收回投资。投资是否能及时收回是决定支付供应能否得到保证的保障条件。投资能否收回又取决于生产经营风险,即生产经营风险越小预期销售收入的实现程度越高,支付供应越稳定。支付需求与支付供应这二者都与生产经营风险相关,从而与负债率相关。

第二、财务杠杆风险

企业的负债成本是一项固定财务费用在税前列支的。企业资产收益率高于负债利率时,负债融资会给企业带来额外的负债净收益,增加股东每股收益;而企业资产收益率低于负债利率时,负债就会给企业带来负债净损失,减少股东每股收益。这种由于负债融资而给股东收益带来的不利影响的可能性就是财务杠杆影响。

负债利息取决于负债率与负债利率。而负债利率的高低又取决于企业的经营管理水平和负债率的高低。因此决定负债利息的因素是企业的负债率和经营管理水平。而经营管理水平只影响负债利息的总体水平,负债率是影响负债利息的主要变量。营业利润的稳定性体现了企业生产经营风险大小。同理,生产经营风险又取决于经营管理水平,影响企业生产经营风险的因素除了市场销售价格、需求水平、生产成本等因素之外,还有一个因素是固定成本。当产品的销售量发生变动时,营业利润会以更大的幅度发生变动。即固定成本高,企业的经营风险就大。所以资本密集型企业的生产经营风险高。

负债利息和营业利润对于财务杠杆的影响都表现在企业的经营管理水平和负债率,经营管理水平只是影响财务杠杆的总体水平,而负债率才是影响财务杠杆的重要因素。一般,财务杠杆与财务风险具有如下关系:财务风险是企业为取得财务杠杆利益而利用负债资金时,增加了破产机会或普通股利润大幅度变动的机会所带来的风险。也就是说,由于财务杠杆的作用,当税前利润下降时,净利润会下降得更快,从而给企业带来财务风险。

综合分析得出:构成企业融资风险的两个组成部分——支付风险和财务杠杆风险都是负债率的函数,所以企业融资风险是负债率的函数,它们是正相关的。那么我们每个企业都要根据具体情况确定最优的负债率,使融资风险达到最小。

二、影响企业融资风险的因素

企业处于市场之中,必将受到各方面的压力,所以企业的融资也受到相应的风险,主要是法律风险、政策风险、收购风险、利率风险和外汇风险等。

第一、法律风险

融资的法律风险是指企业在融资过程中可能在触犯法律的情况下而受到法律的制裁。

第二、政策风险

融资的政策风险是指由于政策的变化给企业融资造成的不利影响。税收政策、利率政策、产业政策、环保政策等等多对融资成本造成一定的影响。如国家对利率的几次上调,使得融资成本增加,加大了融资的风险,使得一些中小型企业,特别是民营企业处于融资难度加大的境地之中。政策的变化对于融资风险的影响是滞后的,但是它的影响也是不可忽视的。

第三、收购风险

如果采取股票融资,特别是采取公开发行股票筹资,企业面临被收购的风险。在企业外部采取"用脚投票",而在二级市场上大量卖出某企业的股票,会使上市企业的股票价格急剧的下跌,从而使这一企业的市值缩小,影响企业的形象,甚至于是企业面临退市或被恶意收购的危险。

第四、利率风险

利率的调高会增加融资的成本。当企业以贷款方式筹集资金时,利率风险是比较突出的。如果采取债券的方式融资,债券利率的高低直接关系到企业的发债成本。同样,市场利率的变化对企业的股票发行价格和买卖价格有影响。如果市场利率下降,就会促使更多的人将银行存款取出而投向股票市场,使股票市场价格上升,相反,如果市场利率上升,就会使人们处于持币待购,使股票市场低迷,打压股票市场,使股价下跌,从而影响企业的融资成功率。

第五、外汇风险

外汇风险是汇率变化对筹集外汇资金的企业的不利影响。外币利率的升高,会加大企业偿还借款

的压力,使企业不得不对按原来利率所设定的偿还期限偿还金额进行调整,加大了企业的经营风险。

三、融资风险的防范和化解

第一、适度负债经营

归根结底来说,影响融资风险的主要因素是负债率。如果企业内部的留存收益足以满足企业融资需求,那么利用留存收益是企业的最好防范风险的手段和方法。但是一般来说,企业的内部融资是满足不了企业迅速发展的需要的,那么企业就得利用外部融资手段来解决资金短缺问题。利用发行股票的方式比利用发行企业债券的方式的风险要小得多。发行股票能够满足融资需求,同时没有支付风险,但是却面临着企业生产经营水平的风险,如果没有达到股东的预期,他们就会在二级市场上“用脚投票”而使企业面临着市值急剧降低甚至于遭到灭顶之灾的风险。利用发行企业债券来为企业的生产规模扩张募集资金,使企业利用了财务杠杆的作用。但是企业必须面临支付风险和经营风险。这就要求企业在评级中占有一定的地位,是社会认可企业。如果企业的负债利率高于资产的利润率,企业必然不能正常支付利息,从而到期也难以还本。因此在资产利润率下降时,要降低负债比重,减少财务杠杆系数;资产利润率上升时,可调高负债比重,提高财务杠杆系数,从而提高资本利润率。

第二、搞好生产经营,培育企业形象和信用。

一个企业的生存和发展已经不是靠上级的庇护能够支持下去的事情了,只有企业能够生产出合格的产品,能够提供让顾客满意的服务,这个企业才能立足于激烈的市场竞争环境之中。所以我们国家的大中小企业都要从经营管理入手,建立良好的社会信誉,才能得到各方面的支持。这也正是一个企业能够顺利融资的基础。良好的信誉是企业的无形资产,是企业的宝贵财富。一定要彻底废除赖账、废账、大捞一把就放手的思想,把投机心理从生产经营的各个环节中去除。

第三、融资期限与形成的资产期限相一致。

公司融资按期限来划分,分为短期融资和中长期融资。按照资金的用途,用于企业流动资产的资金最好用短期融资形式;用于固定资产或长期投资

的资金,应该选择长期融资形式。制定科学的融资期限策略是企业融资活动成功必不可少的重要前提。建立稳健而全面的融资策略是融资决策的必要步骤。

第四、采取浮动利率,降低融资利率

利用风险是固定利率资本的主要风险。只要降低利率,才能降低融资成本,降低融资利率风险。企业可以采取发行浮动利率债券、浮动利率票据、申请浮动利率贷款或争取政策性贷款等等方法来降低利率风险。还可以利用金融期货进行套期保值,以达到锁定融资风险的作用和效果。

除此之外,企业对于其他影响企业融资风险的因素,可以采取外汇构成多元化、订立保值条款、开展外汇金融产品的套期保值业务等手段来防范和化解外汇风险;提高企业的经济效益或采取“绿票政策”、进行反收购等手段来阻止恶意收购。

四、亟待解决的企业融资问题

目前企业融资的单一格局已被打破,融资渠道日趋多元化。企业融资的多元化是一把双刃剑。从积极的角度来说,企业融资的多元化分散了银行的信贷风险;有利于资金优化配置,提高使用效率;有利于企业信用意识的提升,从而推进金融生态环境的改善。但是我们却不能忽视融资多元化的消极作用:

第一、融资渠道的多样化削弱了金融对经济的调控能力。由于民间融资、异地融资的逐利性较强,相当一部分投向了国家宏观调控限制的行业,会在一定程度上抵消宏观调控的力度,成为受控行业投资反弹的潜在因素。

第二、企业集团内部融资的快速发展,会使金融机构失去部分优质客户。造成银行多年培植的优质客户消失,大大降低了银行的盈利空间。

第三、企业融资方式多样化,增大了银行信贷管理难度。企业通过民间融资、外埠融资和“私贷公用”得到的资金,具有一定的随机性和隐蔽性,银行难以了解其真实的资金来源运用情况,增加了银行信贷管理的难度。

第四、部分融资方式存在违规操作,容易扰乱正常金融秩序。会直接或间接地形成社会金融风险,影响区域金融稳定。□

企业并购的全面整合策略

江南大学商学院 戚泰珍 郑炜文

企业并购后的整合是一项复杂的系统工程，几乎涉及到企业管理的各个层面，主要包括：资产整合、组织架构整合、人力资源整合、企业文化整合这四个方面的。

一、企业资产整合

1、有形资产整合

有形资产是企业开展生产经营活动的物质基础。有形资产的整合也是并购后企业进行全面整合面临的第一个环节。由于并购以前的两部分有形资产可能不适应并购后企业的生产经营需要，所以企业在并购后应根据新的发展战略对企业所有有形资产进行扫描，确定企业拥有有形资产的种类、数量和质量情况。果断及时地变现或转让那些没有用处的废旧有形资产，同时剥离与新的企业发展战略不相符或已不能为未来生产经营提供服务的资产，盘活资产存量，并在此基础上对各种有形资产进行有效整合，提高企业各项有形资产的效用和利用水平，实现企业有形资产的效益最大化，提升企业的整体竞争力。

2、无形资产整合

企业的无形资产主要包括：商标权、专有技术、专利权、商誉等。无形资产的最大特点在于，它可以不依赖于有形资产而独立发挥作用。它体现一种权力或取得经济效益的能力。无形资产一旦和特定的有形资产相结合，就能为企业产生巨大的经济回报。在如今的知识经济时代，企业的生产运营方式已较原来发生了巨大的变化。作为知识凝结的无形资产正在企业价值创造中发挥着越来越关键的作用，很多优秀企业的无形资产价值已经远远超过自身的有形资产。如今，相当多的企业进行并购的一个重要目的就是要获得被并购企业优秀的无形资产，进而通过无形资产的使用来减少有形资产的投入，提升整体资产价值含量，改进企业形象。鉴于此，企业应充分挖掘在并购中得到的各项无形资产的价值，找到这些无形资产与企业新的发展战略的契合点，

并把它整合到企业的生产经营中，利用这些宝贵的资源提升企业形象和市场竞争能力，扩大企业的竞争优势。

二、组织架构整合

良好的组织架构是企业高效运作的保证。并购后的企业应在组织机制上进行相应的调整和革新，全面更新企业的组织系统，同时注意吸收被并购企业在组织架构设计上的优点，提高组织的运行效率。

并购的实施往往会使企业的规模在短时间内迅速扩大，从这个角度看，企业的组织结构层级较并购之前难免有所增加，这是正常的。问题的关键在于，企业应在组织架构设计的过程中，注意控制组织架构的规模，尽量减少管理层次，减少整个经营决策链条的长度。同时在组织结构中，企业应设置高效的信息传递渠道和协调途径，以防止各职能部门和各业务部门出现条块分割、各自为政的情况，提高管理过程的可控性和协调性，保证企业管理决策的快速传达和科学执行。企业还应注意，组织架构整合有利于企业资源的合理配置；有利于并购后企业核心竞争力的培育和保持；有利于适应不断变化的外部环境；支持企业的整体经营发展战略。

三、人力资源整合

1、把核心员工留下

企业是人的集合，企业的价值是由人创造的。企业在市场中的表现取决于企业员工的表现。企业占有的人力资本质量决定了企业在行业中的地位。企业进行并购在很大程度上，就是为了获取更多的优秀人才。企业要留住人才，防止人才流失，应首先做到以下几点：一是确定核心人才清单；二是组建专门的沟通团队，团队成员应由购并双方具有专业精神和良好沟通能力的人员构成；三是给予承诺，要让员工相信留下是个人职业生涯发展的最好选择。

2、全面更新企业人力资源管理系统

在核心员工队伍得到初步稳定以后，并购后的企业要尽快更新企业的人力资源管理系统，使企业经营恢复有序。一要重做工作分析，形成新的职位说明书。伴随着并购的发生，企业会在经营战略、业务职能等方面或多或少发生些变化，从而导致企业中各个职位的要求有所调整，沿用原有工作分析已不可能，因此，企业必须重新进行工作分析，形成新的工作说明书。二要整合绩效标准和薪酬体系。

绩效标准整合：绩效标准是衡量、评价员工工作表现和工作成果的指标。绩效标准的考核结果和在实施绩效考核过程中收集到的各种信息能直接为人力资源管理中的人事决策、员工职业发展规划、培训、薪酬以及其他企业管理工作提供依据。并购后的新生企业应充分重视绩效标准的制定，以新的职位说明书为基础，从中提炼出最能反映员工的具体工作职责和工作任务完成情况的指标。为并购中的双方员工树立统一的绩效标准是并购后新企业实现有序、协调发展的重要保证。在新绩效标准出台以后，企业应在第一时间做好对全体员工的解释和说明，让所有员工心中有数。

薪酬体系整合：薪酬体系的设计对于企业员工特别是被并购企业的员工来说是相当敏感的。稍有不当，就会引起员工的不满。由于并购后的员工来自拥有不同管理背景的企业，他们在薪酬要素公平性和激励性的认识判断上难免会有差异。并购后的新企业应在总体发展的指导下，充分考虑这种差异，制定一套兼具公平性、激励性和包容性的薪酬体系。

四、企业文化整合

1、企业文化的价值

虽然对于企业文化人们使用的词语表达有很多种，但它的基本概念是：企业在一定价值体系的指导下所选择的那些普通的、稳定的、一贯的行为方式的总和。它既体现在企业的生产、经营和管理制度方面，又表现为企业的日常工作行为，包括组织的价值观、传统、信仰以及处理问题的准则，具有个性化、一贯性和隐含控制性等特点。

从上个世纪 80 年代起，美国哈佛大学、斯坦福大学、麻省理工学院和一批经营管理咨询公司等研究机构都对企业文化的作用进行了专项研究，研究得出的结论认为：企业文化对企业员工和企业经营业绩会产生巨大的作用，特别是当市场竞争激烈的

时候更是如此。在知识经济时代，优秀的企业文化更是已经成为企业竞争的核心要素。与企业的其他资源相比，企业文化是最不容易被竞争对手模仿、复制的。优秀的企业文化可以使员工在精神上产生极大的认同感和归属感，从而自发地调整自己的行为，达成企业的目标。

2、文化整合的必要性

“企业文化整合”是指两个企业并购后，解决由于直接接触而产生的矛盾的过程，使两家企业的各要素合并成为一个整体。整合是成功并购的重要组成部分，而企业文化整合是整个整合过程中最困难的部分之一。因为企业文化是无形的，易被忽视的，同时也是作用巨大的。并购完成后，来自不同企业文化背景的员工要在一起工作，他们之间的文化冲突在所难免。这是因为，员工在不同企业文化的影响下形成的思维方式、价值观念和行为准则是有差别的。这种差别往往导致员工特别是被并购企业的员工对并购企业产生心理上抗拒、敌视。企业要消除并购产生的文化冲突，必须进行企业文化整合。

3、文化整合方案

文化差别评价就是对并购双方的企业文化进行全面评估，以发现两种企业文化中的共性和差异性，这样有利于企业吸收文化共性中的精华、调和文化差异，从而为并购后新的企业文化的培育奠定基础。

文化培训：新的企业文化必须会保留和延续并购双方企业原有文化中的优秀部分，但来自两个不同企业的员工对于彼此的文化往往缺乏了解和认同，这时候，文化培训就是一个很好的选择。企业可以组织并购双方企业员工学习彼此的文化历史、支撑企业进步的核心理念以及帮助企业取得竞争优势的优秀文化要素。让并购双方员工在潜移默化中了解、熟悉进而逐渐认同两个企业原有企业文化中的精髓，吸收文化精华。

加强制度保证、孕育新文化：企业在进行文化整合、培育新文化的过程中要建立相应的规章制度，加强企业制度建设，防止空洞的文化传播和说教。在制度建设中，企业要特别重视严格奖惩制度的构建。这样可以帮助企业员工从相应的绩效评估指标、薪酬体系和奖励惩罚中认识到企业鼓励或惩罚的行为，从而以相对硬性的制度手段引导员工的价值观和工作行为模式，为新的企业文化的孕育奠定基础。

员工创造力决定企业未来生存潜力

江苏省盐城市企业文化研究会 潘德军

担任过世界企业委员会常务主席的罗伯特·A·威尔在《企业的根本战略》一书中写道：“企业的战略研究，必须把创造力研究放在首位，这个企业才会有生命力。”美国《财富》杂志载文说，公司要想名列前茅，除了要有良好的管理，产品质量和财务状况外，还需要有一种不可缺的要素，即创造精神。创造是一种对新思想、变化、风险乃至失败都抱欢迎、容忍甚至是积极态度的企业行为方式，这种行为方式必须渗透于企业的上上下下，才能发挥作用。企业的创造力依托的是创造型人才的贡献，而创造型人才需要进行创造开发教育来加以培养。当前世界发达国家都已把人的创造力开发作为具有战略意义的任务来抓。美国早在上世纪70年代就在大学里普遍开设了创造性思维训练课程，人才创造力开发现已普及到了政府机关、军队和企业。日本在1982年的国策审议中就做出了“开发日本人的创造力是日本通向21世纪的支柱”的决议，把国民创造力开发作为基本国策。

那么，什么是创造力？创造力是指产生新思想，发现和创造新事物的能力。它是成功地完成某种创造性活动所必需的心理品质。创造力与一般能力的区别在于它的新颖性和独创性。它的主要成分是发散思维，即无定向、无约束地由已知探索未知的思维方式。按照美国心理学家吉尔福德的看法，发散思维当表现为外部行为时，就代表了个人的创造力。其行为表现有3个特征：1、**变通性**。思维能随

机应变，举一反三，不易受心理定势的干扰，因此能产生超常的构想，提出新观念。2、**流畅性**。反应既快又多，能够在较短的时间内表达出较多的观念。3、**独特性**。对事物具有不寻常的独特见解。

员工创造力代表企业的未来，决定企业未来生存的潜力。所以说，创造力是企业的最大财富与第一资源，而企业创造力的核心是每个员工是否具备创造性开展工作的能力。它综合体现了员工的智慧、才干、胆识、事业心和责任感。创造性开展工作就必须有想于事、干实事、干成事的勇气，具有永不满足的创新精神。正确执行力与创造性开展工作二者相辅相成。执行是企业员工的天职，创造性开展工作是主观能动性的发挥，是自身能力的体现，执行的效果是对其发挥主观能动性的检验。企业员工中有三种人，第一种是不执行或执行一部分，更谈不上创造性开展工作了，也就是不想事，更干不成事；第二种是只能教条地执行，完成工作目标；第三种是在执行中创造性地开展工作，也就是想事、干事、能干成事。前者属于不称职的员工，第二种只能说基本称职，后者才是称职的。有开拓精神、负有责任感、工作出类拔萃的员工是在执行中创造性地开展工作的。

激发全体员工的创造力，就是要不断培育激发员工创造力的环境和机制，创造一个鼓励员工开拓创新精神和冒险精神的宽松环境以及思想活跃和倡导自由探索的氛围；建立正确的评价和激励机制，

文化整合在所有整合工作中是耗时最长，复杂性最高的，是一个循序渐进的过程。在整合过程中，企业要注意双方文化上的包容和引导，找到双方文化融合的切入点，确保文化兼容性和先进性的相辅相成。逐步培育，引导员工形成共同理念，创立符合并购后企业发展战略的新的企业文化，指引员工更好地服务于企业发展目标。

并购作为企业实施扩张和加快发展的重要手段，确实能够优化企业的资源配置，提高企业的资本运

作水平，实现规模经济效益。在市场竞争日益激烈的今天，并购更是被许多企业看作是扩展生存空间、获取竞争优势的机遇。但作为企业，应清醒地认识到并购要获得成功，重点在于并购后各个层面整合的质量和效果，而并非是并购活动本身。企业要实现预期收益，发挥并购的协同效应，就必须对并购后的各种资源进行有效整合，只有这样，企业才能在并购后的道路上走得更好更稳。□

重奖重用有突出业绩的开拓创新者，让那些墨守成规，无所作为的人难以立足；强化企业内的竞争机制，激励人们去研究新动向、新问题，并明确规定适应时代要求的技术创新和管理创新的具体目标；组织员工不断学习以更新知识，并引导他们面对现实去研究市场的新变化，技术的新动向，研究现实经济生活所提出的种种挑战。创造性的研究结果显示，虽然个人的创造性很重要，修正创造性的激发环境可能更为重要。如果企业文化不鼓励创新，个人的创造性得不到承认，企业文化的创造基因也会消失。

企业的合力取决于员工对企业目标的认同度及能否最大限度地发挥其精神潜能。日本一位经济学家曾经提出一种“车厢理论”，即一列电气列车每节车厢都有马达，每节车厢均有自己的动力并能一道前进。可想而知，这样的列车一定会有强劲的动力。从一些成功的企业来看，一个合力旺盛的企业，往往有这样的特征：合力来自于企业内部的凝聚力，而不是源于外部压力；组织中相互对立的小团体倾向得到有效抑制；基层单位具有处理内部冲突、适应外部变化的能力；同事间具有一种较强的认同感；全体员工都了解企业的总体奋斗目标；决策层和执行层在工作上都有发自内心的支持态度；员工承认企业的外在价值并具有巩固和维护继续发展的愿望。企业核心价值观正类似于一种理性的黏合剂，把企业员工固定在同一信念目标上，以其大量微妙的方式沟通员工的思想，创造一个共同协作的背景，把企业内部各种力量汇聚到朝着一个共同的方向。

企业员工中蕴藏着极大的创造能力，它是企业走向未来的巨大财富和宝贵资源，应当得到充分发挥和利用。企业创造力开发的出发点和落脚点，就是充分发掘潜能的创造潜能，进而培养出企业所需要的创造型人才。诺贝尔奖获得者李政道说：“培养人才最重要的是创造能力。”微软公司的核心理念，简单地说就是“激发每个员工的潜能”。其在招聘时强调的与其说是人的能力，不如说是人的潜能。你可以不懂软件、硬件的知识，因为你的潜能会让你掌握这些知识。它强调的是人的激情，让你有100%的能力时希望你能做到120%。所以在微软公司里，企业管理的核心就是创造一个有激情的氛围，而这就是所谓的激情领导。像SAP公司、IBM公司、柯达公司等，在他们看来，管理学就是激发人的潜

能，而激发人潜能的本质就是激发人的激情。

可以说，潜能管理是未来管理的核心与本质。认识不到这点，企业的很多管理就会出现问題。这个世界上唯一不变的东西就是变化，企业要能适应这个变化的竞争环境，首先必须重视人，其次是重视人的能力，但根本的就是让人的潜能引导企业的发展，保持住不断与外界相适应的竞争能力，从而确立自己长期的竞争优势。

日本正是靠科技创新和强化创造力开发教育，才得以跻身世界经济强国之列。早在上个世纪50年代初，日本就引入了产生于美国的创造力开发教育，并在全中国广泛地开展声势浩大的“一人一日一创”活动，使全国民众的创造能力得到了一次飞跃性的提高。日本现在的大中型企业都有一支实力雄厚的科研队伍，他们坚持“科研与制造并举”的原则，通过各种途径进行创造力开发，不断地充实企业科研人员。柯尼卡公司共有3000多名员工，其中科研人员就达1000多人；日清制油株式会社是一个以生产食用油为主导产品的企业，全公司7600多名员工，科研人员占到30%以上。日本松下电器公司，由于常年进行全员创造教育培训，企业员工创意力猛增，公司拥有5万多件专利，员工所提创意提案每年高达150多万件。松下电器公司劳工关系处长阿苏津谈及原因时自豪地说：“我们的员工随时随地——在家里、在火车上，甚至在厕所里，都思索创新提案。”日本丰田汽车工业公司为推进领导“企业创造发明设想运动”，在公司内相应设立了专门的管理组织机构，总公司设立“创造发明委员会”，下属各部门都建立了“创造发明小组”，负责具体的创造发明活动。自1951年开展此项活动以来，丰田公司走过了一个漫长艰难而又硕果累累的历程。最初推行的1951年，公司仅收到创造建议183件，而到了1980年，总量高达86万多件。今天的丰田公司已位居世界500家最大的工业公司前列。

日本的这些企业普遍重视员工的培训教育，都建有职业学校或员工教育中心，职员们每年必须有10天以上的培训时间，员工每年都有一次考试晋级的机会，其主要依据也是看员工是否具有创造能力。日本的成功经验告诉我们，在企业全体员工中进行创造力开发，不仅具有可行性，而且具有现实必要性。□

2008年前三季度机床工具行业 经济运行分析

Analysis on economics of China's machine tool industry in Jan-Sep 2008

中国机床工具工业协会市场部

尽管国际不利因素增多，我国宏观经济形势趋紧，但 2008 年前 9 个月机床工具行业基本面良好，行业投资增长较快，工业总产值继续保持高速增长，产品结构不断优化。当前面临库存增加、后续合同的减少局面，这些问题应得到企业特别关注。

1 产值高速增长、销售率缓慢降低，库存明显增加

2008 年 1-9 月份，机床工具行业产值继续保持较快增长态势。机床产值增速继续高于产量增速，产品结构不断得到优化，产值数控化率逐步提高，但产品销售率逐月下滑，库存明显增加等情况应该引起企业高度重视。

按国家统计局机床工具行业数据，2008 年 1-9 月份 4693 家企业合计完成工业总产值 2538.2 亿元，同比增长 32.1%。9 月份当月工业总产值 319.2 亿元，同比增长 29.8%，与 8 月份环比增长 5.5%。

机床工具行业产品销售产值 2458.8 亿元，同比增长 31.7%。

机床工具行业工业产品销售率 96.9%，同比减少 0.3 个百分点。金切机床和工量具的产品销售率分别下滑 0.6 和 1.1 个百分点，铸造机械的销售率增加了 0.9 个百分点，机床附件、成形机床、其他金属加工机械、磨料磨具和木工机床的销售率变化不大。根据对一些企业的调研，在已完成合同中也出现了用户不提货的现象，后续订单明显减少成为企业面临的最大问题。

根据协会对重点联系企业的调查显示，截止到 9 月，累计产成品库存达 82.1 亿元，同比增加 14.1%，

比 8 月末增加了 2.3 亿元。产成品库存中金切机床达到 53.7 亿元，同比增长 14.3%；量刃具库存为 15.1 亿元，同比增长 17.4%；成形机床库存 9.3 亿元，同比增长 7.0%；机床附件库存为 2.5 亿元，同比增长 9.1%；机床电器库存为 1.5 亿元，同比增长 32.6%。

产成品库存自年初以来就一直高于往年。据了解，库存产品主要为通用机床，其中以车床尤为明显。因此我行业要密切关注市场，合理安排生产，控制适度的库存。

2 市场需求变化，产品结构优化

近年来，国家启动了一系列交通运输、国防军工、航空航天、清洁能源、油气开采等行业的大项目，这些大项目的承担企业及其配套产业迅速发展，推进了机床市场需求向多轴、智能、复合、环保等高端产品的方向发展，为国外高档机床提供了广阔的市场；同时，也加快了国内产业扩大规模、优化产品结构的步伐。

1-9 月份，机床工具行业生产金属切削机床 482506 台，同比增长 2.9%，其中数控机床 96322 台，同比增长 4.8%；生产成形机床 114723 台，同比减少 6.1%，其中数控成形机床 2452 台，同比增长 31.8%。机床产量增幅逐月下滑，金切机床年初增幅曾高达 22%，现在已滑落至 2.9%。机床工具市场在持续多年的高速增长之后，现在更趋于理性发展。行业的销售产值依然保持了一定的增长速度，市场对机床提出了更高的要求，机床单价和数控机床占比不断提高，根据对重点联系企业的调查，今年前 9 个月金切机床和成形机床的产值数控化率分别提升

了5个百分点和4.5个百分点。可见我行业产品结构在 market 需求的推动下不断优化。

尽管产值数控化率不断提高,但从量上看,所生产的数控机床则以经济型为主,普及型为辅,国产中高档数控机床还处于供不应求或技术上不能完全满足 market 需求的局面。因此,即便我们产量增幅大幅回落,进口还在持续增长,这表现出 market 需求重点的变化,对普通机床、部分通用型数控机床的需求已开始减少。此外,国内和国外几个数控系统厂家的经济型和普及型数控系统在我国销量也出现了不同程度的下降。国产功能部件,如:滚珠丝杠、直线导轨等,今年销量同比明显低于去年,也说明了 market 的变化。

3 进口出现反弹、出口结构优化

作为世界第一机床进口大国,在经历了去年进口短暂负增长后,增速止跌回升,显示 market 对进口数控产品的强劲需求。虽然我们最大的传统出口市场——美国市场出现持续下滑,但是高附加值产品出口增加以及多元化市场战略,稳住了我国机床出口的增长。

3.1 2008 年进口出现反弹

2007 年我国金属加工机床进口出现了负增长,但是,今年前 9 个月增幅比去年同期高出 17 个百分点。1-9 月机床工具进口总额 94.0 亿美元,其中金属加工机床进口 57.2 亿美元,同比增长 11.1%。金切机床、成形机床、数控装置是我国进口机床工具中最主要的产品,占进口总额的 74.6%。主要进口产品单价在不断上升,产品档次不断提高。例如,加工中心平均单价为 13.6 万美元,同比增加 1.3 万美元;车床平均单价达到 5.8 万美元,同比增加 0.9 万美元。

3.2 出口保持高速增长,产品结构不断优化,形成多元化出口市场

数控机床在我国机床出口总量占比增加,低值机床占比减少,结构进一步优化。机床附件、零件、数控系统、工量具出口增长迅猛,成为新的出口增长点。汇率对出口企业造成了一定压力,企业积极应对,提高了出口产品的附加值。同时,抓住机遇开拓新市场,形成了多元化出口市场,成为机床工

具出口高速增长的重要保证。

根据海关数据显示,1-9 月我国机床工具出口总额达到 54.5 亿美元,同比增长 47.7%。其中金属加工机床出口 16.1 亿美元,同比增长 35.2%,增幅同比减少 7.7 个百分点;数控金属加工机床出口 5.3 亿美元,同比增长 55.0%,去年同期为 47.2%。数控金属加工机床占金属加工机床出口金额的 33.0%,高于去年同期 4.2 个百分点。台钻、锯床、砂轮机和抛光机等低值机床出口 2.7 亿美元,同比减少 12.8%,在金属切削机床出口中占 24.2%,比去年同期降低了 11.2 个百分点。

受到国际市场增长乏力、美国金融危机、人民币兑美元及欧元升值、原材料涨价、劳动力成本增加等因素的影响,企业面临的压力增加。我国机床出口市场反映出两个特点:一是美国作为我机床出口的第一大市场已出现大幅下滑。有关人士分析,美国经济将在 2009 年中期开始衰退,这将对通用机床市场产生巨大影响。但是,美国航空航天、以风电和太阳能发电为主的绿色能源、医疗器械行业以及围绕这些行业的外协加工行业仍将保持较高增长速度。这些行业对机床的要求将是多轴联动、复合加工等高端产品,大型机床也会有很好的市场前景。因此,要想保持美国市场份额,必须针对这些行业开发新一代出口产品。二是出口市场多元化是我国机床出口持续增长的重要保证,印度、巴西、俄罗斯市场上半年增速均接近或超过 100%,这些市场的崛起,形成了我国机床工具新的出口市场。目前,我国出口市场前 10 位依次是美国、印度、日本、德国、香港、巴西、俄罗斯联邦、韩国、越南、土耳其,对这些国家或地区的出口约占我机床整个出口份额的一半。

4 制造成本上升、利润增速放缓

今年前 9 个月行业的盈利情况虽然保持增长,但是增幅均明显回落。根据协会对重点联系企业的调查,1-9 月共实现利润 40.7 亿元,同比增长 31.0%,比 1-8 月回落了 10.1 个百分点,比去年同期低 26 个百分点。9 月当月实现利润 3.4 亿元,比 8 月份环比降低 42.1%。其中机床电器小行业盈利同比降低 8.9%,量刃具小行业利润同比增长幅度最高,为 41.8%,金切机床行业利润同比增长 31.9%。5 个小行业合计产值利润率为 6.5%。(下转第 64 页)

市场竞争促使世界机床企业集中度增大

中国机床工具工业协会 徐树滋

记得八十年代国外机床厂进入中国，我们也逐步增加对外联系。当时一个很深刻的印象是：国外机床行业企业由于产品特殊，高档复杂机床都是按需生产，规模都不大，主要发挥“专、精、特”的优势。如许多欧洲的机床厂只有百十来人，但产品世界知名。

随着市场竞争日益激烈，各企业都在考虑如何在保持品牌质量基础上努力降低成本。21 世纪开始，国际著名机床企业出现并购重组的趋势，以增强市场竞争力。如德国的马豪（Maho）、德克尔（Dekel）和吉特曼（Gildemeister）在德意志银行参与下重组成吉特曼公司，其销售公司就是德马吉（DMG）公司；美国著名的辛辛那提公司几经重组，最后出现 MAG 公司，他包括蒂森公司、吉丁——路易斯公司、辛辛那提公司等美国许多著名机床生产厂；日本出现一家捷泰克特（Jtekt）公司包括了丰田工机等著名机床厂。原来著名的机床厂也都扩大生产规模，保持了其世界领先地位，如日本马扎克公司。

这样一来，机床企业的集中度有很大提高。根据美国卡德纳（Gardner）公司数据，笔者整理了世界机床企业最新排名产值前二十名（见表一）。

这儿要说明一下，由于各国企业财务结算月份不同，如日本是每年 3 月，中国、美国等都是每年 12 月。还有的是每年 9 月。放在一起比较是有一定误差的。而且我把企业的机床产值和 2007 年其所在国机床总产值之比作为集中度进行比较，也是存在这些问题。但大致趋向还是能说明问题的。（以下最新数据为 2008，06）世界前二十名机床企业的机床产值之和占世界机床总产值的 27.4%。进入前二十名的机床制造企业，按国别计见表二所示。

表一：世界机床产值前二十名企业

排序	公司名称	国别	截止财政年度	机床产值 (百万美元)	总产值 (百万美元)
1	通快	德国	2008, 06	2770.6	3153
2	山崎·马扎克	日本	2008, 03	2640	2604
3	吉德曼	德国	2007, 12	2141.2	2141.2
4	天田	日本	2008, 03	1918.6	2302.5
5	大隈	日本	2008, 03	1877.4	1877.4
6	森精机	日本	2008, 03	1775.8	1775.8
7	捷太格特	日本	2008, 03	1524.6	10163.7
8	MAG	美国	2007, 12	1430	1430
9	大连机床	中国	2007, 12	1419.4	1448.4
10	沈阳机床	中国	2007, 12	1331.5	1331.5
11	斗山·英维高	韩国	2007, 12	985.2	3479.7
12	阿奇·夏米尔	瑞士	2007, 12	983.6	3751.6
13	舒勒	德国	2007, 09	964.8	964.8
14	牧野	日本	2008, 03	896.2	1165.4
15	哈斯	美国	2007, 12	880	880
16	伊玛格	德国	2007, 12	758	758
17	维亚 (WIA)	韩国	2007, 12	716.9	3566.9
18	因代克斯	德国	2007, 12	675.8	675.8
19	百超	瑞士	2007, 12	662	1257.2
20	斯莱福临	德国	2007, 12	622.3	2194.6
小计				19422.1	
	2007 年世界机床产值			70857.5	

按各国在这前二十名中所占份额情况汇总如下：

表二：进入前二十名企业机床产值之和按国别整理

排序	国别	进入前 20 名企业数	入围企业产值之和(百万美元)	占本国 2007 年产值百分比%
1	日本	6	10596.6	73.4
2	德国	6	7932.7	62.3
3	中国	2	2760.9	25.7
4	美国	2	2310	64.6
5	韩国	2	1202.1	33.4
6	瑞士	1	1645.8	49.5

从上表看出，在世界机床产值最大的 20 家企业

中，日本占六家，其产值和最大，德国其次。中国的大连、沈阳进入前十位，产值之和超过美国居第三。下面依次是美国、瑞士和韩国。韩国虽然机床产值低于意大利，但大企业较集中，斗山兼并了大字后，产值上升到世界第 11 位！而意大利产值最高的机床生产企业科茂公司（Comau），2007 年产值不到 3 亿美元，居世界第 37 位。

如分别按每个国家取其产值最大的机床生产企业的机床产值与其所在国机床总产值之比来考虑其表三：机床产值最高企业占该国产值比。

排序	国别	产值最高企业名称	该企业产值 (百万美)	占本国 2007 年 产值百 分比%
1	美国	MAG	1430.0	40.0
2	瑞士	阿奇·夏米尔	983.6	29.6
3	德国	通快	2770.6	21.8
4	韩国	斗山·英维高	985.2	21.7
5	日本	马扎克	2604.0	18.0
6	中国	大连	1419.4	13.2

集中度，结果如表三所示。

从以上两表可看出占比最低的是中国，产值最大的机床企业仅占我国机床总产值的 13.2%。而美国 MAG 公司一家产值占了全美国机床产值的 40%。但也要看到中国从事机床生产的企业共有 1030 家。这儿谈的是产值的集中度。按去年销售情况看，基本接近市场集中度。目前沈阳、大连产值都超过 100 亿元，现在秦川、北一机、齐一、齐二、重庆、上机等也都在努力争第三。八十年代以前，按“十八罗汉厂”为主的机床生产厂，当年差距并未拉开，全国生产机床的企业数也没这么多。

从上述数据可以看到，我国机床行业企业目前还是应该支持和扩大重点机床企业的发展。远还没达到为了防垄断需要抑制大企业发展的时候。这几年民营企业大量涌现，在市场经济的竞争大潮中还将经历考验。集中度增大是个趋势。而小企业要生存，还是要搞“专、精、特”。□

（上接第 62 页）

机床行业企业上半年面临原材料价格上涨、劳动力成本增加、贷款利率抬升、汇率变化等众多困难，现在虽然原材料价格降低了，国家放松银根，但是市场变得更加苛刻。市场对中低端产品需求减少，可能成为今后影响行业利润增长的另外一个困难，行业企业只有采取有效措施，通过减少库存、调整产品结构、强化企业管理和产品质量、寻找新的市场增长点才能提高利润率水平。

5 投资持续增长、关注投资重点

机床工具行业投资依然非常活跃，1-9 月已完成固定资产投资 553.2 亿元，同比增长 50.9%；新增固定资产 160.7 亿元，同比增长 50.6%，远高于全国平均数字，根据资料显示后续投资仍然巨大，建议企业应审慎。

对于新开工项目计划投资增速过大要引起企业的高度重视，要把有效的投资用于发展自身优势产品，找准市场定位，发展壮大经营实力。市场显示对中低端产品需求已明显减少，但是，前 9 个月 57 亿美元的机床进口说明市场对中高端产品的需求依然存在，因此，要有效利用资金，把更多的资金和

精力用于逐步缩小与进口产品差距上，企业才会有深层的发展。

总之，从数据上看，前 3 季度机床工具行业经济运行基本面良好，国内机床市场还在持续增长。目前国家为力保国内经济稳定增长，实施灵活审慎的宏观政策，已开始适度放松银根，调整税收，并紧急启动重点项目来刺激市场。但是国家限制“两高一资”项目的投入，鼓励投入有益于调整结构、具有创新的技术和项目。这恰恰是企业深入市场调研、优化产品结构、开发需求产品的良好契机，同时也是整改产品质量的大好时机。我国汽车制造、交通运输、国防军工、航空航天、清洁能源、油气开采输送、工程机械、农业机械等行业依然有很大的需求，深入现场了解用户的工艺，开发满足用户需求的新产品是企业根本。

纵观全局，我们预测后 3 个月行业增长趋缓，全年行业增长速度将达到 25% 左右，全年工业总产值和产品销售收入均超过 3200 亿元。我国金属加工机床出口超过 20 亿美元，进口达到 75 亿美元，市场消费达到 180 亿美元。全年基本形势良好，但也面临严峻的挑战。□

NDRC standardises management of foreign-invested projects

中国发改委规范外资项目管理

China's National Development and Reform Commission (NDRC) on July 19 issued a circular to further standardise the management of foreign-invested projects in five aspects, in an effort to prevent the potential risks that abnormal inflow of foreign capital may have on healthy development of the Chinese economy and on the balance of international payment.

The five aspects are: to strictly implement the endorsement system for foreign-invested projects; to strengthen examination of authenticity of foreign-invested projects; to carry out a classified management system for foreign invested projects; to standardise the management of newly started projects and tighten the conditions of approval for various projects; and to strengthen supervision and examination of projects already approved.

NDRC states that China has introduced an authorisation system for foreign-invested projects since it began to reform its investment system, which has played a positive role in improving the investment environment and the quality of foreign capital used and in strengthening macro control. However, some places have failed to strictly observe the State rules and are inappropriate in their management of foreign-invested projects; some foreign-invested projects have started construction without authorisation; some have not been carried out strictly according to the contents authorised; and some investors have even taken the advantage of fluctuation of the international capital market and China's adjustment of exchange rate policies to misappropriate capital introduced in the name of FDI to seek unjust profit by establishing fake joint ventures, falsely reporting total investment and opening shell companies.

The "Circular of the NDRC on Strengthening and Standardising Management of Foreign-invested Projects" stresses that foreign-invested projects without authorisation and those that either have provided fake materials to obtain authorisation or have failed to carry out construction according to approval documents or have

misappropriate the capital introduced for other uses must timely correct these errors, and for those that go against rules seriously, competent departments may revoke their authorisation documents and order them to stop construction. A project with the abovementioned problems cannot enjoy related tax concessions in equipment procurement, and will be denied any application for going public or issuing bonds.

The circular requires the Chinese department concerned to examine and approve foreign-invested projects from the aspects of economic safety, rational development and utilisation of resources, protection of ecological environment, optimisation of key layouts, safeguarding of public interest, prevention of monopoly, investment threshold and capital account management. Foreign investors must obtain approval first before launching enterprises, to prevent shell companies. The authorisation system applies to all types of foreign-invested projects, including Sino-foreign joint ventures, Sino foreign cooperation, sole foreign capital projects, foreign M&A projects in China, and capital increase and re-investment projects of foreign-invested enterprises (including those that have transformed by going public abroad).

NDRC will also tighten management of the margin between investment and capital amount of foreign-invested projects; will strictly observe related State regulations concerning foreign debt management when foreign-invested projects need to implement financing plans to get loans; and will strengthen examination of the backgrounds and credit conditions of overseas investors, to prevent inflow of foreign capital without true investment backgrounds.

Furthermore, NDRC will introduce a classified management system for foreign invested projects. According to the "Catalogue for the Guidance of Foreign Investment Industries", NDRC will be in charge of examining and approving projects under the catalogue of encouragement and with total investment (including the amount of capital increased, similarly hereinafter) being US \$100 million and above and projects under the restriction catalogue but with total investment being US \$50 million and above; while local development and reform departments will be in charge of examining and approving projects under the

encouragement catalogue and with total investment below US \$100 million and projects under the restriction catalogue and with total investment below US\$50 million. Of this, the provincial development and reform department will be in charge of examining and approving projects under the restriction catalogue, and the right cannot be delegated in any form or for any reason.

The circular stipulates that highly polluting, high energy consuming, and high goods and resources consuming projects will be strictly prohibited, and development and reform departments at various levels can by no means approve foreign-invested projects that have failed to obtain documents on planned location, land use preexamination, environmental appraisal, and energy saving appraisal, and those that fail to meet the requirements as stipulated in the "Provisional Measures of the NDRC on the Management Of Authorisation of Foreign-Invested Projects". □

Notice on Adjustment of Policy Concerning Duty Exemption for Import of Major Key Complete Technical Equipment and Machinery

关于重大技术装备整机进口 免税政策调整

**No.64 Notice of 2008 issued by the General
Administration of Customs of China**

Notice on Adjustment of the Policy Concerning Duty Exemption for Import of Major Key Complete Technical Equipment and Machinery

Since July 2007, the General Administration of Customs (GAC) has published a series of notices on the taxation policy concerning the import of major technical equipment and machinery. In order to ensure unification and standardise related policies, notice No 64 is hereby published to further make clear the adjustment of policies concerning duty exemption for the import of major key complete technical equipment and machinery mentioned in the published notices and corresponding tariff numbers of major key complete technical equipment and machinery.

1.The adjustment of policies of duty exemption for the import of major key complete technical equipment and machinery mentioned in the GAC No.36 Notice in 2007, and the No.9,10,15,24,29 and 30 notices in 2008 is applicable to all domestic and foreign-capital investment projects, non-priced equipment provided by foreign companies for processing trade, and equipment transported from zones under special supervision of the customs to other parts of China. The foreign-capital investment projects include foreign investment projects in advantaged industries in central and western parts of the country, and projects funded with loans from foreign government and international financial organisations, and foreign-invested projects with self raised funds.

2.For tariff numbers of major key complete technical equipment and machinery covered by the adjustment of the policy on the exemption of import duties mentioned in the GAC No.36 Notice of 2007, No.9 and 15 notices of 2008, the tariff numbers of major key complete technical equipment and machinery covered by the adjustment of policy on the exemption of import duties mentioned in the GAC No.10,24,29 and 30 notices of 2008 have been made clear in related notices.

When the equipment titles listed in related notices and this notice on implementation of the import tax policy on major key technical equipment are not in conformity with each other because of the adjustment of yearly tariff number, the related policy on equipment titles shall be implemented.

3.For imported equipment for foreign investment projects in advantaged industries in central and western parts of the country, and projects funded with loans from foreign government and international financial organisations, the GAC No.36 notice of 2007 and No. 9,10,15 and 24 notices of 2008 list specific technical specifications of major key technical equipment and machinery. The Certificate on Tax Exemption of Import and Export Goods issued by the customs before September 15, 2008 in accordance with related regulations are still effective.

4.Starting from September 15, 2008, foreign-invested projects with self-raised funds importing major key technical equipment and machinery with the technical specification listed in the GAC No.36 notice of 2007 and

No.9,10,15,24,29 and 30 notices of 2008 and applying for tax exemption and reduction are not accepted by the customs.

Starting from September 15,2008, foreign –invested projects with self –raised funds importing major key technical equipment and machinery with the technical specification listed in the GAC No.36 notice of 2007 and No.9,10,15,24,29 and 30 notices of 2008 which have completed examination and approval procedures in the customs in accordance with law, and their Certificate on Tax Exemption of Import and Export Goods are still effective in the validity term, shall not be extended.

5.Starting from September 15,2008,imports of major key technical equipment and machinery by processing trade enterprises in the form of non –priced equipment provided by foreign companies for processing trade with technical specifications listed in the GAC No.36 notice of 2007 and No.9,10,15,24 and 30 notices of 2008 shall pay taxes in accordance with provisions of this notice. For those applying for putting on record in the manual for processing trade or alteration of added commodities, the customs will not accept them.

Imports of major key technical equipment and machinery by processing trade enterprises in the form of non –priced equipment provided by foreign companies for processing trade with technical specifications listed in the GAC No.29 notice of 2008 and No.9,10 shall pay import taxes in accordance with provision of this notice, but they are exempted of import linkage VAT on those which are still under the management of the Manual for Processing Trade. They shall fill in “special case” in the column of levy and exemption form when going through the formalities for putting on record of the manual for processing trade.

Before September 15, 2008, major key technical equipment and machinery with technical specifications listed in the above mentioned parts 3 and 4 of the non –priced equipment provided by foreign companies for processing trade, which have completed the formalities for putting on record of the manual for processing trade in accordance with related regulations, still implement the present administration regulations on non –priced equipment provided by foreign companies. □

Sino-US economic dialogue makes substantial progress

中美经济对话取得实质进展

China and the United States have made substantial progress in financial cooperation and openness in the Fourth Sino-US Strategic Economic Dialogue, with China promising to let qualified overseas companies get listed on the Chinese stock market, fix the lockup period for QFII investment principal at three months, and to allow qualified foreign banks of legal entity to issue RMB subordinated bonds. The two will further study possibilities of cooperation in insurance.

China agrees that under prudent supervision, it will allow qualified foreign companies to get listed on its stock market by way of issuing stocks or depository receipts (DR). The US promises to issue new management rules to strengthen appraisal procedures for credit rating institutions according to the revised standards of the International Organization of Securities Commissions (IOSCO), in an effort to ensure the integrity of rating process and fair treatment to all investors. After the new regulations are issued, related US enterprises must fully observe the new rules.

Correspondingly, China will also, prudently, allow existing joint-venture credit rating institutions to apply for permission to engage in credit rating business under the condition of not lowering the stake held by foreign investors.

The US has promised to go on opening its financial market and to grant Chinese commercial banks national treatment. It promises to handle the application of Chinese banks to open branches in the US swiftly, according to related regulations and procedures.

China agrees to complete the work of appraisal of foreign equity participation in Chinese securities, futures and fund companies before December 31, 2008, and issue policy proposals with regard to foreign participation in China's securities markets according to the results of the appraisal. China, under prudent supervisory principles, will allow qualified foreign companies to get listed on the country's stock market by way of issuing stocks or DR. China will also allow qualified legal-entity foreign banks to issue RMB subordinated bonds and non-deposit-taking

foreign financial institutions to offer consumption financial service in piloted areas.

China agrees to cut the capital lockup period for QFII such as foreign insurance institutions, governments and monetary authorities, common funds, pension funds, charity funds and donation funds, and the open-ended China funds they launch to three months, while the existing "Provisional Measures on Management of Securities Investment in China by QFIIs" impose a one-year lockup on QFII capital.

In the field of insurance, the US Department of Agriculture will study measures on further cooperation with China in rural insurance. While China states it will fully consider the proposals submitted by all sides and probe into the possibility of foreign insurance companies investing in newly established or existing Chinese insurance companies, no matter if the foreign insurance companies have invested in similar insurance enterprises in China or not.

According to statistics provided by the China Securities Regulatory Commission (CSRC), the level of openness of China's capital market is not low. Besides the existing B-share market and the policies of allowing Chinese enterprises to go public abroad, China has established over 30 joint, venture securities and fund companies, allowed representative offices of four foreign securities institutions to become special members of Shanghai and Shenzhen stock exchanges, and approved 60 foreign securities institutions to engage in B-share trading directly in China. As of now, six foreign stock exchanges have opened representative offices in China.

Before the latest Sino-US dialogue, China made a gesture of strategic openness with CSRC promising to appraise over-all openness of China's securities industry and capital market, improve related opening-up policies and steadily promote opening up of the securities industry and capital market. For a period of time to come, China will timely and moderately expand the openness of its securities industry and capital market according to the principle of "step by step, safely controllable, competition and cooperation, and mutual benefit", and in an active and pragmatic manner. Meanwhile, the CSRC has approved Founder Securities and Credit Suisse to jointly launch Credit Suisse-Founder Securities, resuming the

business of examining and approving JV securities dealers after three years' suspension.

Economic conditions in China at present are attractive enough to global capital: strict control of credit, slight economic slip but huge development potential, launching of various large projects, and restriction on inflexible investment demand as a result of housing and stock prices decline. Once the policy is relaxed, the demand will rebound quickly. Therefore, making the right moves, when the market is still sluggish, is the best choice for foreign investors.

Strict control over major capital accounts has failed to halt the pace of foreign exchanges' entry into China. Statistics of the People's Bank of China (PBoC), China's central bank, show that from 2007, the country's forex loans have kept increasing and rose by US\$48.8 billion in the first quarter of this year, a year-on-year increase of US\$46.2 billion, or 18 fold. Influx of foreign capital into China in large quantities has made foreign investors a strong force in promoting China's opening up of its financial industry. Meanwhile, some foreign commercial banks, investment banks and investment institutions have already set up shop in China, and some JV financial companies are being discussed. Once China announces the opening of its financial sector, many financial institutions controlled by foreign professionals will emerge. □

Automobile output and sales exceed five million in H1

2008年上半年中国汽车产销 均超500万辆

China's motor vehicle output and sales showed a moderate slowdown in growth in the first half of this year, but the growth was still comparatively fast. Vehicle output and sales reached 5.1996 million and 5,1822 million in the first half, rising 16.71% and 18.52% respectively. The growth was 5.65 percentage points and 4.78 percentage points higher than the growth in the same period last year respectively.

According to statistics, China's import and export of vehicles achieved steady growth in the first six months,

with the export growth faster than that of import. China's import of automobile products reached US\$13.87 billion in the first five months of this year, rising 40.26% year on year, and export was US\$20.391 billion, surging 42.16%. The country imported 171,400 vehicles in January-May, rising 58.94%, and exported 310,600, up 70.60%, leaving a surplus of 139,300.

The country's automobile market was mainly featured by moderate slowdown in growth of both production and sales, bigger export growth than import, slowdown in car production and sales, higher growth of commercial vehicles especially truck and semi trolley. Key enterprises still held a large share of the market. The top ten automobile manufacturers sold a total of 4.3497 million vehicles in the first half year, accounting for 84% of the country's total. Among them, Shanghai Auto Industry Group, First Automotive Works, Dongfeng Motor, Chang'an Auto and Beijing Automotive Industry Corp sold 3.4979 million vehicles, matching two thirds of the market share in China.

According to statistics from the China Association Of Automobile Manufacturers, sales of vehicles using other types of fuel amounted to only 366 in the first half, rocketing 107.95% year on year.

The statistics also show that starting from 2005, China's export of vehicles has outstripped that of import, which has continued to the present time. □

Foreign retailing giants rush to Jiangsu province 外资零售企业加快进入江苏省

Jiangsu province had approved the establishment of 245 foreign-funded retailing enterprises by the end of June this year, involving cumulative paid-up foreign capital of US\$710 million. Accordingly, the wholesale and retailing industry has become the third largest field in the province to use foreign investment, next only to the real estate and transportation, warehousing and post industries.

Foreign investment projects in the retailing industry in Jiangsu are mainly supermarkets and department stores, which used 92.6% of the total foreign capital in the sector in the first half of this year. So far, such global retailing giants as Walmart, Carrefour and Tesco have invested in

Jiangsu and also set up local independent corporate entities, while Metro has opened branch stores in the province. In addition, Jiangsu is also home to the head office of a number of foreign retailing companies quite well known in China, such as Su Guo, Time Supermarket and Golden Eagle.

The foreign funded retailing companies in Jiangsu are mainly located in the three cities of Nanjing, Wuxi and Suzhou. By the end of June, the retailing industry in the three cities had respectively used foreign capital of US\$320 million, US\$170 million and US\$80 million, accounting for 45%, 24.4% and 11.5% of the total in Jiangsu Province respectively.

In the first half of this year, multinationals added 24 new projects in Jiangsu involving total investment of US\$870 million and contractual foreign capital of US\$440 million, of which 14 were launched by global top 500 companies involving total investment of US\$480 million and contractual foreign capital of US\$210 million. Among the 24 projects, 16 were in southern Jiangsu, involving total investment of US\$600 million or 69.5% of the total and contractually for eign capital of US\$270 million or 62.1% of the total; six were in central Jiangsu, involving total investment of US\$210 million or 23.7% of the total and contractual foreign capital of US\$150 million or 33.0% of the total; and two were in north Jiangsu, involving total investment of US\$58.58 million or 6.7% of the total and contractual foreign capital of US\$21.52 million or 4.9% of the total.

Multinationals from 13 countries and regions launched new projects, mainly the United States, Hong Kong and Italy. By industry, one project was in the primary industry, 21 in the secondary industry and two in the tertiary industry. □

Guangxi-ASEAN bilateral trade soars 83.8% in January-July 2008年1-7月广西与东盟双边贸易 增长83.8%

ASEAN has been Guangxi Province's largest trading partner for eight consecutive years since 2001. Since the panBeibu Bay Cooperation Strategy was put forward two

years ago, the bilateral trade with ASEAN has grown quickly. According to statistics released by Nanning Customs, the bilateral trade volume between Guangxi and ASEAN in January–July reached US \$2.55 billion, up 83.8% year on year, of which Guangxi's import accounted for US\$830 million and its export accounted for US\$1.72 billion, up 33.4% and 1.2 fold respectively. The trade scale between Guangxi and ASEAN ranked tenth in the country and the import and export growth ranked 4th in the country.

Statistics also show that the bilateral trade volume between Guangxi and ASEAN amounted to US \$1.83 billion in 2006, up 49.1% year on year, with the growth rate 26.8 percentage points higher than the previous year. The figure reached US\$2.91 billion in 2007, up 59.2%.

In the first seven months of this year, the Province's trade with the six pan-Beibu Bay nations, namely Vietnam, Malaysia, Singapore, Indonesia, Philippines and Brunei amounted to US \$2.44 billion, up 85.2% year on year. The total included US \$2 billion with Vietnam, up 83.4% year on and accounting for 78.4% of the total. Vietnam has remained the largest trading partner from ASEAN. □

Airbus first final assembly line outside Europe operational in North China **欧洲以外的首个空客总装线在天津投产**

The first final assembly line of Airbus outside Europe went into operation in Tianjin, a port city in north China, on September 28. The Airbus A320 series airplane final assembly line in China is a joint venture of the Tianjin Bonded Zone and AVIC group.

The China final assembly line in Tianjin has been constructed in accordance with the most advanced single aisle aircraft assembly line of Airbus. The first airplane from the assembly line is scheduled to be delivered in 2009 to Dragon Aviation Leasing Co Ltd, which will lease the plane to China's Sichuan Airlines for commercial operation.

By the end of August of this year, the Chinese mainland had 12 airline companies, which operate 351 A320 Airbus planes, and more than 400 A320 Airbus airplanes

are expected to be delivered to China's various airlines in the coming years.

Currently, there are six Chinese aviation industry enterprises providing spare parts to Airbus planes including plane wing parts, emergency gate, and production of final assembly and transport tools. Based on statistics from Airbus (China) Co, of the more than 5,000 Airbus planes currently operating in various parts of the world, half are equipped with parts made in China. In 2007, Airbus' contract production and purchase of spare parts exceeded 700 billion US dollars. In November 2007, Airbus and China's National Development and Reform Commission (NDRC) signed an MOU on strengthening industrial cooperation on A350XWB wide-bodied airplanes, and China will take part in 5 percent of the production of A350XWB, of which the design will be undertaken by Airbus (Beijing) Engineering Technological Center. The center, founded in 2005, became a Sino-foreign joint venture company after gaining the joint venture business license from the Beijing Municipal Administration Bureau of Industry and Commerce. The shareholders of the joint venture are the Airbus (China) Co Ltd, China's Hafei Aviation Industry Co Ltd, Jiangxi Hongdu Aviation Industry Co Ltd and the AVIC I group. The center's priority task is designing for Airbus.

Marc Bertiaux, vice-president in charge of cooperation and partnership relations with China, said that the development of the Tianjin final assembly line and other projects reflect the smooth and remarkable collaboration between Airbus and China's aviation industry. In recent years, the collaboration has consistently expanded, developing from simple contract production of parts to final assembly of the airplane, and then to designing of plane parts and participating in Airbus' new A350XWB wide-bodied airplane project. This will elevate China to an all round risk sharing partner in the new generation of Airbus passenger airplanes. Bertiaux disclosed that with the progress of the high added value projects such as the A320 plane final assembly line in Tianjin and the Airbus A350XWB wide-bodied plane, the total value of the collaboration between Airbus and China's aviation industry will reach US \$450 million annually from 2015. □

EMAG乐观看待中国市场

本刊记者 符祚钢

EMAG 集团公司是一家以汽车工业为主要服务对象的百年老企业，面对全球汽车工业的衰退，其业务到底将会受到多大的影响呢。就此问题，本刊记者专门采访了 EMAG 机床（太仓）有限公司的董事长 Christoph Hoene 先生。

EMAG 集团公司是一家具有 100 多年历史的老企业，他的前身是一家铸铁和机床制造厂，创建于 1867 年。经过 100 多年的发展壮大，如今 EMAG 集团公司成为了一家拥有 8 家子公司，产品覆盖了车削、铣削、磨削、齿轮加工等众多领域的全球性公司。旗下 EMAG 公司的产品主要有车床、倒立车；SW 公司的产品有多轴加工中心；在磨床领域有 REINECKER 的精密磨床、KARSTENS 的外圆磨床、KOPP 的凸轮轴和非圆磨床、NAXOS-UNION 的曲轴磨床，KOEPPER 公司则主要生产滚齿机；还有一家子公司 EMAG LASER TEC 公司，生产激光焊接工艺方面的设备。

EMAG 集团以尽量避免或减少环境污染为宗旨，通过持续改进技术，减少废气、垃圾、噪音、能源和资源消耗。2007 年 EMAG 集团销售额同比增长 17%，将近 5 亿欧元。EMAG 集团的一个基本理念是向客户提供整套的交钥匙解决方案。例如，变速箱中齿轮的加工，需要采用车、磨、滚齿等诸多工序。EMAG 则希望能够为客户提供齿轮加工过程中的车削、磨削和滚齿这样一整套的技术。

EMAG 进入中国的历史不算长，四年前才在江苏太仓设立 EMAG 中国公司。但在过去的 4 年中，EMAG 中国成长很快，2007 年，EMAG 在中国市场的销售额约占集团公司总销售额的 10%。2008 年，EMAG 在中国市场上也取得了令人满意的成果。

EMAG 产品主要定位于汽车制造领域。从汽车行业来说，客户对产品的精度和产量全世界都是一样的。Christoph Hoene 董事长在采访中表示，从这个意义上来说，EMAG 销售到中国市场的机床和销往世界各地的机床质量都是相同的。当然这也有一些区别，因为欧洲国家的人力成本非常高，土地资源紧张，因此欧洲客户对机床的占地面积和自动化



EMAG 机床（太仓）有限公司的董事长 Christoph Hoene 先生（左 2）接受本刊采访

程度要求要更高一些。而在中国，土地资源和人力资源都相对要低廉一些，因此对设备的占地面积和自动化水平要求没有那样苛刻。

EMAG 集团是一家以提供解决方案为主的公司，需要根据每一个客户的具体要求，向客户提供针对性的解决方案。而在汽车制造领域，每个客户在加工精度和生产批量上都有所不同，尽管就机床本身来说，EMAG 销往世界各地的机床的精度、质量、效率都是相同的，但是在配置方面会因为客户的要求有所不同而有些差别。

在中国市场上销售的 EMAG 机床，在质量和精度方面可能比在欧洲市场上销售的机床要求可能更高。因为 EMAG 在中国的客户，很多都是汽车制造领域的客户，他们当中很多都在做出口业务。而他们在欧洲的客户对他们的产品质量和精度的要求经常会高于对欧洲生产商的要求。因此反过来，他们对 EMAG 机床提出的质量和精度要求也比欧洲客户的要求更高。

自 2003 年 EMAG 在上海成立代表处以来，EMAG 中国不断发展壮大。2004 年 11 月 EMAG 上海代表处扩大提升为营销公司，并成立埃马克机床（太仓）有限公司，公司总部设在江苏太仓。埃马克

机床（太仓）有限公司设有机床生产厂，生产 EMAG 部分型号机床。太仓工厂生产的机床主要有 EMAG 产品系列中的中小规格的车削中心，如 VL 系列倒置式车削中心。

和其他国外公司的策略一样，EMAG 在太仓工厂生产的机床也属于比较简单的机床，但是和在德国生产的同型号机床完全是一样的。有的国外公司会根据中国的情况设计一款或多款结构简化的、便宜些的机床，在中国生产。但是 EMAG 公司却没有采取这种策略。因为根据 EMAG 公司所作的市场调研情况来看，中国客户对 EMAG 机床的质量和精度要求并不比欧洲和其他国家的要求低，有时甚至比欧洲客户提出的要求也更高。

目前，EMAG 机床（太仓）有限公司在中国设有一家工厂和 4 个办事处，工厂设在太仓，4 个办事

处分别位于上海、北京、广州、重庆。每个办事处都具有销售和服务的功能，在中国形成了覆盖面积广的销售和服务网络。在太仓工厂设有机床备件库，以满足服务中国客户的需求。

作为一家以服务汽车制造领域为主要业务的机床制造企业，面对全球汽车行业的衰退，其业务自然要受到一些影响。对此，EMAG 机床（太仓）有限公司董事长 Christoph Hoene 先生在采访中表示，他们并不过分担忧汽车业衰退对其机床业务的影响。因为 EMAG 的长处是向用户提供解决方案，降低生产成本。因此即使在整体市场不景气的情况下，EMAG 还是能够找到属于自己的市场。另外除了汽车领域之外，EMAG 还有很多非常有吸引力的解决方案用于非汽车领域，如石油开采和零部件生产领域。□

• 业界动态 •

斯来福临（中国）推出K-P 简约型数控平面磨床

2008 年 10 月 8 号，斯来福临（中国）在北京召开了新产品发布会，推出了其新产品 K-P 简约型数控平面磨床。

这款 K-P 简约型数控平面磨床，是由德国 BLOHM（保宁）公司设计，秉承了其原型机 K-P 的技术、品质和内涵，针对广大用户对该类产品的实际需要，对机床结构进行了优化，在机床外观，防

护等方面进行简约的设计，实现了高效、高性价比的有机结合，是针对中国用户量身定制的一款经济简约型精密平面磨床。该产品的开发是集团公司针对中国通用平面磨床的整体市场潜力和该类磨床的用户实际需求研发的产品。

据介绍，这款 K-P 简约型数控平面磨床，除了在外观和防护方面与 K-P 型平面磨床有所差别外，在功能和质量上完全和 K-P 型平面磨床一样。该机床采用开放式工作区，在机床处于自动模式工作时配有状态信号知识灯。从用户角度出发，机床设计遵循人机工程理念，操作轻松舒适，达到高刚性和先进驱动系统的有机结合。这种全面为用户着想的理念使该机床在功能和使用上更加贴近中国用户的需求，更加实用。

该机床固化了切入磨削、平面磨削、手动或自动向下进给、三层自动磨削循环、手动和自动直线修整及修正量自动补偿、手动或程序自动修整等多个子程序，便于车间简单操作。□



iTNC530数控系统中使用标准循环 与变量编程实现矩形椭圆的漏斗型加工

Funnel, rectangular to circular, with HEIDENHAIN cycles and Q Parameters in iTNC530

吴榜洲

(山西汾西重工有限责任公司, 山西 太原 030001)

摘要：利用 iTNC530 数控系统提供的标准固定循环与变量计算功能实现漏斗形状的自由加工。灵活的结合两种编程方式，使加工程序段大量减少，并可自由控制加工工艺，极大的提高了加工效率。

关键词：iTNC530；固定循环；宏变量编程；漏斗形状加工

iTNC530 数控系统是 HEIDENHAIN 公司最高端的数控系统，广泛的应用与五轴、高速、高精密镗铣类机床上。在我公司 Mikron 高速五轴加工中心上 iTNC530 以其强大的功能、友好的操作界面、安全稳定性能成为我们工作中不可或缺的得力助手。

如图 1 所示的漏斗型工件在我厂零件中是一种典型形状，我们一直使用 CAM 软件编程，CAM 生成的程序由于都为短直线段程序，程序容量大，修改麻烦，同类型的工件不能通用。

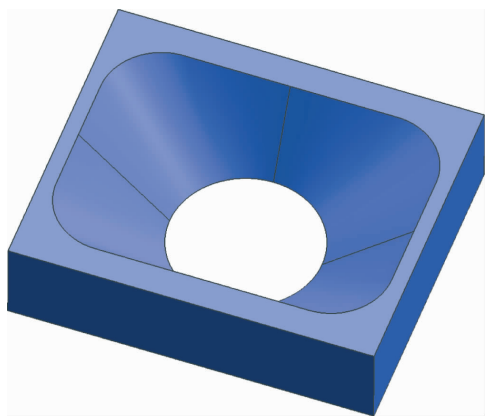


图 1 典型漏斗型工件

而利用 iTNC530 数控系统提供的 CYCLE 251 矩形型腔加工循环与变量计算功能，自动计算加工点位坐标，分层加工实现同类型工件加工程序通用，同样形状不同尺寸的工件只需简单的修改几个参数，就可实现通用，并且在循环中刀具补偿自动有效，在加工精度、工艺控制、方便现场修改等方面有了很大的提高。

在各类数控系统中广泛使用的循环编程功能，实现的基本原理即为变量编程，更加深入的了解变量编程，可以更加深入理解数控系统与机床本身。本文介绍了利用 iTNC530 系统实现上方下圆漏斗形状编程的算法与技巧。

一、功能介绍

1. Q 参数的定义范围

在 iTNC530 系统对话格式编程环境下，Q 参数由字母 Q 和 0 至 1999 间的一个数字编号组成。Q 参数分为三类：

含义	范围
可自由使用的参数，对 TNC内存中的所有程序有效。	Q1600 至 Q1999
只要不与 SL 循环发生重叠便可自由使用的参数，对 TNC内存中的所有程序有效。	Q0 至 Q99
TNC特殊功能参数	Q100 至 Q199
主要用于循环的参数，对 TNC内存中的所有程序有效。	Q200 至 Q1199
主要用于 OEM 循环参数，对 TNC内存中的所有程序有效。需要机床制造商或供应商协助。	Q1200 至 QB99
主要用于调用生效的 OEM 循环参数，对 TNC内存中的所有程序有效。	Q1400 至 Q1499
主要用于定义生效的 OEM 循环参数，对 TNC内存中的所有程序有效。	Q1500 至 Q1599

由上表可见，最终用户尽量选用 Q1600 至 Q1999 参数，这样保证不会发生冲突的情况，不过根据软件版本不同，Q 参数的赋值范围也不尽相同。

2. Q 参数的应用

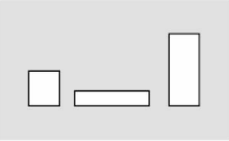
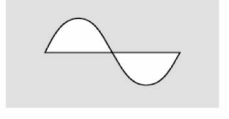
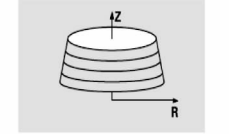
1. 同类型零件		利用 Q 参数替代关键尺寸，或工艺参数，实现程序通用化
2. 自由轮廓曲线		自动计算公式曲线上的坐标点
3. 3D 轮廓		各种 3 维轮廓加工

图 2

3. Q 参数命令

按下 iTNC530 系统键盘上 **Q** 键后，屏幕下方会出现 8 组软键：

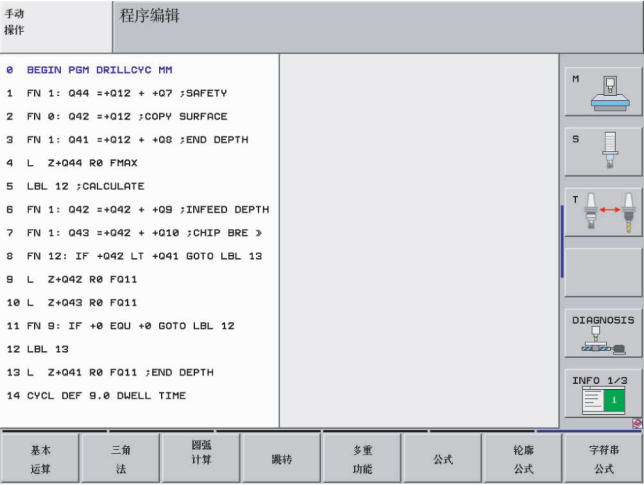


图 3

它们的功能分别为：

基本数值运算	BASIC ARITHM.	负值、加减乘除等
三角函数运算	TRIGO-NOMETRY	SIN COS TAN 等
3 或 4 点计算圆弧	CIRCLE CALCULATION	圆弧上 3 点或 4 点坐标计算圆直径圆心

条件跳转指令	JUMP	条件判断跳转，如大于跳转等
特殊功能	DIVERSE FUNCTION	PLC NC数据交换，打印等功能
公式	FORMULA	复杂数学计算公式
轮廓计算	CONTOUR FORMULA	SL循环中使用计算敞开轮廓
字符串计算	STRING FORMULA	字符的处理

二、算法与加工程序

工件尺寸如下图所示：

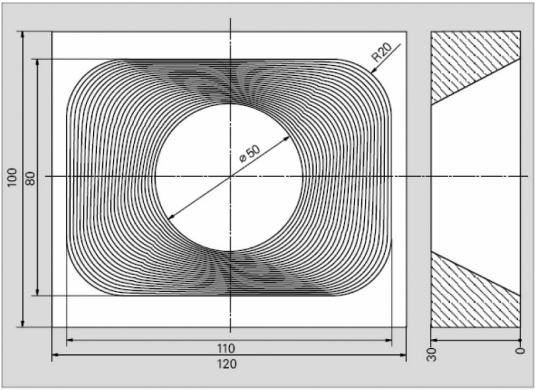


图 4

1. 算法

在 CYCLE 251 循环中可以定义矩形的长度、宽度、圆角尺寸，采用分层铣削的方式，自动更改矩形长宽与圆角直至渐变为一个圆形。
长度更新： $\Delta L = (\text{矩形长度} - \text{底圆直径}) / \text{分层次数}$
宽度更新： $\Delta W = (\text{矩形宽度} - \text{底圆直径}) / \text{分层次数}$
倒角半径： $\Delta R = (\text{初始倒角半径} - \text{底圆半径}) / \text{分层次数}$
深度更新： $\Delta H = \text{最终深度} / \text{分层次数}$

2. 公式

计算	$Q218 = Q218 - (Q2 - Q4) / Q7$	更新矩形长度
	$Q219 = Q219 - (Q3 - Q4) / Q7$	更新矩形宽度
	$Q220 = Q220 + (Q4 / 2 - Q5) / Q7$	更新圆角半径
	$Q201 = Q1 / Q7$	计算下刀深度
	$FN 0: Q202 = +Q201$	负值下刀深度
	$FN 1: Q11 = +Q11 + 1$	计数器加 1
比较	$FN 12: IF +Q11 LT +Q7 GOTO LBL 1$ $Q11 < Q7$	判断加工深度

3. 加工程序

主程序	0 BEGIN PGM FUNNEL MM			Q219=Q3 ;2nd side length	
	1 BLK FORM 0.1 Z X-60 Y-50 Z-30			Q220=Q5 ;Rounding - off radius	
	2 BLK FORM 0.2 X+60 Y+50 Z+0			Q368=0 ;Allowance for side	
	3 TOOL CALL 1 Z S3000			Q224=+0 ;Rotational position	
	4 CYCL DEF 247 SET DATUM Q339=+6	调用 6 号坐标系		Q367=0 ;Pocket position	
负值	5 FN 0: Q1 =+30	漏斗深度		Q207=1200 ;Feed rate for milling	
	6 FN 0: Q2 =+110	矩形长度		Q351=+1 ;Climb/Up - cut	
	7 FN 0: Q3 =+80	矩形宽度		Q201=Q201;Depth	
	8 FN 0: Q4 =+50	圆直径		Q202=Q202 ;Plunging depth	
	9 FN 0: Q5 =+20	矩形圆角		Q369=0 ;Allowance for floor	
	10 FN 0: Q7 =+25	下刀次数		Q206=300 ;Feed rate for plunging	
	11 L Z+100 R0 FMAX M3			Q338=0 ;Infeed for finishing	
加工圆孔	12 CYCL DEF 208 BORE MILLING	螺旋铣孔循环定义		Q200=2 ;Setup clearance	
	Q200=+2 ;Setup clearance			Q203=+Q203;Surface coordinate	
	Q201= - Q1 ;Depth			Q204=2 ;2nd setup clearance	
	Q206=1200 ;Feed rate for plunging			Q370=1 ;Path overlap	
	Q334=2 ;Plunging depth			Q366=2 ;Plunging	
	Q203=+0 ;Surface coordinate			Q385=1800 ;Feed rate for finishing	
	Q204=50 ;2nd setup clearance				
	Q335=Q4 ;Nominal diameter			子程序	18 LBL 1
	Q342=0 ;Preset diameter			计算	19 Q218 = Q218 - (Q2 - Q4) / Q7
	13 L X+0 Y+0 R0 FMAX M99	循环调用			20 Q219 = Q219 - (Q3 - Q4) / Q7
	14 TOOL CALL 2 Z S3000				21 Q220 = Q220 + (Q4 / 2 - Q5) / Q7
	15 FN 0: Q11 =+1	计数器设 1			22 Q203 = Q203 - Q1 / Q7
	16 Q201 = Q1 / Q7				23 FN 0: Q202 =+Q201
	17 CYCL DEF 251 RECTANGULAR POC	矩形型腔加工循环			24 FN 1: Q11 =+Q11 +1
	Q215=2 ;Machining operation				
	Q218=Q2 ;1st side length				

武汉华中数控股份有限公司 对美国无理制裁的严正声明

武汉华中数控股份有限公司

2008 年 10 月 23 日，美国政府以“莫须有”的借口对武汉华中数控股份有限公司实施制裁。我们对美方这种蛮横无理和居心叵测的做法，表示强烈抗议和严厉谴责！

华中数控是由华中科技大学创办、合法注册和经营的国有股份制企业。自公司创立以来，华中数控严格遵守中国政府的有关法律、法规，依法经营包括数控系统、数控机床等产品销售业务，从未帮助过任何国家或地区发展违禁武器，也没有向任何国家或地区出口或承诺出口违规产品和技术。

长期以来，西方国家将高性能数控机床作为战略物资，列入对中国的禁运清单，已经成为严重制约中国制造业发展的瓶颈。冷战时期，2000 年，美国考克斯报告就以中国进口了 16 台二手四轴、五轴联动数控机床为借口，指责中国“偷窃”美国尖端技术；2007 年 6 月 20 日，美国又进一步将高档数控机床等 20 个大类产品列为对华高科技出口管制的对象。在此背景下，华中数控走自主创新的技术路线，开发了五轴联动数控系统，打破了西方国家对中国的技术限制。

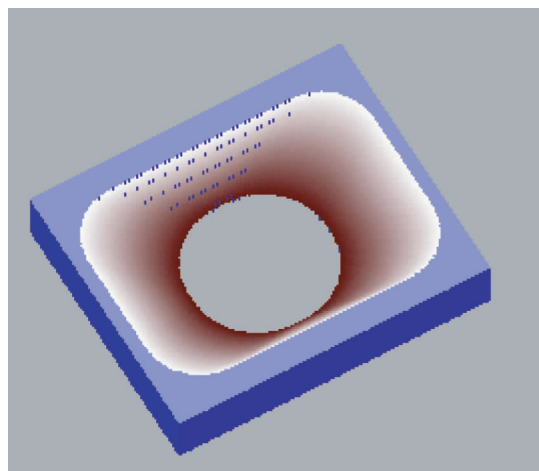
以虚构的“事实”为借口，对有潜在威胁的国家和经济体实施经济制裁乃至军事打击，是美国政府的一贯做法。此次美国政府把华中数控这样一个从大学课题组孵化出来、没有任何军工背景的企业，以“帮助伊朗和朝鲜研制大规模杀伤性武器”为借口，列入制裁“黑名单”。其根本原因是华中数控通过自主创新掌握了高档数控系统技术，打破了西方对我国筑起的封锁限制壁垒。鉴于华中数控所掌握的高档数控系统所具有的战略价值，故而美国政府悍然动用制裁手段，对华中数控进行打压，限制其发展。

在全球经济一体化的格局下，世界各国都享有根据本国实际情况，通过自主创新，发展本国高新技术产业的自主权。美国政府出于不可告人的政治和经济目的，无端对华中数控实施制裁，不仅严重损害了华中数控的国际形象，也严重影响了华中数控同其他国家的正常贸易活动和人员、技术交流，严重违背 WTO 原则。我们强烈要求美国政府尊重事实，立即取消对我们的制裁。我们保留在必要时采取法律行动的权利。□

25 L X+0 Y+0 R0 FMAX M99	新循环调用
26 FN 12: IF +Q11 LT +Q7 GOTO LBL 1	次数判断
27 L Z+100 R0 FMAX M	
28 END PGM FUNNEL MM	

如上程序只有 28 句，为 CAM 程序的千分之一，大大节省了硬盘空间，并且在 iTNC530 中的固定循环完整的集成了下刀方式、粗精加工工艺分开等各种工艺控制方式，程序编制完成后上机模式并试验加工，不同尺寸的工件只需修改程序头中的 6 个参数即可自由控制零件形状尺寸与加工表面质量。

利用这个思路，我们可将具有一定特征的类型零件，用变量加工的方式替换用 CAM 编制的程序，使程序更加柔性化。iTNC530 面向车间编程的思路可



使机床操作人员在现场较快的完成复杂零件程序编制，大量的节省了编程时间，提高了工作效率。□

必须加大支持发展我国数控产业的力度

申 杰

据了解，美国政府在 10 月 23 日发布的《联邦登记》中宣布，美国国务院决定对俄罗斯、中国、委内瑞拉等国家的 13 家企业实施为期两年的经济制裁，制裁于 10 月 23 日当天生效。这次，中国被列入制裁的三家企业为中国新时代科技有限公司、中国船舶重工国际贸易有限公司和华中数控股份有限公司。资料显示，此次受到制裁的 3 家中国企业，均为各自行业的骨干企业。然而当被问及对这些企业进行制裁的具体原因时，美方却以保密为由，拒绝提供更详细的信息。

路透社播发的消息显示，美国政府认为，13 家公司因“向伊朗、叙利亚和朝鲜提供受国际控制清单管制、或有助于研制大规模杀伤性武器的设备和装备，以及巡航导弹和弹道导弹”而被列入制裁清单。法新社在相关报道中说，“美国方面并没有拿出确凿的证据指出这些公司具体提供了什么武器装备，也没有说这些装备被运往哪个国家”。以虚构的“事实”为借口，对有潜在威胁的国家和经济体实施经济制裁乃至军事打击，是美国政府的一贯做法，这本不作为奇。但此次美国政府把华中数控公司这样一个从大学课题组孵化出来、没有任何军工背景的数控系统技术企业，也列入制裁“黑名单”，这是我国数控机床行业的第一次，也是一大奇闻，这不能不引起我们深思，他们想干什么？

中国新时代科技有限公司日前发表声明指出，美国政府出于不可告人的政治目的，依据美国国内法律实施制裁，是对中国企业的诬蔑和陷害。这是不可接受的，理所当然地引起我们的愤慨和谴责。武汉华中数控股份有限公司也对此发表了严正声明，我们对他们的声明都表示支持。

对外经贸大学张立刚副教授说，美国这次制裁中国数控等企业，也和以往一样，根据所谓的“情报”对中国企业进行“莫须有”的指责，在对待中国企业问题上，美国总是采取多重标准，这是美国的一贯手法。中国社科院美国所政研室倪峰主任说，美国对中俄这样的大国一直怀有防备心态，不希望中国在核心技术方面有大的发展，所以，经常用制裁的方式来压缩中国产品的市场，企图以此打压中

国企业。随着中国的崛起，美国对中国的关注度在增加，以前美国只是针对中国某一类企业，而现在已经发展到“从企业到产品”，对中国不同类别企业的产品都开始了全方位监督。

大家知道，美国等西方发达国家一直把高档数控机床作为战略物资对我国实施禁运，此次美国对华中数控公司的制裁就是因为我国在高档数控系统上不断取得突破，打破了西方的技术封锁，因此，他们企图扼杀中国数控产业的手段也日益升级。他们感到华中数控公司自主创新，掌握的高档数控系统技术已威胁到西方对我国筑起的封锁限制壁垒。美国政府悍然动用制裁手段，打压华中数控公司，实质是想摧毁中国的民族数控产业，警惕！美国打压我数控产业的险恶用心。

美国政府对华中数控股份有限公司的制裁，使我们更加认识到自主创新掌握核心战略技术，发展我国自己的数控产业有多么重要！改革开放 30 年来，特别是进入 21 世纪以来，中国的机床工具工业，尤其是数控机床产业得到了高速发展，确实取得了不少成绩和进步，也已引起西方的关注。但我们清醒地知道，国外数控机床技术进步更快，我们在高档数控机床领域与国外的技术差距并没有缩小。所以，他们才可能千方百计的制约我们。我们曾热衷于引进技术，合资合作及并购国外知名机床企业，摸着石头过河 30 年了，现在该悟出点门道来了，那就是一定要依靠自主创新，掌握核心技术，产业和企业才可能持续发展，我们该总结一下到底掌握了多少核心技术。国家的发展和强大，主要靠战略产业的发展和支撑，数控机床产业就是最基本的战略产业。我国制造行业，特别是数控机床的重点用户行业，更应看清支持国产数控机床产业发展的重大战略意义。从长计议，必须加大支持发展我国数控机床产业的力度，尽可能应用国产数控机床。要知道，西方某些国家忘我之心未死，总要制造事端，给我们添麻烦的，我们要有思想准备。现在，我们机床行业一定要学习中国航天人的精神，不怕困难，精益求精，少一些谈经论道，多一些行动吧。尽快攻克高档数控机床，才是应对国外制约的万全之策。□

节能减排的振动时效技术

中国机床工具工业协会 沈福金 摘编

2008年7月30日下午,由工业和信息化部中小企业司、国家发改委资源节约和环境保护司指导,中国中小企业信息网、中国资源综合利用协会主办,北京翔博科技有限责任公司承办"绿色制造-节能减排百城巡展"启动会在北京中国职工之家隆重启动。有关政府领导、协会领导、行业专家、中小企业代表和几十家京城媒体共100多人参加了启动会。会上,北京翔博科技有限责任公司介绍了先进的频谱谐波振动时效技术发展、工作原理和应用情况,并现场演示了频谱谐波振动时效装置和控制系统。我有幸参加了这次启动会,观看了振动时效现场演示和资料介绍,感到频谱谐波振动时效装置便携、通用性好、操作简单,比过去的亚共振实效设备有了根本性的改进,节能环保效果显著,值得推广。现简介如下,供业界参考。

1、振动时效工作原理

金属工件在铸造、锻压、焊接、切削加工和使用过程中,由于受冷、热和机械变形作用,在工件内部会产生残余应力,致使工件处于不稳定状态,降低了工件的尺寸稳定性和机械性能,使工件在服役过程中产生应力变形和失效,尺寸精度得不到保证。为了消除残余应力,过去通常采用热时效或自然时效。然而这两种时效方式都有缺点:自然时效周期太长,一般要1~2年,不适合大批量生产;热时效的辅助设备多,使用费贵,能耗高,污染环境,不环保,且炉温控制难度大,工件易氧化,增加清理工作量,工件因受热不均匀还容易产生裂纹,时效时间需1~2天,等等。而振动时效的显著优点是节能环保、降低成本、缩短周期。与热时效相比,节约成本90%以上,节能95%以上,节约投资90%以上。振动时效快,一般仅需半小时,最长不超过1小时,而且,设备轻便,工艺简单,适应性强,优点很突出。

振动消除应力是利用一受控的振动能量对金属工件进行处理,达到消除残余应力的目的,简称VSR (Vibratory Stress Relief)。使工件处于受迫振动状态的外部交变载荷就是激振器产生的激振力,这本来是一个多自由度、有阻尼系统的受迫振动,为

便于分析,把它简化为单自由度、有阻尼的受迫振动,其力学模型如图1所示。其动力学方程为:

$$M d^2/dt^2 + c dx/dt + kx = F(\omega) \times \sin \omega t \quad (1)$$

$$F(\omega) = m e \omega^2 \quad (2)$$

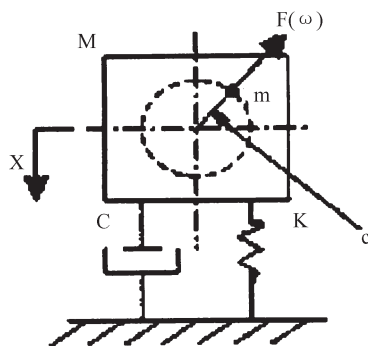


图1: 震动系统力学模型示意图

式中e为偏心距,ω为转速,M为质量

可见,激振力的大小随偏心距e和转速ω²的增大而增大。因此,在实际应用中,通过调整激振器的偏心量和转速就可以对金属工件施加不同的交变动应力,而金属材料在交变动应力的作用下会产生位错运动。据北京翔博科技有限公司的资料介绍,交变动应力从零增大至峰值时,随着外加动应力的增大,激发金属材料产生位错,不断释放出新位错,并在障碍物前塞积,不断增大的位错塞积群应力场使其邻近晶粒的位错有发生移动的趋势。原有应力场较大地方的塞积首先得以开通,其应力集中得以释放。

交变动应力从最大值下降至零的过程中,位错塞积群的平衡状态被破坏,大量的位错会在移动过程中与其他位错交割,位错密度因此而大大增加。随着外加动力应力的交变,上述过程不断重复,内应力峰值下降的同时,位错不断得到增殖,而位错密度的不断增加有利于提高材料的疲劳强度。

疲劳破坏分三个阶段:裂纹萌生、裂纹扩散和瞬时断裂。金属材料的疲劳寿命主要由萌生寿命和裂纹扩散寿命两部分组成。裂纹萌生总是先在应力最大、强度最弱的部位形成,振动处理后,由于高内应力得以降低,分布均化,减少了应力集中影响;同时位错密度增加使滑移更加困难,从而使裂纹萌

生寿命增加。而材料的位错组态变化和位错密度增加,使得滑移运动阻力增大,裂纹扩散所需能量增大,使裂纹扩散寿命增加,从而提高了材料的疲劳强度,使材料性能得到强化。

国内外大量的应用实例证明,振动时效对提高、稳定零件的尺寸精度具有良好的作用。从宏观角度分析,振动时效使零件产生塑性变形,降低和均化残余应力,并提高材料的抗变形能力,这无疑是导致零件尺寸稳定的基本原因。残余应力的存在及其不稳定性造成了应力松弛和再分布,使零件产生塑性变形。故通常采用热时效方法消除和降低残余应力,特别是峰值应力。振动时效同样能够降低残余应力,使峰值应力降低,使应力分布均匀。

从微观方面分析,振动时效可视为一种以循环载荷的形式施加于零件上的一种附加应力。大家知道,工程材料都不是理想的弹性体,其内部存在着不同类型的微观缺陷,而微观缺陷附近都存在着不同程度的应力集中,当受到振动时,施加于零件上的交变应力于零件中的残余应力叠加。当应力叠加达到一定数值后,在应力集中最严重的部位就会超过材料的屈服极限而发生塑性变形,从而降低了该处残余应力峰值,并强化了金属基体。而后,振动又在另一些应力集中较严重的部位产生同样的作用,直至振动附加应力与残余应力叠加的代数和不能引起任何部位的塑性变形为止,此时,振动便不再产生消除和均化残余应力及强化金属的作用,振动时效结束。

2、振动时效的特点

振动时效有如下主要特点:

(1)、**投资少**:与热时效相比,它无需庞大的时效炉,可节省占地面积和昂贵的设备投资。现代工业中的大型铸件和焊接件,如采用热时效消除应力,则需建大型时效炉,不仅造价高,利用率低,而且炉内温度很难均匀,消除应力效果差。采用振动时效可以完全避免这些问题。

(2)、**生产周期短**:自然时效需几个月乃至1~2年长期放置,热时效亦需数十小时方能完成。而振动时效一般只需振动数十分钟即可完成。

(3)、**使用方便**:振动设备体积小,重量轻,便于携带。由于振动处理不受场地限制,振动装置可携至现场,使用简便,适应性较强。

(4)、**节省能源、降低成本**:在工件的共振频率下进行时效处理,耗能极小。实践证明,功率为

0.25 马至 1 马力的机械式激振器可振动 150 吨以下的工件,故粗略计算其能耗仅为热时效的 3%~5%,成本仅为热时效的 8%~10%。

此外,振动时效操作简单,易于实现自动化。还可避免金属零件在热时效过程中产生翘曲变形和氧化、脱碳及硬度降低等缺陷,是目前唯一能进行二次时效的方法。

3、我国振动时效的发展和应用情况

上世纪七十年代,震动时效(VSR)引进中国,1974年北京机床研究所正式将VSR工艺列为研究课题,开始进行机床铸件应用VSR工艺及设备的研究工作,经过几年的研究,确定了VSR的基本工艺方法,肯定了VSR效果。“六·五”期间,VSR被列为中国38项重点攻关任务之一的“提高机床铸件质量的研究”内容中,由北京机床研究所负责进行VSR工艺实用性研究。按期完成了任务,鉴定认为,VSR工艺研究达到了世界先进水平。“七·五”北京机床研究所又承担国家重点课题“消化吸收重大项目数控一条龙——机床结构件振动时效工艺研究”。“七·五”后,我国VSR工艺成熟、完备,VSR设备也达到世界先进水平,基本满足VSR工艺要求。“八·五”VSR被国家科委、机电部、国务院生产办列为“八·五”六大重点推广技术之一,1999年原国家经贸委将其列入全国重点推广项目。1999年7月中国机械工程学会成立了消除应力技术委员会,从此,中国就有了专门研究应力与应变的国家级学术组织。随后,又正式将振动消除应力技术纳入机床制造标准,并制修订到铸、锻、焊接等基础件及各制造业制造标准。VSR在中国从无到有,现在已有几千台VSR设备在我国机床、模具、锻压、航空、发电等行业生产中运行。

振动时效技术虽然在高效、节能、环保等方面有着明显的优势,但传统的亚共振技术确实存在着有效振型少、震动时效的效果欠佳、噪声大、应用面窄、工艺操作复杂等缺点,长期无法纳入企业正式工艺流程。

3、符合绿色制造理念、节能减排效果明显的频谱谐波振动时效技术

针对传统振动时效的上述缺陷,近年来北京翔博科技有限责任公司摒弃了振动时效技术原来的主攻方向,独辟蹊径,把频谱谐波技术应用于振动时效,开发了国际领先的频谱谐波振动时效技术“领航者振动消除应力专家系统”,首先在航空、航天、

兵器等领域获得成功应用。

频谱谐波技术不再沿用原有的扫频方式，而是对工件进行频谱分析，找出几十种谐波频率，从中优选出对消除工件残余应力效果最佳的五种不同振型的谐波频率进行时效处理，达到多维消除应力、提高尺寸稳定性的目的。频谱谐波方式不论工件大小、频率和刚性高低、材料特性如何，均能找出五种不同振型的谐振峰，不受激振器转速范围的限制，对激振点和拾振点无特殊要求，能够处理亚共振无法处理的高刚性、高固有频率工件，能够满足高精度工件处理要求，大大降低了应用门槛。

根据民用制造企业的需求特点，推出的“领航

者振动消除应力专家系统”的基础版和普及版，使用方便，操作简单，时效处理时的激振器转速全部在 6000r/min 以下，解决了亚共振设备振动噪声大的问题。这种先进的频谱谐波振动时效技术与传统的热时效相比，振动时效技术节能 95% 以上，完全克服了以煤为燃料的热时效炉存在的严重污染问题，实现零排放。与传统亚共振相比，频谱谐波振动时效技术的应用覆盖面从原有的 23% 提高到了 100%，并彻底解决了传统亚共振技术噪音大、应用面窄、工艺操作复杂、长期无法纳入企业正式生产工艺问题。推广应用频谱谐波振动时效技术具有很好的经济效益和社会效益。□

• 业界动态 •

2008年世界机床生产总值预测

据美国 AMT 对全球 22 个主要的机床生产国的统计数据分析，2008 年，德国的机床总产值将会达到 160 亿美元，取代日本世界第一的地位。预计日本本年度的金属切削机床产值将达到 118 亿美元，如果加上金属成形机床的产值，那么日本机床总产值将达到 129 亿美元，成为世界第二大机床生产国。中国大陆机床总产值为 123 亿美元，位居世界第三。意大利的机床总产值为 86 亿美元，列为第四位。

据测算，2008 年，台湾地区机床生产总值将会达到 53 亿美元，跃居到世界第五位。韩国排在第

六，总产值为 49 亿美元。

由于亚洲市场的需求旺盛和欧元的强势作用，AMT 预测，2008 年，世界机床总产值将会达到 792 亿美元，同比增长 14%。同 2007 年比较，各主要的机床生产国（地区）的增长率为：德国为 24%，巴西为 20%，中国大陆、意大利、台湾地区各为 17%，韩国为 7.7%，日本为 4%。

据台湾机械工业同业公会预测，2008 年，台湾地区的机床出口总额将达到 41 亿美元，排在德国、日本、意大利之后。（谭保东摘译）

• 业界动态 •

济二高档开卷落料线出口国际市场

近日，济南二机床集团公司为印度 CAPARO 公司提供的 BL—3×1850 高档开卷落料线通过国内验收后发往用户。据悉，济南二机床拥有完全自主知识产权、自主研发制造、自营出口的首条高档开卷落料线，也是国产高档开卷落料线首次出口，标志着国产自动化板材处理设备已经得到国际市场认可，打破了国外企业在这—领域的垄断地位。

开卷落料线是一种适用于汽车、钢板配送等行业高档外饰卷板的开卷、清洗涂油、校平、落料、码垛的板材加工设备，在发达国家的汽车制造厂中已普遍采用。目前随着国内汽车工业逐步向高档汽车发展，这类设备的国内市场需求日益增加。

济南二机床集团是目前国内唯一一家能够生产高档开卷落料线的企业。此前，他们曾与德国 SUNDWIG 公司以技术合作的形式生产过多条开卷

线，分别应用于奇瑞汽车、海马汽车、江淮汽车，并出口到丹麦、德国等国家。2007 年，他们还为长城汽车公司成功研制了 ZSK—2.5×1850 开卷落料线，除校平机为德国进口外，其余部件全部自主研发制造。这条出口印度的 BL—3×1850 高档落料线则完全由济南二机床自主设计制造，在技术上实现了许多新突破，采用了料头、料尾自动处理、自动调整式接料、自动电磁码垛、功能完善的总线控制等关键技术，产品达到了同类产品的世界先进水平。除汽车行业外，该类产品还可应用于拖拉机、农机、轻工、国防等行业。

另据消息，最近济南二机床又与华泰汽车公司签订了为其提供一条高档开卷落料线的订货合同。

（吴艳玲）

对现有可转位刀片的功能缺陷分析与设计思想的建议

范亚炯

甘肃火电工程公司

摘要：因为，工件的强度与硬度、刀具的耐用度都有一定的分散性，可转位刀片只能以工件强度与硬度最高、刀具最低耐用度、工艺系统最低刚度时的标准（并留有一定的安全余量）来考虑约束条件，所以现可转位刀片技术一次性运算所选取的优化操作参数，只能保证在全部切削过程中不违背约束条件，只是大批量生产条件下的刀片静态几何参数重复与调换技术，在不同产品的全部生产中的优化效益不一定最理想¹。因而，可转位刀片的功能优化就是一个现实亟待解决的问题。现将可转位刀片的功能优化问题分析如下。

关键词：可转位刀片 静态几何参数 优化设计

1. 结构优化的主要内容

对机夹可转位车刀的结构、几何参数和切削性能的分析可知，在实际生产中，刀体的结构参数基本上是不变的。通过调换不同参数的刀片或转位来延续刀具的切削性能和使用寿命，才能获得单一品种或工艺的较高生产效益。因而，可转位刀片的设计原则与选用，遵循“刀具-工件材料副”，按照刀具分类并遵循标准化、系列化、通用化的单一化原则设计²就不能适应整个复杂加工系统，不能具体解决加工条件复杂、品种变化多样、工序集中并尽量复合化的综合效率问题。近些年来，由于科学技术的不断进步和人们消费需求的不断异化，产品的寿命周期缩短，产品更新换代的速度加快，迫使许多生产企业走上多品种、小批量的生产方式，以适应市场多变性及提高本企业产品的市场占有率的需求。这就对为少品种大批量生产奠定基础、开辟道路的标准化设计原则提出了挑战。

1.1. 现各种刀具材料的性能都有显著的提高，形成了每种刀具材料独特的优势和适用范围又相互补充替代的格局。但可转位刀片的调换技术不能仅是同类或不同类刀具材料静态参数延续的重复，还应该包括不同刀具材料动态几何参数的优化和调整功能。刀片新牌号的开发应包括相应断屑槽型与几何参数的改进，以适应被加工件及不同工序对断屑的

要求，并起到降低切削力、减少振动使切削更加轻快的作用。例如：三菱综合材料公司开发的四种 UE 系列硬质合金刀片牌号所对应的槽型就是一例。据 GemeCom 公司介绍，该公司与 Fraise 公司合作，专门根据 Fraise 公司的铣刀材料几何角度加工条件开发相应的涂层，保证三者的有效结合取得了良好的效果。所以，众多创新刀具的一个共同特点都是对切削理论的科学运用，如：三高公司的平面铣刀的刀槽有 10° 的正前角加上正前角的刀片，安装后的有效前角高达 35°，就显著降低了切削力和功率，扩大了刀具的应用范围。

1.2. 在现在的可转位刀具的结构中，刀片几何参数的重复性转位只表示在单一工艺性能优化与高投入高产出条件下的静态产品。在复杂加工系统中只是被动与局部的概念，切削部分与刀柄的集成技术单一、使用中也无功能优化的接口，只会因磨损等原因而导致性能劣化。

1.2.1. 硬质合金可转位刀片已有国家标准 (GB2079-80)。刀片形状很多，常用的有三角形，正方形，五角形和圆形等，在每个切削刃上大多不带后角，但有成型的断屑槽和相应的法向前角。刀片的实际工作后角由刀片在刀槽的倾斜角度决定的。对一般机械加工企业来说，刀具的配置，更多的只是是如何选、如何用。

¹ 仇启源、庞思勤《现代金属切削技术》机械工业出版社 1992 年 1 月 p.60916-30

² 编委会《现代机夹可转位刀具实用手册》机械工业出版社 1994 年 11 月 p.77.17-p.78.1-2

1.2.2 刀片后角的选择

常用的刀片后角有 N (0°)、C (7°)、P (11°)、E (20°) 等,一般粗加工,半精加工可用 N 型。半精加工、精加工可用 C 型、P 型、也可用带断屑槽形的 N 型刀片。加工铸铁、硬钢可用 N 型。加工不锈钢可用 C 型、P 型。加工铝合金可用 P 型、E 型等。加工弹性恢复性好的材料可选用较大一些的后角。一般镗孔刀片,选用 C 型、P 型,大尺寸孔可选用 N 型。说明未和刀柄技术集成形成前、后角参数对的调整功能,参数种类繁多(图 1)。



图 1 2 种车刀

1.2.3.刀片精度等级的选择

刀片精度等级根据加工作业,例如精加工、半精加工、粗加工等选择,以便在保证作业任务完成的前提下,降低加工成本。国家标准有 A~U 共 12 个精度等级,车削常用等级为 G、M、U。一般,精密加工选用高精度的 G 级刀片;非铁金属材料的精加工,半精加工宜选用 G 级刀片。淬硬 (45HRC 以上) 钢的精加工也可选用 G 级刀片。精加工至重负荷粗加工可选用 M 级、粗加工可选用 U 级刀片。说明精加工性能单一不及临时修磨修光刃快捷、经济。

1.2.4.结论:

可转位刀片虽然克服了刀片经过焊接产生的热裂纹、以及强度与切削性能下降的缺陷,但失去了重磨的修复功能,利用率低下。因为在切削过程中切削刃磨损后可转换另一条切削刃继续工作,但全

部转位完毕则无法继续使用。刀具结构的缺陷使刃口可能的重磨,前、后角、主偏角与刃倾角也无法进行调整、修复,无主动适应功能。因而,在工件特征分析的基础上,重点对刀具选配系统进行总体功能和结构的设计,并利用数据库理论建立系统框架模型并进行具体的运用,也只能在高速大批量生产的条件下取得相应的经济效益,但改变不了这种缺陷。所以,提高现有可转位刀片先进切削材料的利用率,也是效率优先综合原则的具体运用,但刀具切削部分与刀柄技术的一体化技术问题必须优先解决。

1.3.现汽车行业所用的硬质合金刀具几乎 75%进行了涂层,但随着对刀具重磨要求的提高,愈来愈多的重磨刀具需要重新涂层前刀面角度与断屑性能的调整与持续应用问题,还需要涂层厂家与用户共同付出更大的努力;这实际也是刀头与刀柄技术的集成问题,通过断屑圆弧槽的适当调整是完全可以解决的¹。

2. 现可转位刀柄的技术缺陷与集成问题

2.1.现有可转位刀柄的技术缺陷

现有可转位刀片定位面与刀台结合面完全重合,致使刀片和刀台后面必须同时进行刃磨,否则仅重磨刀片,则后面结合面积减小、刀台凸出,刃口不能有效接触到被加工面。结构原理的相同性致使转位不重磨的刀具无法提高刀片的利用率,效率优先应该也是刀柄性能充分发挥切削部分功能的优化原

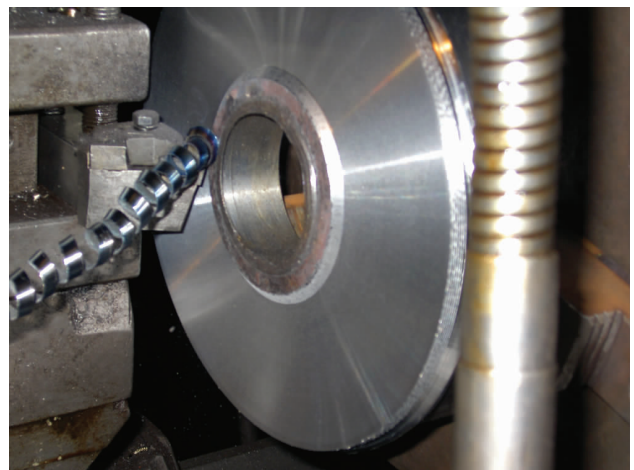


图 2 可转位刀片车刀切削状态

¹ 范亚炯 《对可调是刀片基本设计要求的探讨》 机械研究与应用 2002 (1) P13-15

则。所以，在切削工具系统内可转位刀片应作为工作模块，通过相应的接口与刀柄技术集成，从而完成刀片的优化设计（图2）。

2.2..可行性

可转位刀片装夹刚性对工具寿命的稳定、延长以及加工精度起着决定性作用。同时采用固定销和压板压紧的刀片复合上压结构，具有很高的刚性及可靠性，用途广泛。因而，刀片压板尾部圆弧面在刀柄支撑面上作有限往返圆周运动，并保持同样的刚度与可靠性是可能的。如果支撑面挡板沿吃刀量矢径方向作有限往返直线运动并保持同样的夹持刚度与可靠性，并采用钩形复合压板则可能沿弧面支撑与刀面各种法后面良好接触，刀片调整性转位问题的解决是刀片技术与刀头装卡技术的集成与解决。

CAPTO 及 HSK 之类的先进刀柄技术不仅能使刀头切削并与加工件接近性好，保证稳定而精密切削，而且便于调整前后角并保持良好的接触强度。特别对于复合型刀柄，可同时调换安装至少数把不同的刀杆，既节省了换刀时间，又可完成粗车、精车、车外圆、车螺纹等不同工序的连续加工，节省辅助时间、实现了高效加工。刀柄同时配有向切削刃供应冷却液的（喷雾冷却剂、空气、切削液）注入孔，则使切削部位能更加顺利冷却。这是刀柄和刀头技术的集成，综合刀头和切削部分的技术集成，则为刀片的转位、调整、重磨与调换开辟了加工系统更广阔的领域。

2.3.不断增长的工艺性能的综合需要，使刀柄技术应能充分发挥刀片的切削性能，否则刀具的“结构性失衡”即适应性不强，只能导致刀片静态性能的降级使用。现有可转位刀具在中小加工企业中重磨后刀面率高、加工效率不高，刀柄损坏严重就是一例，也形成了对刀片动态升级的矛盾。这种标准化的千篇一律的刀片结构，仅依靠不断地生产新型号的产品并淘汰旧产品来解决矛盾，必然造成大量的资源浪费。另一方面，随着刀片型号的增加，也会给刀片采购和管理带来不便，从而为用户快速、高效及正确选择刀具增加了难度。所以，结合我国大量机加工中小企业管理不到位的具体状况，刀具

消耗水平的居高不下，可能在所必然¹。因而，效率优先的原则应该是管理到位并专业化服务下的综合效益。这样刀片的结构应满足与刀柄技术集成的具体要求，才能适应加工过程对精度、效率、可靠性提出的越来越高的要求，否则就不能脱离标准化的模式，也不会发生根本性的变革。

3. 可转位刀片的创新设计的建议

根据切削过程优化所改变的控制因素所属范围和规模，可将各种优化过程分为三个层次：

(1). 通过调节操作参数（切削用量、刀具几何参数）实现优化；

(2). 通过改进工艺规程（某些车刨工改为铣削即可提高生产效率）实现优化；

(3). 通过更新设备并相应地改变工艺规程（对于多品种小批量生产将传统机床改为 NC 或 FMS 等先进机床设备，可较大幅度提高加工效率、质量与机床利用率）从而实现优化；

上述(2). (3). 优化方案级别较高，但是一个有一定风险且极为缓慢的过程，只有具备一定的条件方可实行。虽然机加工企业整体技术能力的不断提高，切削加工工艺和设备的周期越来越短，这两个级别的优化越来越重要，但不能否认第一种方案的灵活、实用，且效益可观的业绩，也应是可转位刀片设计的一个基本思想与原则

4. 结论

市场经济的不断推进，使现代机加工企业的生产是高目标和低成本的效率追求过程，是以投入最小人力、物力的绿色优化生产，所以，刀具基本需求的效率优先原则是一个综合指标。因而，可转位刀片的结构功能满足“刀具切削部分在刀头结构中延续、变化的具体要求，并反映刀具切削部分几何参数可调与功能互换的具体关系。”，就能充分体现与刀柄技术集成的具体要求，解决可转位、可调、可调换与可重磨的问题，研制出适应性强、综合效率优先的新型刀片。□

¹ 据美国发表的统计数据，2003 年中国制造业规模已发展到在全球位于美国之后，和第二位的日本已很接近，但中国的刀具消费水平，却和一个制造业大国的现状很不相称。最近三年，中国机床进口额和消费额均连续保持世界第一，但刀具消费却远远落在后面。

五轴联动龙门加工中心现状与发展探讨

沈阳机床（集团）有限责任公司 刘士玉 徐树洛 高级工程师

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

关键词：五轴联动 龙门加工中心 AC 摆（BC 摆）、AB 摆

Status Quo and developing trend of five-axis Gantry-type Machining Centers

Liu Shiyu

(Marketing & serving Department of Shenyang Machine Tool (Group) Co., Ltd.)

Abstract: By an analysis on the status quo of gantry type machining centers, including turning & milling centers, that controlled five-axis simultaneously, the structural characteristics of the machines is analyzed, a comparison is made between domestic and overseas products and the technical gap is found between them. A corresponding suggestion is offered on developing concept of such high-end machines. In addition, a strategy is raised for further developing of machine tools marketing in China, based on the existing market situation.

Key words: five-axis machining center, gantry-type machining center, A/C (B/C) -axis angular head A, B-axis angular head

一、机床发展趋向

五轴联动龙门加工中心主要用于飞机、模具等大型复杂整体结构件的高速加工。当今的五轴联动龙门加工中心正朝高速、高精、复合、柔性和多功能方向发展，并力求获得更高质量和高效率。

二、发展现状

五轴联动龙门加工中心国外上世纪 80 年代已应用于工业生产，西方国家担心高性能数控机床被中国用于军事工业，长期对中国实施限制性出口政策。

国内起步较晚，江苏多棱 1999 年北展推出国内首台五轴联动龙门镗铣床，近年来发展迅速，国内企业：多棱、桂林机床、沈阳机床、北一、济二、汉川、大连等国内企业及台湾亚崴、乔崴进、协鸿、乔福等均试制、生产该类机床，但目前均处于研制阶段，未形成规模效应。国际上主要生产企业有：日本 SNK、OKUMA，德国瓦德利希-济根、科堡、XIMMERMAN，意大利 FIDIA、JOBS，法国

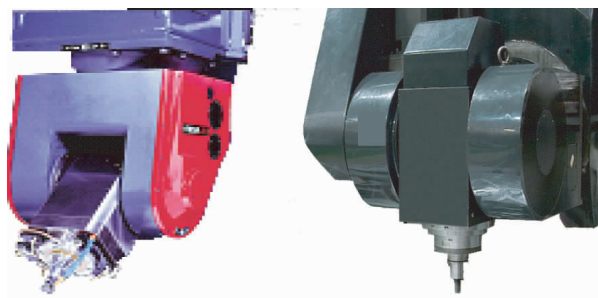
FOREST-LINE 等等。国内制造企业已经大量进口，使用国外该类机床。

三、结构分析

1、总体结构

五轴联动龙门加工中心国际主流机床按结构可分为：定梁定柱工作台移动式，横梁升降的动梁定柱工作台移动式，动梁动柱工作台固定式，及桥式龙门式结构。按摆头结构分为二种：AC 摆（BC 摆）、AB 摆。（结构如下图）

国产机床规格大都集中在工作台宽度从 1.5~



2.5m, 产品主要是横梁固定、工作台移动式、配置德国 Cytec 或意大利 FIDIA 进口 AC 双摆角铣头, 实现五轴联动功能, 系统德国 SIEMENS 840D 为主。国外机床以动梁为主体, 定梁结构受加工零件高度限制将逐步被动梁代替。

2、参数对比 (表 1~4)

表 1 定梁定柱工作台移动 AC 摆

技术参数	单位	北一	济二
		XKAV2415	XHV24 系列
工作台尺寸	m	1.5×3	1.6-2.5×3-10
承重	tons	5	2.5-5
AC 行程		±105°/±19°	±110°/±200°
主轴功率/扭矩	kw/Nm	52/150	20-40/95.5-71
主轴最高转速	Rpm	10000	24000
X/Y/Z 轴快移	m/min	15/15/15	10
系统		840D	840D

江苏多棱	RAMBAUDI	SMTCL
XK24 系列	RAMMEC MG300	GMB25505x
1.6-3×3-8	2×3.2-4.2	5×2.5
1.5/2	10/m ²	6
±95°/±200°		±105°/±185°
27/150	42/1300	30/1000
10000	4000	3000
15/15/12	20	20/20/16
840D	FIDIA	840D

表 2 动梁定柱工作台移动 AC 摆和动梁动柱工作台固定 AC 摆

技术参数	单位	动梁定柱工作台移动 AC 摆	
		SNK	MAZAK
		RB-F 系列	V-100N/140N
工作台尺寸	M	1.5-3.5×3-6	2.1-3.1×3-10
承重	Tons	10-30	43
Y/Z 轴行程	mm	600-1100/600	1250/710
AC 行程	°	±95°/±360°	±110°/±180°
主轴功率/扭矩	kw/Nm	25kw	36kw
主轴最高转速	rpm	40-6000	10000
X/Y/Z 轴快移	m/min	20/20/6	30
A/C 快移	rpm	10	
系统		FAUNC 15i-M	MAZATROL 640

动梁动柱工作台固定 AC 摆	
CORREA S.A.	SMTCL
FPMW	GMB3080WM
2.5×5—	3×8
15/ m ²	10
-90-+110°/360°	±85°/±185°
37/371	67/2900
4000	4000
8/12/12	16
Heidenhain iTNC-530	SIEMENS 840D

表 3 桥式龙门结构 AC 摆

技术参数	单位	江苏多棱	RAMBAUDI
		XH2725/5X-10	RAMSPEED 系列
工作台尺寸	m	10×2.5	2×2.5-3.5×8
承重	T	2/m ²	10/m ²
AC 行程	m	±100°/±200°	±100°/±190°
主轴功率/扭矩	kw/Nm	30/95.5	33
主轴最高转速	rpm	14000	24000
X/Y/Z 轴快移	m/min	10/20/20	25/20/16
A/C 快移	rpm	5	
系统		SIEMENS 840D	FIDIA

大连	济二	SMTCL
BK40/50	XHSV25 系列	GMC2050/2580u
6×2.5/3×5	1.5×4-4×30	2×5/2.5×8
30/15	5/m	5/m
±100°/360°	±100°/±200	±110°/±200°
25/780	30/71.1	27/40-42/55
5600	24000	24000
25	20	20/20/18
	8	10
SIEMENS 840D	SIEMENS 840D	SIEMENS 840D

表 4 AB 摆

技术参数	单位	MAZAK VORTEX	SMTCL
		1400/160—II	GMC1230u
工作台尺寸	mm	4000×1250	3000×1250
承 重	Kg	5000	5000
X/Y/Z/AB 行程	mm	4200/1400 /610/±400	3700/1900 /650/±400
主轴功率/扭矩	kw/Nm	37kw	45/275
主轴最高转速	rpm	10000	14000
X/Y/Z 轴快移	m/min	20/30/20	20/30/20
A/B 快移	rpm	10	10
系统		MAZATROL 640	SIEMENS 840D

通过以上数据可见，近几年开发的五轴联动龙门加工中心，基本参数、机床结构和国际水平接近，小部分机床可以替代进口，如 SMTCL AB 摆的五轴联动龙门加工中心 GMC1230u。通过多年的努力国内企业已经掌握了五轴联动控制技术及机床基本结构原理。

3、技术差距

整体不足之处集中在：关键的制造水平，机床精度及稳定性、机床平均无故障时间及机床应用领域基础研究。

对高速加工技术，国外已进行了多年的研究，对高速加工的机理、机床结构、机床刚性和精度的影响等都有了系统的研究，并开发生产了各种系列加工中心，广泛应用于航空铝合金零件和模具加工上。

而我国仅开发出新品，只有个别产品通过了生产验证。在加工精度上，国外加工中心普遍装有机床精度温度补偿系统，滑枕配置油缸平衡配重系统，主轴头热膨胀变形电子补偿装置等等，加工精度比较稳定，而国内尚在研发中。

国际上各个国家采用的标准不同，总体精度对比如下：

项 目	国际水平	台湾	SMTCL
定位精度	10μmmm	30-50	15-20μm
重复定位精度	6μm	15-20	10-15μm
表面光洁度	<1.25μm	<1.6μm	1.6μm
平均无故障时间	5000h	3000h	<800h
噪声	<78db		<83db

国外各类机床标准配置实现通用化模块化设计制造，机床配置齐全，可根据用户需要提供不同机床配置，交货快、质量稳定。

四、产品策略

1、总体规划，实现通用性模块化

形成几大基本系列，最大限度发挥零部件通用化的优点。通用性、模块化才能最大限度满足用户个性化的需求，加快交货进程。

2、持续改进，不端完善产品质量

任何产品只有经不断的完善，不断的持续改进才能弥补设计缺陷，完善制作工艺路线，在实际应用中总结经验，不断提高产品的内在质量。

3、加大基础理论的研究，推进关键功能部件的发展

目前五轴龙门的关键技术，五轴头、数控系统、电机，国内企业全部是进口的，价格居高，成本居高不下。为此只有自力更生实现自主研发突破关键技术。只有坚持走技术发展的道路，才能大幅降低关键件的采购成本，提高企业的利润空间。

五、目标市场

五轴联动龙门加工中心价格高昂，一般用户很难接受，目前主要应用于飞机制造业、大型模具加工企业。据了解，未来 20 年，我国需要购买民用客机 2400 余架，价值高达 1970 亿美元，而主力机型就是干线飞机，再加上各类支线客机和民用运输机，总价值应在 3500 亿~4000 亿美元。大飞机项目将推动装备制造业的发展，加快高档机械装备的研制步伐。在项目研制过程中需要成套的大型精密高档数控机床，飞机采用高速数控加工技术是一种趋势。

中国航空工业第一集团公司及第二集团公司是目前主要的目标客户。国内大型龙门制造企业均有少数产品进入飞机制造企业。

六、应用特点

当前在航空工业技术改造中，原则上精加工都

采用国外设备，粗加工和半精加工采用国内制造设备。飞机制造企业机翼、机身、尾翼的整体框架、梁、壁板等零件加工，零件结构复杂、材料成本高昂要求 0 废品率、零件表面质量及尺寸精度要求高，材料去除率大 75~95%，效率高，零件材料大多为钛合金和高强度耐热合金，要求机床功率大、扭矩大、刚性好，精度保持性好。

航空工业所需求的高速大扭矩五轴龙门加工中心，一般以工作台宽度 1000~2000 mm、长度 2000~8000mm，主轴转速 6000~40000 rpm 为主体。

适用于铝合金高速切削的五轴龙门加工中心，主轴转速一般都在 6000~30000rpm，切削速度可达 2000~5000m/min，加工进给速度达 2~20m/min，材料的去除率 30~40kg/h，铣削深度粗加工 15~20mm，精加工 5~8mm。要求机床实现主轴高速恒功率切削。钛合金加工，要求加工进给速度 40~60m/min，进给量 0.3~1mm/r，铣削深度一般粗加工为 1.5~3.0mm，精加工为 0.2~0.5mm。实现机床大扭矩低速强力切削。

七、市场前景广泛

目前主要是国内企业之间的竞争，考虑到制造水平，用户购买国外机床一般不会向国内企业发放标书，高端五轴大部分被国外垄断。

1、市场容量

据行业协会报道仅 2006~2007 年航空工业重点急需的是高速五轴加工中心，以及高速五轴龙门移动式或横梁移动式加工中心，大扭矩中速五轴加工中心，需求数量近百台。

另据海关统计 2007 年进口龙门式加工中心 569 台，金额 1.9 亿美元，同比增长分别为 27.6% 和 48.7%；其中高端五轴龙门约占 20% 左右份额，以此推测全年需求在 110 台左右。

2、竞争优势

在产品技术及质量本身不具优势的前提下，国内企业竞争优势在于价格与服务，优势在于整体品牌及营销网络。

3、国家政策有利机床发展

“十一五”期间国家鼓励企业自主创新，鼓励采

用国产设备。

八、营销策略建议

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

1. 完善产品 提高质量

实施精品工程。不端推出新品，靠机床质量的不断提高及机床档次的不断提升，不断提升机床价格空间。优化产品结构，提高产品竞争力，尽全力为用户提供个性化机床，提供最优工艺方案，为用户提高完善的售前售后贴身服务。

2. 价格策略

高端机床价格并不是主导因素，精湛的技术、强大的生产能力、过硬的服务才是根本。在重大项目招标中，视竞争对手具体情况可采取灵活的价格策略，以最大限度抢占市场份额。

3. 大力促销 拓宽渠道策略

据调查国内用户对国外机床的品牌认知度高达 60%，对国产机床的认知还停留在普通设备及 3 轴中档数控水平，对国产设备普遍存在使用不放心，特别是对五轴大规格机床的精度、承重等指标信心不足，对五轴机床控制及后置处理的信心不足；大型零件加工成本费用太高，尝试国产机床投入风险太大。

当务之急是转变用户观念，让用户明确信心。国内企业不仅有能力生产高端机床，而且有能力不断提高产品质量，提供周到的售前售后个性化服务。

九、结束语

五轴联动龙门加工中心作为关键设备，打破国外技术垄断，实现高端机床自给自足，实现“中国装备装备中国”任重而道远，国内制造企业必须寻求突破，继而实现产全线启动市场。□

数控重型立车电气随动车削装置的研制

海燕 ① 何发诚 ②

(① 湖北工业大学 ② 武汉重型机床厂)

本文介绍了数控重型立车的电气随动车削装置, 分析了其工作原理和技术特点, 并介绍了在数控重型立车上采用这种装置如何车削非圆形变壁厚筒体, 锥体, 不等锥体类零件上的焊接坡口。

关键词 数控重型立车 非圆形变壁厚截面 随动车削

Developing on an electric follow turning device of heavy-duty CNC vertical turning mill

HAI Yan HE Facheng

Abstract In this paper, firstly an electric follow turning device of heavy-duty CNC vertical turning mill was introduced. Then its principle and technical characteristic were analyzed. At last, the usage of this device was given in machining of weld grooves at varying thickness non-circular tube, normal cone and scalene cone.

Key Words Heavy-duty CNC vertical turning mill; Varying thickness non-circular section ; Follow turning

数控重型立车是水电、火电、核电和军工等机械制造行业的主要加工设备, 尤其是对于大直径旋转曲面体类零件的加工, 有着独特的优势。在加工某些特殊构件时, 如: 在非圆形变壁厚筒体、锥体、不等锥体类工件上车削焊接坡口, 需要数控重型立车具备仿形随动车削的功能。

一、问题的提出

一般的数控立式车床, 只能在横截面为圆形的回转体类零件上车削焊接坡口。但某些有特殊用途的大直径薄壁套类焊接结构件, 由于此类零件是用不同厚度的钢板弯曲卷制焊接而成的, 故其横截面形状近似为薄壁圆环, 这种横截面的薄壁圆环上不仅壁厚不同, 形状也不规则, 凹凸起伏, 而且形状变化无规律可循 (即: 非圆形变壁厚筒体、锥体、不等锥体)。要求在此类零件的上下端面加工出均匀一致的焊接坡口, 是一个技术难题。需要数控重型立车具备仿形随动车削的功能。国内曾有不少机床生产企业为解决这一问题作过多种努力, 但都未能达到加工要求。图 1 为零件横截面示意图, 图中, 双点划线为壁厚一致的标准圆环。在 10000 mm 的直径上, 凹陷处与凸起处在直径相同时, 相差约为 30~50 mm。为保证在整个

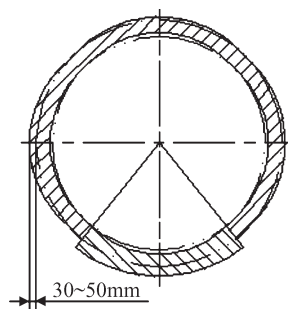


图 1 为零件横截面示意图

断面上的焊接坡口形状相同, 尺寸一致, 仅有径向进给是不够的。在加工圆环外壁上的坡口时, 车刀在径向需按圆环内壁的轮廓随动进给; 而加工圆环内壁上的坡口时, 车刀在径向则需按圆环外壁轮廓随动进给。此前, 这项技术尚属国内空白。

二、工作原理

图 2 为电气随动车削装置的原理与结构示意图。根据工作要求, 随动刀夹在工件一侧的进给量应该是测量装置在工件另一侧所测得的位移量, 随动刀夹要与测量头同步, 且位移相同, 位置反馈数据就是直接给出的进给量。然而, 由于加工工件的曲率半径不断变化, 位移滞后量 (即: 跟踪误差) 使得被加工件不

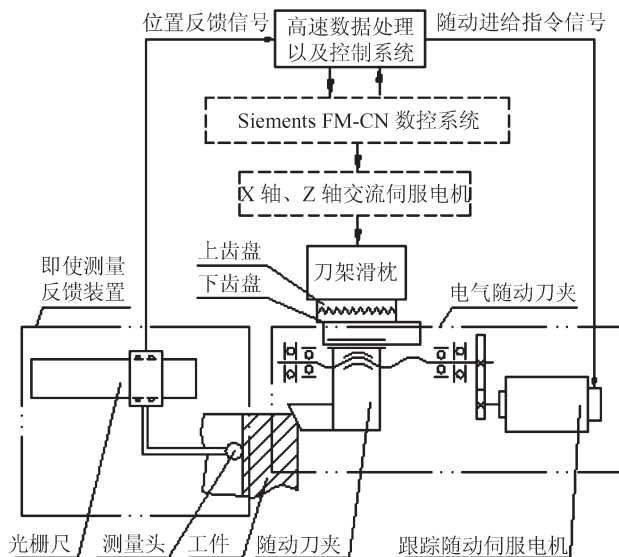


图2 为电气随动车削装置的原理与结构示意图

可避免地会产生轮廓形状误差，为尽量减少这种误差，与一般伺服进给系统相比，随动车削装置对于输入信号的响应速度和瞬态过程结束的迅速程度的要求很高。只有如此，才能具备特殊的仿形随动功能，在非圆形变壁厚筒体、锥体、不等锥体等类型的零件端面上加工出合格的焊接坡口。

我们选择 Indramat 单轴数控系统、Heidenhain 光栅尺和 Siemens 交流伺服电机组成了闭环随动系统。

Heidenhain 光栅尺的输出信号选择正弦波信号，其分辨率高于方波信号，可减少系统的跟踪误差。高速数据处理及控制系统（Indramat 单轴数控系统）对光栅尺输出的位置反馈信号（即：工件半径的变化信号）进行处理后，由即时跟踪伺服驱动器驱动跟踪随动交流伺服电机带动随动刀夹工作。此系统响应速度快，数据处理时间仅 0.5ms，使随动刀夹具有很高的响应速度，因而能获得良好的跟踪精度。此外，高速数据处理及控制系统还可与 Siemens FM-NC 数控系统进行数据通讯。当不同壁厚时，可通过编程调整，而且，数控系统还可向电气随动车削装置发出启、停信号。当电气随动车削装置工作异常报警时，高速数据处理及控制系统给数控系统发出中断信号，数控系统给 Z 轴交流伺服系统发出信号，控制 Z 轴滑枕快速提刀，同时数控系统控制主电机停转，这样可避免损坏工件。此功能在工件加工过程中非常重要。

工作时，测量头与非圆形筒体内壁接触，当数控车床工作台开始旋转，测量反馈装置即可测出非圆形筒体截面半径的变化量，此信号传输到高速数

据处理器及控制系统，控制跟踪随动伺服电机驱动随动刀夹即时跟踪，使得电气随动刀夹位移的变化与非圆形筒体半径的变化几乎同步，从而实现了电气随动车削非圆形变壁厚筒体焊接坡口的功能。

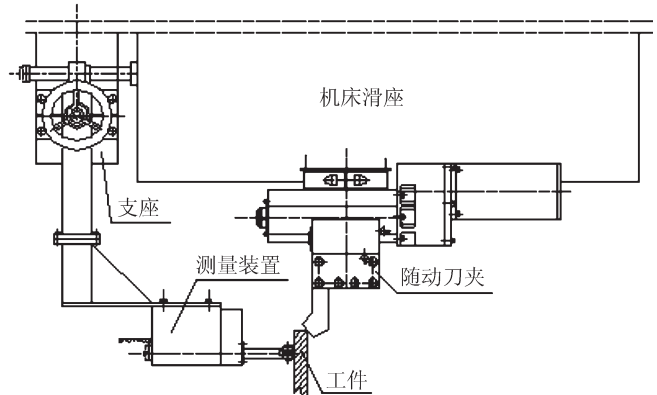


图3 电气随动装置示意图

三、机械结构

为了保证获得良好的随动加工精度，除必须使其具备很好的快速响应特性之外，测量数据的准确，随动刀夹对于指令信号反应的灵敏，对于随动精度的影响也相当大，是获得良好随动精度的基础。而这些，除了取决于数控系统的性能之外，也与随动车削装置本身的机械结构有很大关系。

电气随动车削装置由测量装置、随动刀夹和支座三个部分组成，如图3所示。其中，支座装在横梁导轨上，将测量装置与机床滑座连在一起，当加工不同厚度的工件时，可通过支座的调节元件来调整测量装置与机床滑座的相对位置。测量装置和随动刀夹是电气随动车削装置的关键部位。下面，分别介绍这两个部位。

在即时测量反馈装置中，光栅尺的定尺安装在固定支架上，光栅尺的动尺则安装在支杆座上，支杆与固定支架两侧的孔均有一定间隙，支杆前端的测量头用一个滚动轴承作滚轮，而装有这些测量反馈装置的固定支架则与支座连为一体。工作时，弹簧使测量头紧靠壳体一侧，当工件随工作台转动时，测量头沿工件壁转动，并推动支杆作轴向移动，支杆座与光栅尺的动尺也随之移动，即可获得移动的位置信号。在支杆座的移动部位特设置了高精度直线滚动导轨，其动静摩擦系数小，机械响应速度快，导向精度高。支杆上装有导向的键，用于支杆移动的导向，防止支杆转动，而标尺则用于调整支杆的初始位置。

随动刀夹的结构与一般数控机床的进给系统类似（见图2）。随动刀夹与滚珠丝杠副的螺母座固定为一体，可沿着刀夹座上的导轨来回移动。导夹座和随动刀夹之间采用摩擦系数小的聚四氟乙烯软带导轨，工作平稳，运动灵活。为保证润滑良好，刀夹体上有注油嘴，可定期加注润滑脂。伺服电机根据数控系统传递的光栅尺移动的位移反馈信号，通过配速齿轮和滚珠丝杠副驱动随动刀夹车削工件。刀夹座通过上、下齿盘与刀架滑枕相连，不需要随动车削时，只要将电气随动车削装置取下，换成普通刀夹即可，使用十分方便。

根据用户的使用要求，我们在 CK53100 型数控单柱移动立车上设计了一套电气随动车削装置。试车时，在直径为 6500 mm，壁厚为 35 mm，凹凸相差达 100 mm 的大型非圆壳圈上加工 $5\times 45^\circ$ 焊接坡口

时，最大误差仅 $\pm 0.2\text{mm}$ ，大大优于 $\pm 0.5\text{mm}$ 的精度要求，表面粗糙度可达 $Ra: 1.6\mu\text{m}$ 。完全能够满足此类零件的加工要求。目前，该机床已经投入使用数年，顺利加工了许多非圆形变壁厚筒体、锥体、不等锥体等零件上的各种焊接坡口，精度稳定，工作可靠性好。

第一作者：海燕，湖北工业大学机械工程学院机械电子工程系教师，邮编：430068

研究方向：数控重型机床的设计与制造 曾长期从事重型机床的设计与制造工作。

参考文献

毕承恩 主编 《现代数控机床》
北京 机械工业出版社 1991 年

刀具表面涂层技术进展综述

Comment on the progress of cutting tool coating technology

胡兴军

刀具表面涂层技术是应市场需求发展起来的一种优化表面改性技术, 由于该项技术可使切削刀具获得优良的综合机械性能, 从而大幅度提高机械加工效率及刀具使用寿命, 因此该项技术已成为满足现代机械加工高效率、高精度、高可靠性要求的关键技术之一。世界各国都十分注重涂层技术的发展。

一、刀具涂层技术发展简述

涂层技术对刀具的发展起了巨大的促进作用。刀具经过涂层后可大幅度地延长使用寿命, 资料显示, 发达国家80%的刀具经过涂层处理。另外, 随着涂层装备的逐步改进和涂层工艺的成熟, 刀具成本正在逐年下降。涂层刀具是提高切削效率, 降低生产成本的有效途径。

一般来说, 涂层应具有稳定的化学稳定性能、热硬度和与基体较强的粘结性能。优化的涂层厚度、细的显微结构及残余压应力可以进一步提高涂层性能。涂层材料化学惰性的标准是它的形成标准, 自由能的负数很高或在切削温度下它在工件材料的溶解度很低。在切削温度下, 只要硬涂层比基体的硬度高, 就有助于增强抗磨粒磨损, 虽然切削主要由化学磨损所控制, 但由于高的涂层硬度会使刀具前面在较高的温度下, 其抗月牙洼磨损性能得到增强。涂层方法及过程参数影响硬涂层的显微结构, 反之, 显微结构(如颗粒尺寸、颗粒结构、颗粒边界和相边界)又影响硬涂层的力学性能和金属切削性能。为了获得满意的切削性能, 刀具涂层与基体的粘结必须牢固。为了达到最大的金属切除率, 涂层的厚度必须是最优化的: 太薄, 在切削时保持的时间太短; 太厚, 它的作用就好像是整体的材料, 失去了

与基体组合的优越性。

目前, 刀具涂层技术主要分为两大类: CVD工艺和PVD工艺。纵观CVD、PVD技术的发展过程, 可以发现几个规律: 当第一代CVD涂层合金刀片及PVD涂层刀具进入市场后, 首先要解决的是制造出稳定可靠的涂层刀具的技术装备, 并逐步完善, 以满足市场需求。其次是开发新一代涂层成分, 进一步提高涂层刀具的切削效率。第三阶段是研制多层涂层及控制技术, 使刀具表层具有多种涂层材料的综合物理机械性能, 从而满足加工不同金属的需求。

碳化钛是一种高硬度耐磨化合物, 有着良好的抗摩擦性能; 氮化钛的硬度稍低, 但却有较高的化学稳定性, 并可大大减少刀具与工件的摩擦系数。从涂层工艺性考虑, 两者均为理想的涂层材料, 但无论碳化钛还是氮化钛, 单一的涂层很难满足高速切削对刀具涂层的综合要求。

自PVD涂层高速钢刀具投入应用以来, 人们一直在探索能否用PVD代替CVD工艺对硬质合金刀具进行涂层。由于PVD工艺温度低、不会降低硬质合金的自身强度, 刀片刃部可磨得很锋利, 从而降低机床的功率消耗。目前CVD和PVD两种工艺技术在刀具涂层中并存和相互补充, 并且自身的优点在涂层刀具中具有各自的份额。一般来说, 高速钢及锋利的硬质合金精刀片和硬质合金多刃刀具采用PVD工艺涂层比较理想, 其余大部分硬质合金刀片均可采用CVD工艺涂层。

二、刀具涂层技术的分类

1. CVD涂层

硬质合金刀具主要采用化学气相沉积(CVD)工

艺, 其硬涂层可提高刀具寿命和生产率。化学气相法 (CVD) 沉积金刚石薄膜是国际上正在迅速发展和应用的一项高新技术。在硬质合金 (或陶瓷) 衬底上涂覆10~30 μm 厚的金刚石薄膜可制成涂层刀具、涂层拉丝模、涂层喷嘴和其他涂层零部件, 涂层的物理和化学性能都能达到或非常接近天然金刚石的水平。CVD金刚石涂层刀具的抗冲击性能优于PCD刀具, 适用于非铁材料的粗加工和半精加工, 其刀具寿命比硬质合金提高3~10倍, 被加工件愈硬, 寿命提高的倍数就愈高。涂层拉丝模或喷嘴衬底的孔径应大于3mm, 金刚石涂层拉丝模适合各种材料 (包括含铁材料) 的拉丝加工, 涂层喷嘴也适用于各种应用场合, 涂层后的工作寿命可提高5倍左右。

化学气相沉积 (CVD) 技术已从早期的单涂层发展到现在的由TiC、TiN、TiCN和Al₂O₃复合多涂层, 而且通过选择涂层的顺序及涂层的总厚度来满足特种金属切削的要求, 尤其是Al₂O₃涂层可提供包括高的抗扩散性磨损、优良的抗氧化性和高的热硬度等极好的高温性能, 所以在铸铁及钢等材料高速加工中获得广泛应用。

近年来, 刀具制造商已引进中温MT-CVD TiCN涂层, 当使用乙炔作为有机的C/N源, TiCN的沉积大约发生在850℃, 而高温CVD TiCN涂层要加热高于1000℃。MT-TiCN涂层用于车削和铣削时具有很好的耐磨性能, 它具有稳定的C/N比, 并可减少涂层与硬质合金基体之间界面形成 ϵ 相的倾向。

从目前的发展来看, CVD工艺 (包括MT-CVD) 主要用于硬质合金车削类刀具的表面涂层, 其涂层刀具适合于中型、重型切削的高速粗加工及半精加工, 尤其是 α -Al₂O₃涂层是目前PVD技术所难以实现的, 因此在干式切削加工中, CVD涂层技术仍占有极其重要的地位。

2. PVD涂层

十多年前, PVD已应用于圆柱形硬质合金刀具, 包括间断切削和/或一些需要锋利刀刃的金属切削刀片。最初PVD涂层只限于TiN, 而现在工业上已有适用的PVD TiCN和TiAlN涂层, 采用多种不同的PVD技术, 如电子束蒸发、溅射、电弧蒸发等。

PVD涂层技术在改进控制技术、提高等离子体密度、提高磁场强度、改进阴极靶的形状、实现过程的计算机全自动控制等关键技术上取得了全面进展, 从而使涂层与基体的结合强度、涂层的性能有显著的提高, 涂层的品种也从常规的TiN、TiCN、TiAlN

迅速扩展到特殊TiAlN、AlTiN、TiAlCN、CrN、DLC等涂层以及各种复合涂层和纳米涂层, 并能对涂层的组分、百分比、结构在很大范围内加以控制和改变, 以使用于不同的被加工材料和不同切削条件, 从而显著地提高了刀具的切削性能, 使涂层技术对刀具材料的“改性”作用达到了新的水平, 开拓了更大的空间, 成为当前发展高速切削、硬切削、干切削中一项十分关键的技术。

涂层设备为计算机全自动控制和模块化设计, 设备柔性好, 生产效率高, 质量稳定, 一台设备可以适应不同的批量、不同的刀具、刀片以及不同的涂层。例如PLAITT和PVT公司采用多弧工艺、多弧设备对电弧产生的“液滴”进行有效控制, 使刀具涂层表面的粗糙度得到很大改善, 已用于CD光盘的压模涂层。俄罗斯PLAITT公司新开发的 μAlTiN 涂层表面粗糙度仅为Ra0.02 μm 。

PLAITT公司新开发的纳米涂层, 通过在纳米的数量级范围内改变涂层的成分, 获得硬度 (韧性) 连续变化的梯度涂层; 纳米的多层涂层, 以AlN作为主层、TiN-CrN为中间层, 两者相互交替形成多层结构 (试验表明当层距为7nm时涂层的硬度达最高值, 约45GPa); PLAITT公司在最新一代 $\pi 80$ 的涂层设备上获得的新涂层--AlTiN/SiN, 其结构为3nm的AlTiN晶粒镶嵌在非晶态的Si₃N₄基体上, 在晶粒之间为1nm厚的Si₃N₄。该涂层的硬度达45GPa, 摩擦系数为0.45, 最高使用温度可达1100℃。在该设备上开发的LARC工艺, 还可以生成由上述结构组成的纳米多层涂层, 可进一步提高涂层的韧性。

三、刀具涂层技术新亮点

1. PCD涂层

金刚石涂层是近几年研究成功的新型刀具涂层材料, 这种涂层刀具特别适用于加工非黑色金属及纤维材料。金刚石涂层的硬质合金刀片及整体硬质合金多刃刀具在加工印刷线路板和硅铝合金等材料已取得很大的成功, 刀具寿命比未涂层硬质合金刀具提高数十倍。

美国科学家发明了一种廉价快捷地生产人造金刚石 (PCD) 的新方法, 它有望使金刚石涂层得到更广泛的工业应用。虽然应用这项新技术生产出的金刚石颗粒尺寸最大不超过10nm, 用它不可能造出宝石级的金刚石, 但它却能降低金刚石涂层的生产成

本,易于制造对材料硬度等性能有特殊需求的工件,如金刚石涂层刀具、刹车垫等。

金刚石的组成成分是纯碳。迄今人们已经能够从碳化硅中去掉硅元素,制成纳米级的金刚石。但现有技术需要在极高压力下进行,或通过高能等离子体喷射法来实现,生产成本低,产量低。美国得克萨斯州德雷克塞尔大学的科学家成功地在一个大气压的条件下制取出了纳米级金刚石。研究人员将碳化硅放在氯气和氢气的混合物中,然后将其加热到1000℃。氯气与硅发生反应时,余下的碳原子就会重新自我组合,形成各种纳米级的碳材料薄膜,其中有金刚石晶体,也有石墨、碳纳米管和六方金刚石等。氢气使得这种转换可以稳定地进行。

制取出的碳薄膜的硬度与金刚石基本相当,而且其特殊结构可以使之具有多种用途的性能,诸如可渗透、可导电等。这不仅能降低传统金刚石涂层产品的制造成本,还有望扩大金刚石涂层的应用范围,例如平面显示器、分子滤网等。

CVD金刚石涂层采用了许多金刚石合成技术,最普遍的是热丝法、微波等离子法和d、c等离子喷射法。通过改进涂层方法和涂层的粘结,已生产出金刚石涂层硬质合金刀具,并在加工非铁及非金属材料方面起着重要的作用。

2. 立方氮化硼 (CBN) 涂层

立方氮化硼 (CBN) 是氮化硼的高温高压相,它是第二种最硬的材料 (仅次于金刚石达60Gpa),其结构类似于金刚石,但CBN对于热铁、热钢和氧化环境具有化学惰性,在氧化时,形成一薄层氧化硼,此氧化物层给涂层提供了化学稳定性,因此它在加工硬的铁材 (50~65HRC)、灰铸铁、高温合金和烧结的粉末金属时具有明显的优越性。

许多科研人员试图用CVD和PVD技术沉积立方氮化硼薄膜。试验结果表明,在合成CBN相、对硬质合金基体的良好粘结和合适的显微硬度等方面已取得一定的进展。目前沉积在硬质合金基体上的立方氮化硼膜厚最大仅为0.2~0.5μm,若想达到商品化,则必须采用可靠的技术来沉积高纯的、经济的CBN薄膜,其膜厚应在3~5μm,并在实际金属切削加工中证实其效果。

CVD涂层硬质合金刀具的使用已取得迅速发展,MT-CVD涂层的韧性超过HT-CVD涂层,但是除了沉积TiCN涂层之外,若想扩展这项涂层技术,至今还不能实现。等离子辅助CVD涂层也有类似的优越性,

但涂层成分也受到限制。人们期望采用低温沉积方法能够生产出新的涂层成分。

新的PVD涂层材料的发展,包括PVD涂层Al₂O₃和PVD多涂层将扩大PVD涂层刀具的应用范围,这对CVD涂层将是一种挑战。

CVD和PVD的复合涂层是完全能够实现的。TiN/NbN, TiN/Ni和TiN/NiCr的超点阵涂层与那些单相氮化物相比,具有较高的硬度,它们有望在金属切削加工中得到应用。工艺经济性的改进将增加使用金刚石涂层刀具的可能,然而它们的应用范围只限于非铁金属。突破性的发展潜力寄托于立方氮化硼 (CBN) 涂层硬质合金刀具,这种材料可用于加工超过当今被加工材料75%的铁材。

3. HPPC涂层

1986年美国威斯康辛大学开发了一种新技术,即将被处理物体置于等离子环境中,外加高电压脉冲,从而可在三维形状物体表面注入离子。此项技术的全称是Plasma Source Ion Implantation,简称PSII技术。1993年9月,在日本金泽市召开的SMMID93国际会议上,由J R Conrad博士发表特别讲演,首次将该项技术介绍到日本。从1998~2000年,日本组织产业界、高等院校和研究机构通力合作,经过3年反复试验研究,终于在PSII基础上开发出一种全新的涂层技术,即Hybrid Pulse Plasma Coating系统,简称HPPC技术。

PSII技术是在被加工物体处于静止状态 (无自转和公转) 时,在其三维复杂形状的表面注入离子,从而达到改善表面物质性能的效果。PSII技术的原理是:对置于等离子环境中的物体外加负值高电压,以在物体附近形成无电子包层,通过该包层外加高电压,使等离子端部的离子被垂直注入于物体表面。新开发的HPPC系统中,其真空容器的内部容积为1m³,负值高电压脉冲的外加电压为20kV,脉冲宽度为5~20μs。HPPC系统中,原料气体的脉冲化、高密度脉冲等离子的形成、外加高电压脉冲的施加、真空排气等均由脉冲控制。

HPPC系统使用甲苯气体作为原料气体时,施加由PSII进行混合时的脉冲电压,便可将类金刚碳 (DLC) 膜镀覆在硬质合金基体上。通过试验可知,加大混合时的电压,即可获得结合强度良好的DLC镀膜。在成膜过程中,条件掌握得当,可获得100N以上的高结合强度DLC镀膜。进行复杂形状模具均匀涂镀试验时, D 为沟槽深度, d 为开口部宽度, D/d 为纵

横尺寸比, $D/d=4$ 时进行均匀涂镀试验。试件尺寸 $10\text{mm}\times 10\text{mm}\times 5\text{mm}$, 采用传统的离子涂镀方法, 只有在 $D/d=1$ 的情况下才能形成有效镀膜, 而采用 HPPC 系统, 则可在深槽底部及侧壁均可形成有效镀膜。另外, 还对有机金属 $(\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4)$ 气化后进行了陶瓷涂层试验。结果表明, 采用的方法不同, 膜厚比的差异也很大。如用等离子 CVD 工艺所获镀膜的膜厚比最大为 2.0, 而采用 HPPC 系统所获镀膜的膜厚比最大为 1.3, 其镀膜的均匀性明显优于前者。

四、我国刀具涂层技术发展现状

我国 CVD 涂层技术的研究起源于上世纪 70 年代初, 但直到 80 年代中期国内 CVD 刀具涂层技术才达到实用化, 其工艺技术与国际水平相当; 在随后十多年里与国际上的发展类似, 较为缓慢; 90 年代末期, 国内开始 MT-CVD 的研究工作。现在, 大多数涂层硬质合金刀片是采用 CVD 方法 (涂层温度在 1000°C) 将碳化物、氮化物或氧化物的单涂层或复合涂层涂覆在硬质合金刀片上。这些涂层在钢、铸铁中速或高速的加工中提高了刀具的切削性能, 如使用由 TiC 和 TiN 组成的涂层可大大减少后刀面的磨损和前刀面的月牙洼磨损。

我国 PCVD (等离子体辅助化学) 技术的研究始于上世纪 90 年代初, 该项工艺技术主要应用于模具涂层, 在刀具领域内的应用, 目前也还不十分广泛。2003 年 7 月, 西安交通大学和北京航空航天大学完成了“工模具表面陶瓷化 PCVD 技术开发与工业应用”项目, 该成果对推动我国制造业技术进步, 提高工模具产品质量和核心竞争能力具有重要意义。PCVD 小型实验室设备国内已有研制, 但仅为直流等离子体电源。模具要求大型工业设备, 须配备脉冲直流电源, 而国内迄今尚未研制。国外仅日本和奥地利等国拥有此类工业设备。西安交大等单位完成的这一项目, 解决了脉冲直流 PCVD 制备硬质薄膜的若干理论和应用技术, 突破了工业设备制造的电源瓶颈和工艺稳定性结构设计, 打破了国外技术垄断, 降低了设备成本。可应用于现代制造业, 主要是机械零部件的成型和加工, 如数控机床刀具、电路板高速钻头、航空发动机叶片等, 同时也可应用于各类机械配件的加工, 如气缸活塞、摩擦盘销、传动件和联结件等。

国内 CVD 技术与国际水平相差不大。新开发的中

温化学气相沉积 (MT-CVD) 涂层硬质合金是具有一定 C/N 比的整体 TiCN 涂层, 它具有抗后面磨损和抗月牙洼磨损的综合性能。新涂层是在 $700^\circ\text{C}\sim 900^\circ\text{C}$ 温度范围内沉积的, 在沉积过程采用一种有机化合物如乙炔作为碳、氮源而不是普通的 CVD 涂层方法采用 CH_4 和 N_2 , 用 MT-CVD 生产的涂层比由普通 CVD 生产的 TiCN 涂层具有以下优点: (1) 由于较低的涂层温度和较高的沉积速率, 所以减少了对基体的热负荷; (2) 由于涂层温度较低, 从而降低了在涂层和基体界面形成脆性 η 相的危险; (3) 由于较低的涂层温度, 导致涂层和基体的热匹配, 故减少了两者的界面应力; (4) 涂层与基体粘结性能良好; (5) 涂层具有稳定的 C/N 比。所以, 新的中温 TiCN 刀具在铣削 (湿铣和干铣) 加工中具有较广泛的应用前景。

我国还研制成功用于大批量生产的大、中、小型系列新型表面涂层 (HT-MT-CVD) 技术及装备。采用 HT-MT-CVD 表面涂层技术, 可在各种硬质合金工具、模具及各种钢制工模具、耐磨损、耐腐蚀零件表面, 牢固地涂覆上一层碳化物、氮化物、氧化物、硼化物等超硬材料, 从而使制品使用寿命提高 2~6 倍, 有的可达十几倍, 同时可提高生产效率 50% 以上。目前此项技术已广泛用于工业生产, 是现代工业中硬质合金工具、模具进行表面处理, 提高使用寿命的重要手段之一。

我国 PVD 涂层技术的研发工作始于上世纪 80 年代初, 80 年代中期研制成功中小型空心阴极离子镀膜机及高速钢刀具 TiN 涂层工艺技术。与此同时, 国内大型工具厂有 7 家引进了大型 PVD 涂层设备, 并均以高速钢 TiN 涂层工艺为主。进口技术及设备的引进, 调动了国内 PVD 技术的开发热潮, 国内各大真空获得设备厂及众多的科研单位纷纷展开了大型离子镀膜机的研制工作, 并于 90 年代初开发出多种 PVD 设备。但由于大多数的设备性能指标差, 刀具涂层工艺无法保证, 再加上预期的市场效益也未能实现, 致使大多数单位放弃了 PVD 刀具涂层技术进一步的研究工作, 因此导致近十年里国内刀具 PVD 涂层技术处于徘徊不前的局面。尽管 90 年代末国内成功开发出了硬质合金 TiN-TiCN-TiN 多元复合涂层工艺技术, CN_x 涂层技术也有了重大突破, 但与国际水平相比, 我国刀具 PVD 涂层技术大概落后了十年左右。目前国外刀具 PVD 技术已发展到了第四代, 而国内尚处于第二代的水平, 且仍以单层 TiN 涂层为主。□

外驱动主轴用在什么情况合适

Where is use of the outer driving spindle

自从电主轴问世以来，其优越的控制性能、高转速、结构紧凑、传动链短等优点很快得到机械制造业界的青睐，国外机床制造厂商应用电主轴已经比较普遍，一些高性能数控机床都以配电主轴为卖点。目前，我国电主轴技术尚处于起步阶段，国产的高速、高精度数控机床也都有配用进口电主轴的倾向。电主轴确实有它的优点，但电主轴价格昂贵，维修困难日常维护复杂等缺点也不容忽视。德国主轴制造商 Weiss Spindeltechnologie 公司作过对比分析，认为对中小功率的机床来说，用传统的外驱动主轴常常比用电主轴更好。虽然这是为了推销他们的机械主轴产品所做的工作，可是他们的一些观点值得我们思考，现摘译如下，工业界参考。

目前在德国，就数量而言，电主轴已经超过了外驱动的主轴单元。但是，中小功率的机床很自然还是用外驱动主轴居多，并在亚洲市场上还有很多用户，而且与加工方式无关，车、铣、镗孔，甚至磨削都可以。机床制造商应用哪种主轴方案，首要的决定因素是机床的功率、转速、转矩和加工质量；其次是售价、操作和经济性。就价格而言，外驱动主轴有明显的价格优势，结构相对简单，使用价格便宜的主轴电机。这种电机做的特别细长，并位于主轴外面，可以毫无问题地集成于任何机床方案上。

由于外驱动主轴不复杂，比电主轴好维护得多，需要维修时，更换快而且简单。当然，只有在主轴制造商的维修内容能够达到的地方，这些优点才更明显。不过，用户自己也会更换。主轴制造商应针对各个最终用户的需求供货。按连接接头和机床型号的不同主轴配置各种不同的部件，其中轴承起着重要作用。工作主轴除了回转功率高以外，还要求刚性好，导向精度高。因为滚动轴承通用性好，所以最常用的是滚动轴承。德国 Weiss 公司是把精密向心推力球轴承与滚柱轴承组合使用的。然而，在需要的时候也采用其它轴承方案，如装流体动压轴承的主轴已经在外圆磨床和平面磨床上得到应用，加



Weiss 公司采取了一些技术措施、提高了性能的外驱动主轴示意图

工零件的表面质量符合要求。此外，流体动力轴承很适合精密镗孔，例如镗活塞小孔时，用流体动力轴承是必要的。反之，用流体静压轴承的空心主轴特别适合内孔磨削。

用外驱动主轴可以切削钢铁、轻金属以及塑料、木材、石墨等等很多非铁材料，是否单件加工，或大批量生产都无关紧要。但是，大多数制造商生产的外驱动主轴所能达到的最高转速在 10000r/min 至 12000r/min 之间。图示为一个 Weiss 公司采取了一些高技术措施的外驱动铣削主轴，带 SK40 刀套。这个主轴的轴承、润滑系统和驱动皮带等都是经过周密考虑的。这样的主轴转速可达 15000r/min，传动功率 30kW 和转矩 150Nm。这个功率和转矩并不是 Weiss 公司提供的最大值。根据电机的不同，功率可达 50kW 以上，可带 SK50 刀套，扭矩甚至可达 400Nm，运行精度达 2 μ m，大致和电主轴相当。

所以，在电主轴盛行的今天，我们对传统的外驱动式的机械主轴要科学地对待，任何技术都有它最适用的地方。制造业追求的最终目标是制造效率和经济性。应用新技术改进外驱动机械式主轴也能改善和提高其性能。目前，我国大部分机床仍应用外驱动主轴，因此，改进传统的外驱动主轴，提高其性能，也很有现实意义。（沈福金摘编自 WB）

高精度五轴加工的车铣中心

在金属切削加工领域，应用最多的是车削和铣削加工，也就是说，车床和铣床的应用最普遍。为了提高加工效率，缩短辅助时间，在考虑工序集成的时候，首先进行车、铣工序的集成，即在车床上增加铣削功能，或在铣床上增加车削功能。所以，车、铣复合加工机床是现在发展最快、品种最多、应用最普遍的复合机床。提高车铣复合加工机床的精度和加工效率也最有现实意义。提高精度和效率的方法多种多样，这里介绍一台由德国 Carl Benzinger 公司创新开发的"Take5"型五轴车、铣中心，供业界参考。

这台在 EMO2007 上首次亮相的"Take5"型机床(如图 1 所示)，结构紧凑，采用特殊的坐标轴布置，显著地提高了机床的精度、柔性和生产率。其结构特点为：床身是稳定而加强的铸铁斜床身，结构紧密，具有很高的刚性和较大的阻尼。作为主要构件的主轴和对置副主轴结构相同(见图 2)，分别安置于两个分开的滑块上，彼此独立地在纵向和横向运动。具有 16 个刀位的星状转塔刀架处于工作区域下面，在所有位置上都可以装车刀、或有选择地装上动力镗刀和铣刀。



图 1 高精度与柔性和高生产率结合的 Take5 型车、铣中心机床

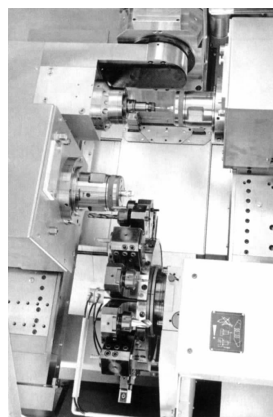


图 2 结构相同并安装在各自独立运动的滑块上的主轴和对置副主轴

此外，在工作区的上方有一个铣削主轴，这是一大特点。铣削主轴可垂直方向移动 125mm，绕 B 轴摆转 180°。这样，不仅在主主轴上，而且在对置的副主轴上都很适合对复杂几何形状的零件进行五轴加工。根据扩充的需要，在一个盘状刀库上可以安装多达 52 把刀，自动为铣削主轴更换刀具(图 3)。

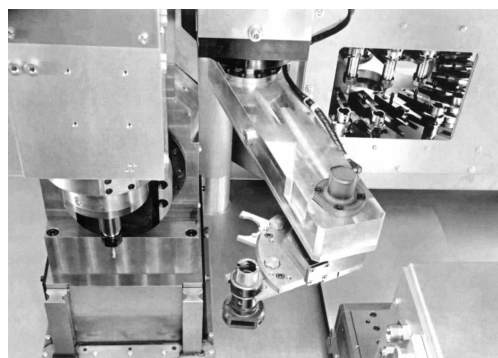


图 3 多达 52 个刀夹的盘状刀库
装调时间和费用最少

这个实现坐标轴特殊布置的方案有很多优点。

首先是大大增加了机床配备的刀具数量，如转塔刀架有 16 个刀位，盘状刀库的刀具交换装置由 52 个刀位。所以，在加工小批量昂贵的复杂零件时，机床的准备时间可大大缩短。铣削主轴适合以高达 30000r/min 的转速夹持小的镗刀、铣刀和车刀进行

精益生产与管理 (十): 精益维护、可维护性设计与全面生产维护

Lean production and management (Part 10): Lean maintenance and design for maintainability and total production maintainability

罗振璧 罗杰 杜维 莫如虎

一、精益维护

根据丰田公司长期精益的实践表明,应用精益生产与管理必须解决好的一个重要问题是设备及其系统的维护修理问题。造成大野提出的7种浪费中第二种“等待”浪费的关键原因之一是设备的故障停机、故障查找与修理和停机换模调整。为了消除这类浪费他们探索与开发了改进传统设备维护的全面生产维护TPM和10分钟换模法等,保证了丰田生产方式TPS的成功运行。因此,设备维护修理的精益是学习与应用精益生产与管理的重要方面。

在今天的全球竞争环境下,商务的可持续性要

求制造公司提供每一种能够保持先进性的理念、技术与管理。今天的许多美国公司经常追求的是,把精益制造作为赢得竞争优势的途径与工具。类似地,许多公司着力于推动精益的维护修理和过程的稳定性与可靠性。

遗憾的是,只有少数公司从系统集成的观点出发,正在寻找与探索把精益制造和设备维护修理完美地结合起来的途径与方法。2006年10月Tim Finigan与Jim Humphries对这种综合的途径与方法从世界500强公司和汽车、消费产品、粮食、化工、制药与能源工业实施精益制造的300多种不同维护作业与方法所获得的效果和对累计250多万小时/年

加工,因为操作者在分配加工工序时,可以灵活的分配给主主轴或对置的副主轴,这种灵活性减少了准备时间。此外,在有16刀位的转塔刀架上装有16把镗刀、铣刀或车刀可供选用。通过精确的接口,可以按需要快速更换带有刀具的刀夹。

其次是在很小的结构空间里实现高精度和柔性。每个坐标轴部件单元只有两个轴向运动,因此,切削力经很短路径传至稳定的铸铁床身,避免了振动,有利于提高加工精度,有利于改善表面加工质量和延长刀具寿命。主轴和对置副主轴既可以把工件送到转塔刀架处,也可以送到铣削单元处,用相应的刀具进行加工。这就使得在工件的前端和后边交换加工成为可能,例如,当一个工件前端在用下面的铣削单元进行任意角度加工时,另一个工件的后端可以用转塔刀架的刀具进行车削、镗孔或铣削加工。由于不限制轴的运动自由度,所以,也可以相反进行加工。即零件后端用铣削单元,前端用转塔刀架的刀具照样可以进行同时加工。这种加工的可能性使生产率大大提高,在工件的前端和后端同时加工,使加工时间缩短近50%。而且,Take5型加工中心提供了其他机床至今未能实现的车削、镗孔、铣削和

五轴铣削等复合加工的可能性。因此,很复杂的难加工的部件,可以在一个加工过程中实现全部加工。还有就是能用有效的控制方案进行可靠的编程。选用了经验证合用的控制方案,用户能在最短时间内熟悉Take5型车铣加工中心,快速而可靠地进行编程和操作机床。Take5机床的控制系统是西门子840D系统,由于在控制方面有成熟的经验,专家们已经把坐标轴附加运动和实用的、用户友好的五轴铣削功能都集成在系统中了,这对用户能用新技术进行生产非常有利。

除了加工单件和小批量零件外,还特别适于批量加工高精度零件。所以,制造商可根据用户当时的需求集成各种各样的自动化设备,如,通过输送带与自动取工件相连的棒料装载机,还可以选择盘类零件自动上下料的机器人,或者把制成品装底托和送往存储处的龙门架等。此外,当盘类零件可通过轨道或传送带输送时,集成的装料设备能快速在机床上搬运工件。

总之,新的设计方案通过主轴、刀具和运动轴的特殊布置,使批量生产中高生产率和高柔性理想地结合在一起了。(沈福金编译)

的公司的设施运行与维护修理状况进行了深入地分析研究而得出的结果。

发现问题的最佳方法是以精益为中心，同时改进维护修理与可靠性。简而言之，在受到中间库存 WIP、原材料和最终货物存储的挑战时，必须使装备及其过程能够实现可靠性与过程稳定性。借助于运用维护修理的精益工具，可以实现精益制造和维护修理的集成，以不断增强综合它们的效果，如图 1 示。在图 1 的指导下，可以通过详细寻找该三角形模型的每个边分析问题和不断进行改进。

1. 一种仿真的方法

(1) 过程稳定性的仿真

许多公司还没有在可预报的不稳定生产过程、生产率或者可利用性的过程中获取实施精益制造或准时制 JIT 的经验与知识的实践，如这一过程可能是一列火车出了事故，因此，此时应该研究的问题是，出了什么问题？和为什么会出现这种事故？

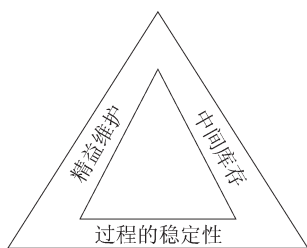


图 1 精益制造与维护修理的组成的资产业绩阶段变化的综合结果

在设备规划中未规定的时间出现高档机器停机时总是意味着，存在高水平的变异与不稳定性，反之亦真。高的停机变异意味着该过程是不可预测的，或者是不稳定的。这些问题将引发生产线的流动问题，进而引发造成浪费的工作循环，或者超量的中间库存 WIP、长的等待时间和为处理峰值生产能力而要求更多营运费用与资产投资。反过来，它也是真的。通过改进过程的稳定性可以使生产任务的计划时间与实际生产流动的时间保持一致，从而实现中间库存量更小、运行时间更少和机器的利用率更高。

(2) 挑战性的中间库存

对比改善停机时间的前后可以发现，生产线与生产的工作站与工作中心的物料供应和流通状况将获得较大的改善，如在改进停机时间前生产线的工作中心 1 的规划能力是 20 个单位/小时，但因停机的影响其装备的运行效率造成的损失是 $50 \pm 20\%$ /每班，工作中心 2 的规划能力是 15 个单位/小时，因

停机造成的运行效率损失是 $35 \pm 15\%$ /每班；在能力规划不变的情况下实施停机时间的改进后，工作中心 1 的装备运行效率损失达到 $40 \pm 10\%$ /每班，而工作中心 2 的损失达到 $25 \pm 5\%$ /每班，明显地改进了生产线上这两个工作中心的运行效率，其结果是改进后的中间库存量比改进前明显降低、生产线的生产率明显提升。因此，改进停机时间后可以提升产品生产的速度和降低交货期，因而使公司可以获取更多的顾客订单。

2. 进行多种效应的综合集成学

如果能够减少投产的批量、中间存储量和降低从订单到生产的导入时间 (lead-time) 的话，也将可以赢得更多的顾客和新的订单，使企业获取更大的收益与利润。同时，综合考虑、规划与改善生产线过程领域的创新，可以明显地降低企业的制造成本。

不幸的是，重视过程的中间存储量 WIP 的降低、进行良好地装备机器维护、改进过程与装备的可靠性和降低导入时间这个精益制造与管理的理念却很少引起了太多人们的关注。因此，许多公司无法实现过程浪费消除、生产效率提升和生产成本降低的精益生产与管理，也就无法获得精益制造与管理的带来的好处和利益。

如果把可靠性的改进作为降低 WIP 的途径与同时探索改进导入时间的综合效应的话，生产过程的精益水平将获得更进一步的提升，整个企业的效益也将进一步获得提升。这些效益包括：(1) 借助于减少停机时间与过程可变性的变异降低所需的 WIP；(2) 利用精益优化库存水平；(3) 探索更可靠与生产线和装配线能力不平衡的问题。三者间关系如图 2 示。

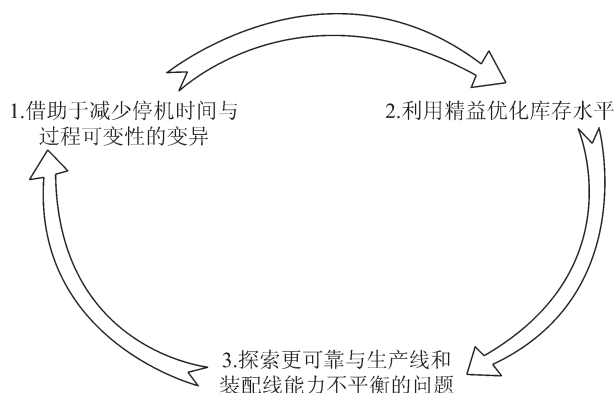


图 2 利用优化库存和重构过程探索可靠性问题与不平衡问题 (Finigan 等, 2006)

从改进生产线设备维护修理和可靠性的实践中

发现了多种效应，使我们有可能将精益技术应用于改进设备系统的维护修理的比率。像“精益哲理”能够使传统的制造发生革命性的变化那样，精益的哲学也将推动主动的、可预测的维护修理系统的开发、理解和运用。反过来，精益技术与设备维护修理的相关关系可以帮助人们提炼出精益的方法学及其中的精华，如表 1 所示。

精益理念与世界级维护修理集成的核心是，推进精益方法学原理的发展，其焦点放在从维护修理功能中忽略浪费和提升过程可靠性的同时，还可以达到：简化过程/流程、保证质量、提高生产效率、缩短交货期和降低成本与提升企业的收益与利润和实现人对过程的有效管理与控制。作为一个由人驱动的功能与职能，维护修理过程和相似的制造过程可以通过“精益构建程序（lean building blocks）”而得到改进。

更低层次和更基础的精益构建程序是直接指向推动可靠性、稳定性与物料一致性维护的实施过程。相似的，在维护工作计划的规划与工作标准化和维护修理活动的资源排序中还有另一类的应用可能性。因而，许多更高层次精益工具的应用可以具体化为最优化的过程维护功能与职能。同时，在利用它们时，应该经常考虑：这些工具是最适用的吗？它们如何从可能性变成实际应用呢？

表 1 与维护修理相联系的精益哲学（Finigan 等，2006）

方面	传统的制造	精益制造	精益维护修理
财务	成本=利润+价格	价格-成本=利润	产出-成本=利润
质量	探测	预防	预防
生产	推式方式与批量	拉式方式与一件流	拉式使能的方式
维护修理	对运行故障做出反应	主动式的全面生产维护 TPM	主动式预防维护与 TPM
雇员	个体与个人的工作	小组与单元的工作	交叉功能小组工作
可简化性	复杂，难以简化	连续改进 Kaizen	增加拉式阶段性的变化

二、可维护性设计

保证产品或系统使用可维护性（Maintainability）的设计，是一个很重要的创新设计方面。像可靠性设计一样，可维护性设计要考虑产品与系统功能与性能维护的方便性、可靠性、精度、安全性和经济性。产品与系统的可维护性是可以定义、可测度和可控的，必须同产品与系统的其它设计要素并行考

虑与实施。从本质上讲，可维护性设计是对系统与产品维护能力与参数的设计。

1. 可维护性的涵义

可维护性是产品与系统的一个固有设计特征的子集。可维护性的涵义是，可以根据经常维修的要素、维护与修理的时间和成本达到的设计特征的子集。2002 年最新的 APICS 把它及其相关的概念定义为：可维护性指的是，一类提供修理和高效能力的设备及其安装的特征。可维护性也可定义为下列要素的组合：

— 按照预先准备的资源与实施程序实现维护时，在给定的时间间隔内，它是一个以应该维护或修理的概率表达的产品与系统的特性。

— 按照预先给定的实施程序运行产品或系统时，产品或系统的特征被表达为在给定时间周期内没有超过规定维护次数的概率。

— 按照预先给定的实施程序运行产品或系统时，被它们的设计与配置特征表达为在每个设计规定的时间间隔内，产品或系统维护成本不超过规定费用的概率。

预防维护（Preventive maintenance）指为预防停机事故而进行的活动，包括调整、替换与基本的清洁活动，其目的在于维护与保证生产质量和满足订单要求的排序顺序。此外，它还要求更细致地对待设备与系统的维护使其有更长的继续（工作）时间和更少的问题发生。

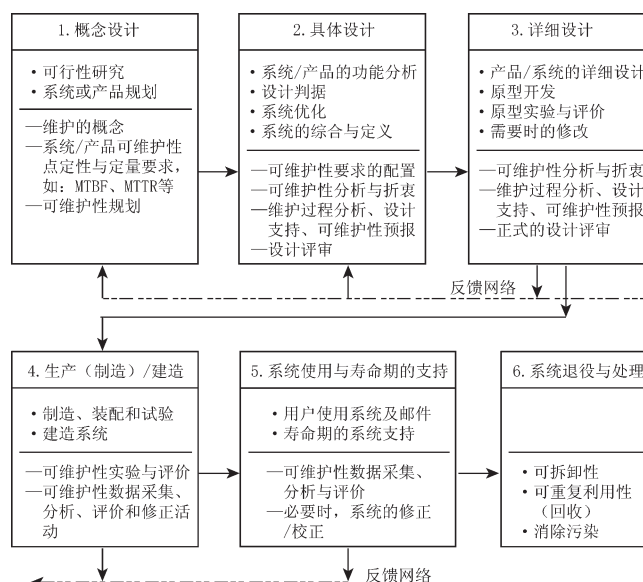


图 3 产品与系统寿命期的可维护性要求（参考 Blanchard，1981 改进）

2、寿命期中的可维护性

在产品与系统的寿命期内可维护性的要求如图 3 示。从图可知，在概念设计阶段要求设计者定义的概念，并确定产品或系统维护的要素组元。在产品或系统的具体设计阶段和详细设计阶段要求完成可维护性的预测，在设计评审时要求完成与可维护性相关文件的编写和审定，并规定产品或系统寿命期中相关的可维护性功能与要求。

在可维护性的规划中要求完成可维护性规定功能的辨识、排序、试验的组织与实施有保证产品或系统设计与开发、生产和使用各个阶段的可维护性。

3、产品或系统设计中的可维护性设计

产品与系统可维护性设计是从概念设计阶段就开始的，如图 5-5 中的 1 模块所示。利用可维护性分析把概念设计中确定的可维护性概念的要求分配到产品或系统的各个组成部分或组元。具体设计与详细设计阶段的任务是保证这些要求的实现，见图 5-2 中的 2 与 3 模块。在原型开发时应该按照可维护性文件对产品或系统的可维护性进行评价，其评价结果将反映到产品生产或系统实施阶段所达到的实际可维护性。

(1) 可维护性设计的要求

开发一种产品或一个系统最根本的目的是响应顾客的需求，或者需求的变化，并实现 TCS。它体现在产品与系统的功能要求（含可维护性的要求）、顾客的价值和用户所满意度上。其中所包含的信息有以下四方面：定义产品或系统性能要素，拟制任务梗概与使用条件、系统运行的要求等；定义产品或系统寿命期的相关信息，如产品的库存要求与使用的预计寿命期等；定义运行的后勤支撑，确定预期维护水平、修理职责、各级维护功能与保障要求等；定义产品或系统运行与维修期望的环境温度、湿度、振动频率与振幅的要求，以及产品存储、运输与装卸等要求。

一旦给定上述信息与数据，确定设计应该考虑与保证的可维护性。但在任何情况下都必须保证系统维护功能的实施。

(2) 可维护性的分析

所谓可维护性分析指的是一个分解、综合、优化与确定可维护性要求的反覆迭代过程，也是对产品或系统进行系统分析的重要组成部分。这一分析包括以下 6 步：

第一步 定义问题。它包括：澄清与说明目标、

定义相关项目与约束和问题的范围。

第二步 辨识可行方案。对多个可行方案进行经济性与综合性能的分析、比较、估计。

第三步 选择评价准则。评价准则的选择取决于所研究问题的状况与分析的等级和问题的复杂程度，系统级的评价准则参数主要包括：性能、成本效益运作效率与后勤的效率。

第四步 建模。按问题本质、输出、输入与参数间的关系，评价和建立运行模型。

第五步 生成输入数据。确定输入数据，即时搜集相关信息与数据和规范数据结构。

第六步 利用模型进行分析或仿真。进行灵敏度分析，根据分析的结果设计活动。

(3) 可维护性的预测

它包括对可维护性的估计、对不同设计阶段过程特性的预测和把预测的结果与可维护性设计规定的要求比对等活动，其目的是评价设计结果的分散范围。

从广义角度看，可维护性的预测包括对进行维修的时间周期、次数与成本的预先估计，以指导维护与修理的评价和对设计的改进，它可以由设计师或分析师完成。

(4) 可维护性的审查

可维护性的审查是产品或系统设计过程固有的项目，它是根据可维护性设计的要求对系统及其组元的特性评价。通过可维护性审查才能够转入下一阶段的设计过程。对不能满足预订要求、未通过审查的设计方案应该进行修正，以保证完全满足可维护性设计的要求。

三、全面生产维护

全面生产维护（TPM, total production maintenance）最早是由丰田公司的中岛津一在 1988 年提出、1989 年开始实施的一种新型生产维护体系和生产设备维护与修理技术及其管理方法。其基本特征是，在全员参与的基础上实施“小组自主+生产维护 PM”，它已经成为一项取得知识产权的技术。TPM 成功实施的核心是：革新生产维护的理念，改进自主与管理，开展有组织的自主 TPM 活动；消除或者减少一切影响设备效率的“停机与影响性能与功能”损失，实现减少停机时间、提高产品质量、降低成本和缩短交货期；通过不断的改进，提高设备的综

合效率 OEE；实现 TCS 的工作目标，达到企业的总目的 TSS。

2002 年 APICS 将 TPM 定义为，一种预维护与提升柔性、减少物料搬运与装卸和促进连续流的不断适应、修正和“精化”设备结果的总和。它的实施团队由面向操作者的设备维护，利用包括所有维护活动在内的全部合格的员工组成。它是对传统设备维护与修理技术、方法和管理的革新和创造。它包括以下 3 个方面的内涵：

— 生产设备的维护与修理需要所有员工全面参与，设备维护小组包括了维修人员、生产线主管、制造工程师、质量专家和设备的操作者。

— 必须通过消除 6 种浪费来保证达到高的生产率。这 6 种浪费是：设备故障、生产线的调整、停机等待、减慢机器设备的运行速度、废次品与返工。

— 这种维修技术与方法强调的是全寿命的维护和修理设备。它要求操作者定期维护设备、同时实施不断地改进，如操作者应该定期清洗与更换过滤器、加足润滑剂和定期检查设备的运行与维护状况等。

日美企业的应用实践证明，推广运用 TPM 可以获得以下好处与利益：提高生产率、产出量、产品质量、设备运行的可靠性与安全性；缩短生产的运行时间周期，降低产品成本、库存和投资；坚持数年，可大见成效。

1. 全面生产维护的概念

TPM 是以建立对设备全寿命期进行维护修理的系统、全员参与、建立小组自主维护和以所涉及的相关部门为基础支撑起来的设备综合效率最高的维修模式。在这种维修模式中经常涉及以下的基本概念：

(1) 设备的使用。它包括使用的方针与措施两部分。使用方针的内涵包括：科学而合理地使用设备；防止生产线上的设备闲置，以提高设备的利用率；进行科学地维护保养，延长设备的寿命期，以达到保证生产过程运行的可靠性与稳定性、提升产品的质量及其一致性、缩短运行时间周期和达到最大的设备综合效率。

保证正确使用设备的措施包括：事先进行科学地预测和规划；进行可维护性的设计，在产品与过程设计时考虑设备的合理使用和维护修理；将设备的操作与管理与维护集成统一起来；充分发挥员工的作用，实现全员参与，并利用人工智能的现场全

过程检测与预报技术；进行全系统与前寿命的管理抑制设备故障率的增高和延缓设备的寿命期；利用计算、监控与网络技术、新型控制系统和新的管理思想与方法，不断改进设备的维护与修理。

(2) 掌握设备的磨损规律。

(3) 掌握设备故障率变化的规律，如图 4 示。图中的初期故障期又称设备的“跑合期”，它是由于设备的设计、制造、装配调整和初期的操作运行等因素引起的早期磨损造成的。图中间的故障偶发期的故障主要是不当的操作与维护、变异等因素引起的。此时的关键是正确地管理。它也是 TPM 主要运用的时期。磨损故障期是由于维护不当、维护不到位或者不进行维护而造成的设备提前老化和故障频发期。TPM 的工作目标之一是，避免不当故障阶段的提前到来。如果它提前到来就只能提前进行大修、中小修或者只能停机、退役报废。

2. 全面生产维护的基本特征

实践证明，进行 TPM 维修的基本特征：是全天候的，以经济效率和利润为目标，主要指以经济而

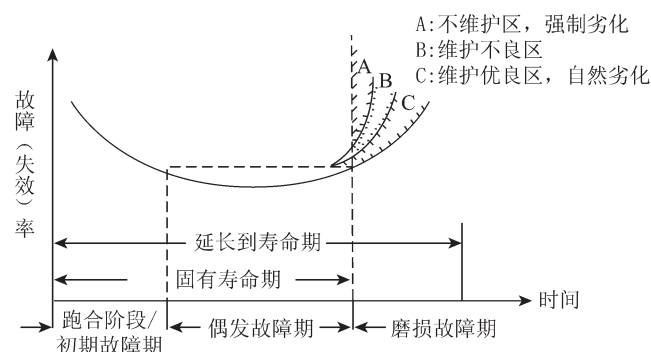


图 4 设备故障率的变化规律

有效的方式利用人力、物力、时间与财务资源；是全系统的，要求实现全系统的设备管理和生产管理；是全员参与的，利用激励机制建立全员参与设备维护和共同对设备的综合效率负责的、以交叉功能小组开展自主管理与活动的；是全寿命的，考虑全寿命、全系统与全面经济性的设备维修规划与计划、维修实施和维修管理。

3. TPM 与生产维护和预防维护的关系

操作人员的自主维护是 TPM 与生产维修和预防维修根本性的区别之处。设备维修的实践证明使 TPM 成功的关键是具体落实和实施维修功能，而不是只进行纯理论的讨论。

4. 实现 TPM 能够获得的好处

实现 TPM 可以为企业带来：提高产品质量、压

缩短生产运行时间周期和不断减少浪费与提升系统运行水平，可以有效地支持精益生产的工作标准化与均衡化、压缩设备故障率、提升生产系统运行稳定性与可靠性、降低生产成本和实现快速交货，建立更容易、更高质量、更低成本和更快的精益目标。一个成功示例是摩托罗拉公司在 90 年代提出的质量与运行时间目标，它们是：每两年压缩产品质量缺陷数 10 倍，每五年压缩运行时间周期 10 倍。

5. 实现设备零故障的主要措施

在 TPM 技术中提出了以下实现零故障的措施：维持设备正常运行的必要条件，如定期维护保养、操作标准化、保证设备正常运行条件（如精密机床运行要求的恒温与恒湿环境）；制定和严格遵守设备操作规程；进行预防维护与修理、及时进行设备故障的维修，消除或者控制设备劣化；进行可制造与装配的产品设计尽早消除产品中的设计缺陷；进行可维护性设计；进行人机界面的设计和流程的标准化；通过培训和考核提高操作与维修的技能与知识水平；消除不创造更快价值的冗余操作与工序作业；创新与连续改进的理念、理论与方法。

6. 如何延长设备的寿命期

延长设备的寿命期可以节约设备运行与维修费用，节省投资和保证产品的质量及其一致性。一般而言，延长设备固有的寿命期可以采用以下的措施：（1）消除或控制设备的劣化；（2）排除强制性的劣化，将其转变成自然的劣化过程，以延长设备寿命期；（3）改进设备原来设计结构与操作中的弱点，延长自然劣化过程。

7. 减少产品潜在（慢性）缺陷的方法

减少产品慢性缺陷的方法通常有以下 4 种方法：（1）使变化的因素固定化，并找出其产生的因素，采取改进的措施加以改进；（2）对产生废次品和生产出合格品的条件进行比较分析，提出避免废次品出现的措施；（3）重新审查产生产品质量问题的因素，并加以确认，以便决策和改进；（4）进行主要零件与其质量特性的调查。

为此应该做：测定主要零部件、工夹具与模具精度间关系，掌握零部件形状对产品质量的影响；调查设备的主要零部件、模具或者工夹具的精度与形状的相关性和对 C_p 与 C_{pk} 的影响；研究如何保证设备及其主要零部件、模具和工具的最佳工作状态，并保持最佳状态。

案例：90 年代摩托罗拉公司提供的 PQCDSP 指

标体系为：

（1）P 的改进指标：提升劳动生产率 140%，增加附加价值 147%，提高设备的时间开动率 17%，减少设备故障率 98%，相对于从 1000 次/月改进为小于 20 次/月。

（2）Q 的改进指标：降低废次品 70%，减少更快抱怨率 50%。

（3）C 的改进指标：降低人力成本 30%，降低维修成本 15%，减少能耗 30%。

（4）D 的改进指标：减少库存 50%，增加库存周转期 200% 保证每月周转 6 次。

（5）S 的改进指标：实现零故障，实现零污染排放。

（6）M 的改进指标：是平均每个人的提案数从 36.8 件增加到每人平均 83.6 件，即提升 230%；增加小组研讨会次数 200%，相对于每月召开 4 次小组研讨会。

8. 如何实现 TPM

（1）提高单台设备的效率

为此，首先在公司内部选出示范的设备，成立由生产技术人员、设备维修人员与操作者组成的交叉功能的 TPM 小组试行，以范例带动全局。其次，调查 6 大损失的现况、选取开展 TPM 活动的突破口、制定改进计划和实施改进与效果测评。通常：

— 示范设备应该选择生产线的瓶颈设备；

— TPM 小组成员应该包括管理人员、工艺技术人员、维修人员和操作者；

— 采集与搜集该设备的故障损失、换模或者换工具及其调整的损失、设备空运转与暂停损失、减速损失和减产损失的数据与资料；

— 实施选取突破口：选取问题多的；选取有可能改进的；选取在 3 个月内可以完成改进的。实施可利用的分析方法与工具是 PM 法、OEE 测量与评价、柏拉图与因果图等；

— 所制定的改善计划应该是可以实现自主维护和预防维护的可行计划；

— 实施应该是有组织与按计划进行的，实施中与实施后应该进行效果的监视、测量与效果判定，并发现问题和提出进一步改善的措施。

（2）扩展操作人员的职责范围

为有效地实施 TPM 必须执行以人为中心的管理，因此它就要求扩大各类作业人员的职责。这种扩大包括：由操作者完成清扫工作地与清洁设备的职责，

授权操作者合理地组织与安排工具，在经过培训合格后授权由操作者维护保养自己操作的设备，授权操作者合理安排工作地，建立考核与奖惩办法，并严格执行精益管理的逐级汇报制度。

(3) 实施自主维护的 7 步法是：

- 初期清扫，
- 寻找设备的问题与根源，
- 制定清扫环境与清洁设备和润滑保养设备的标准，
- 对设备进行彻底地检查与测量，
- 授权自主检查，
- 按 5S 管理的要求进行整顿和整理，
- 完全实现自主维护与保养。

(4) 计划维护

所谓计划维护保养指的是，进行必要的修理或者停工修理。它由预防维护和预知修理来确定的，其目的是将设备的停机时间降低到最低的程度。实施计划维护的关键是：

- 通过有效地润滑与保养、预防维修检查计划和停工大修的安排，延长设备的寿命；
- 将设备的突发停机及其影响程度降低到最少；
- 保存维修与维护保养的纪录和设备性能的测量数据和设备维护保养和修理的档案；
- 将设备的维护费用控制在合理的范围内。

预知维修是在对设备故障预测的基础上，抢在故障发生前进行修理或者更换零部件的减少与管理方法。对于大型精密设备经常要依靠维修网络提供预测和维修指导。

(5) 提升设备操作与维护技术的培训水平

各国的实践证明，实现全盘自动化生产是不经济和不必要的，局部的无人化是可能的。TPM 不主张全盘自动化的维护与修理，其基本活动是全员参与、自主维护、预防维修、计划维修、系统化而有重点的维修。因此，必须培训设备管理人员、技术人员、维修人员与操作者学习与运用新的知识与技术。这种培训应该不断按需要提升水平，不能中止。

培训操作者的 4 级水平是：1 级，能够正确地清扫与清洁设备和正确操作设备；2 级，能够正确地检查和润滑保养设备；3 级，能够判断设备运行的正常与异常状况；4 级，能够正确地实施定期检查和改进。

维修人员的 4 级水平是：1 级，了解设备的基本

功能与结构；2 级，了解是的基本工作原理与正常工作的要点，并能够分析故障出现的原因；3 级，具有维修设备要求的材料、零部件的基本知识，掌握 PM 分析方法，能够找出问题和改进不安全的部位；4 级，能够进行设备故障的改进和能够进行改善设备各个机构的设计。

维修工程师的 4 个水平级是：1 级，能够理解设备的结构，能够进行设计和绘图；2 级，掌握技术要点、材料、驱动、控制将设备运行的知识；3 级，能够评价设备状况、技术状况与设计方案，能够进行故障模式与影响分析 FMEA，能够掌握维修计划管理的人员、进度和日程；4 级，可以引进，开发和管理设备及其相关的技术。

(6) 改进设备的设计，使之易于维护

为了使设备便于使用和维修应该采用可制造与装配的设计 DPMA、可维护性设计和人因学设计技术与方法进行设备的全面设计，以保证：消除原有设备设计、制造与使用的缺陷，提升设备使用、维护与修理的成本，延长设备的寿命期；在新设计设备设计时，能够利用可制造性与可装配性的历史经验与数据，并能够利用设备维修与改善和工效学的反馈信息，消除设备的故障与潜在缺陷，延长其使用的寿命期。

(7) 新设备购置与设计的管理方法

在管理新购置或者利用新设计的设备中应该把握好以下三方面：

- 购置新设备前必须从维修工程师、维修人员、生产技术人员和操作者处取得相关的确切数据与资料；
- 所购置或新设计的设备应该避免老设备存在的问题，反映改进技术与性能数据；
- 经过验证，确保希望的性能与生产效率和维护效率要求。

9. 实施 TPM 效果的评估

(1) 生产活动中的输入与输出关系

提高设备的综合效率 OEE 可以提高其生产率水平。换言之，通过提高 OEE 可以实现以少量的生产输入设备资源获得良好的产出输出。为此，应该控制生产线的产出量 P、产品的质量 Q、成本的成本 C、交货期 D、设备的安全运行 S 和相关员工的士气 M。其管理的奋斗目标应该是：使 P、Q 与 M 最大化；使 C 与 D 和安全事故 S 最小化。

(2) 设备综合效率及其计算方法

— 设备综合效率 OEE (overall equipment effectiveness) 是, 将设备的时间、速度和生产产品的合格率综合起来建立的测度反映能够为增加更快附加价值做出贡献的综合指标。

设备的综合效率 $OEE = \text{时间开动率} \times \text{性能开动率} \times (\text{产品质量}) \text{合格率}$

— 时间开动率的定义是:

$\text{时间开动率} = (\text{负荷时间} - \text{停机时间}) / \text{负荷时间}$

此处指的停机时间包括: 故障停机时间、更换与停机调整模具或工具的时间和其它原因造成的停机时间。

— 性能开动率的定义是:

$\text{性能开动率} = [\text{产量} \times \text{实际节拍} / (\text{负荷时间} - \text{停机时间})] \times (\text{理论节拍} / \text{实际节拍})$

— 合格率的定义为: 产品的合格率 = $[\text{投料件数} - (\text{废品件数} + \text{返修品的件数})] / \text{投料数}$

案例: 利用以下数据计算设备的综合效率 OEE,

已知: 工作时间 8h=480min, 计划停机时间 20min, 故障停机时间 70min, 理论生产节拍 0.3min, 实际生产节拍 0.4min, 产出量 800 件, 产品质量合格率 99%。

计算: 负荷时间=480-20=460min

$\text{时间开动率} = (460 - 70) / 460 = 84.783\%$

$\text{性能开动率} = [(800 \times 0.4) / (460 - 70)] \times (0.3 / 0.4) = 61.54\%$

$OEE = 0.84783 \times 0.6154 \times 0.99 = 51.65\%$

评价: OEE 太低, 远低于 85% 的水平, 时间开动率也远低于 90% 的水平, 性能开动率低于 95% 的水平, 合格率达到最低要求的 99% 的水平。

结论: 是大有改进的余地, 应该从提升时间开动率和性能开动率入手进行改进。

(3) 世界级企业设备综合效率的指标

很多世界级的跨国公司已经使其设备综合效率 OEE 达到了以下的水平:

- OEE 达到 85%,
- 设备的时间开动率超过 90%,
- 设备的性能开动率超过 95%,
- 产品质量合格率超过 99%。

10. 10 分钟换模法

所谓“10 分钟换模法”, 是日本丰田公司创造的, 又被译为“快速换模法”, 其英文译文为 SMED

(single-minute exchange of die)。它是精益生产方式为消除更换模具、工具和缩短它们对停机调整要求的时间, 它也是生产作业中一项重要的创新项目, 已经推广到包括中国公司在内的各国的许多公司。

(1) SMED 法的要点

实施 10 分钟换模法的 3 个要点是:

— 严格按是否停机划的内部作业与外部作业, 这两种作业的涵义分别是: 内部作业是要求停机以后才能进行的作业, 如: 拆装模具与工具、调整模具和调整工具等必须在停机停机下才能完成的作业; 外部作业是无须停机就可以完成的作业, 如: 领取图纸与模具、进行工艺准备、模具零部件的提前组装与调整等。

— 尽可能把内部作业转换成外部作业。

— 尽可能缩短整个换模作业的时间, 包括内部与外部作业的时间。

(2) 缩短换模时间的方法

缩短换模时间的主要方法是:

— 外部作业标准化, 它包括利用工业工程方法的作业时间研究与方法研究和培员工;

— 设计和利用辅助工具;

— 实现并行作业, 如丰田公司利用转台实现快速交换上下的模具, 实现一人操作换模, 另一人同时准备待换上的模具。

— 消除换模的调整时间, 如: 实现产品设计的标准化和模具的标准化与组合作, 利用成组技术与成组模具, 利用外部作业预先保证模具的定位精度和可实施的预先调整, 实现快速换模, 快速定位上下模。

(3) 实现快速换模的基本条件

为能够顺利实现快速换模必须满足以下的条件:

— 改革组织、改造流程与改进操作, 如此做了就经常可以节约 75% 的换模调整时间;

— 有相应的设备、硬件与标准支持;

— 实施全面生产维护 TPM;

— 及时规范化与标准化改进的成果, 培训员工解决快速调整模具的知识、技术和技能, 使他们能够熟练地运用快速调整模具与工具;

— 提高换模技艺水平, 支持员工学习、运用新知识与新技术和新方法, 并提供必要的资源支持, 宽容改进与创新的非人为的失误。□

优化车刀大幅度提高生产效率

Productivity extended from 5000 to 12000 parts

BY MICHAEL HOBBOHM

大量生产中存在许多纠缠不清的影响变量。在这种情况下，一种小型成型车刀受到交口称赞，它的出现使许多变量不再成不影响因素。

大量生产有其自身规律。因此对于一、二百万件的批量生产，需要在很长的一段时间内始终保持加工的质量标准。首要考虑的是存在多少影响变量。在很多情况下，机床的温度变化可能完全不同，刀具对加工表面的影响无法预测，不同批次的原材料也不可能完全一样等等。每周七天，一年 365 天，机床的运行状态也是无法控制的。

Häni 公司（位于瑞士 Arch 的一家车削零件制造商）的副总裁 Urs Steinemann 先生说：“对于大多数零件来说，要求我们达到很高质量标准的响应时间很短。”他说：这就要求我们有一个与之相适应的组织机构，并对整体条件进行规划，以满足这类要求。只有这样，才能将这类复杂要求转化成我们企业的机会。

Dihawag 公司的区域销售经理 Christoph Schlaginhausen 强调：作为刀具供应商，我们的工作就是提供能完成此类工作的刀具，并要达到最佳程度，以适应未来的工艺要求，当然我们不允许改变的变量除外。事实上，直到最近才能实现这一目标，例如在多轴车床上使用经过优化的 Horn Supermini 车刀在大量生产中的应用。自 2008 年 1 月起，该公司的管理工作已移交给下一代人。如今，该公司是由 Ralph Häni 和 Urs Steinemann 打理的。

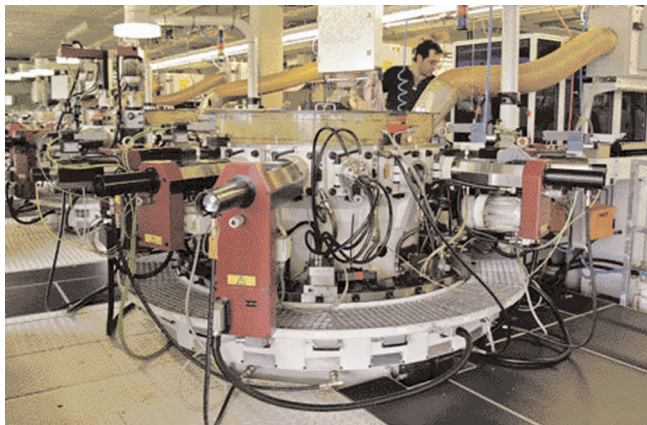


图 1 Häni 公司（车削零件制造商）拥有回转自动线、液压机、单轴及多轴车床等完成适用于大量生产的多种加工设备

适用于多种大量生产的机床

Häni 公司始建于 1939 年，现有员工 120 人。该公司曾从事冲压加工，自 1971 年起，主要从事车削加工业务。此后，这个家族企业的业务蒸蒸日上，每十年生产场地扩大一倍，员工数量也与生产场地的扩大平行增加。

Steinemann 说，该公司的主要业务是加工直径 1~40mm 的零件，其中 50%以上是汽车零件，30~35%的客户是电器公司，其余是与医疗技术。

通常，汽车工业产品都是长线产品，主要是在 Arch 工厂，用回转自动线、液压机和多轴车床加工；单轴 CNC 车床主要用于加工批量在 5000~20000 件之间的零件，这类产品通常为医疗设备，即完全按机床类型组织生产（图 1）。据 Steinemann 说，除使用单轴 CNC 机床的 CNC 车削加工车间外，还有一个普通车床车间和一个使用普通及 CNC 多轴车床的车间，而液压机床则属于一个独立车间。由于很多零件需要进行表面精加工，公司还设有磨削加工车间，由于 90%到 95%的零件在加工后需要清洗，因此还设有清洗车间。

优化使内孔车刀工效提高一倍

Andrea Esposito 是多轴机床车间主管，主要负责日常（每周 7 天，每天 24 小时）生产项目。绝大部分汽车工业用车削零件都是在他负责的机床上生产的，其典型零件是调节排气、排油用的控制阀。据 Esposito 说，该车间的机床包括 Tornos MultiDeco 20/6 多轴车床，主要用于加工批量在 20 万件以上到百万件的产品（图 2）。与此同时，该车间还负责加工批量在 20000 件到 50000 件的短线产品。但无论何种情况，都必须达到要求的表面质量和公差。这类工件材料主要是钢、不锈钢和黄铜。过去两年来，该公司一直用 MultiDeco 机床加工 1.4105 不锈钢制固定销。零件内孔直径用 Horn Supermini 车刀加工到 5.65mm。加工时，转速为 2700~2800r/min，进给率为每转 0.01mm 至 0.02mm，用多轴车床可每分钟加工 6 个零件。Esposito 说：最初，我们用的是另一家厂商的车刀。同时，试用多种替代方案，以求提高加工的可靠性和达到要求的质量标准。我们在采用 Horn 刀片后才确实成功了。



图 2 部门主管 Andrea Esposito 说：批量从 20 万到百万件的汽车零部件通常都是用 Tornos MultiDeco 20/6 多轴车床加工

据 Schlaginhaufen 说，该公司一开始是使用 Horn 标准型车刀进行加工，但出现了很多问题，如长切屑，每一批产品的材料性能都有变化等。他们很快找到一种能断屑的刀具结构，但作用于刀片上的压力很大，易造成刀片断裂。在 H 形刀具的断屑刃上附加一个副刃便能使临界角稳定下来。如今，新型

刀具的切削刃用不着刃磨，也不会断裂。因此，该公司拥有了一种解决了断屑问题的专用刀片，而且可以按要求预置断点，甚至按标准结构设计的专用刀片也是这样。

仅在将上述新型刀片投入使用几个月之后，在工件内表面上加工槽时，一种以前从未有过的问题出现了。这可能是不同的材料特性所致。Schlaginhaufen 说，在换用质量更好的超氮涂层刀片后，这个问题也解决了（图 3）。“由 Horn 公司开发的这种涂层具有超大型细结构，表面光滑，而且比以前的产品更耐热和耐磨。”



图 3 固定销内径用 Horn Supermini 车刀加工到 5.65mm。机床加工效率的提高是因为采用了这种几何形状经过优化，表面光滑并有新型超氮涂层的刀具

Esposito 强调：“采用经过优化的 Supermini，零件加工量从 5000 件跃升到 12000 件。由于在三个月前解决了槽的成形加工问题，一把刀可连续使用二天，而以前每天都有要换刀。加工的表面质量得以大幅度提高。从每日的日常检验来看，规定必须达到的表面粗糙度为 $R_a 0.20\mu\text{m}$ （图 4）。采用以前所用刀片，仅在半天之后，我们便不敢保证达到要求。现在使用 Horn 刀片，经过随后的光整加工，表面质量可稳定达到 $R_a 0.08\mu\text{m} \sim 0.14\mu\text{m}$ 。在刀具未优化之前，所生产的零件常常需要返工，必须经过附加加工才能完全达到要求的质量标准。如今降低了车后

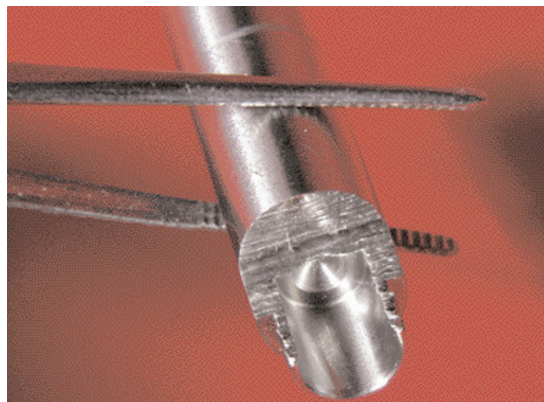


图 4 现在，用 Supermini 车刀，可加工 12000 个固定销，精切表面粗糙度可稳定达到 $R_a 0.08\mu\text{m} \sim 0.14\mu\text{m}$ ，而且刀具使用寿命提高一倍

滚压加工的成本，质检费用也随之减少（图 5）。”

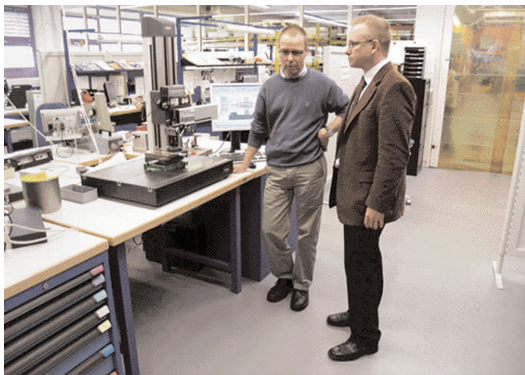


图 5 刀具优化完成后，Urs Steinemann（左）和 Christoph Schlaginhaufen 不仅对质量检验证明的良好成果表示满意，而且相应地减少了返工量

刀具优化要持续

在不同过度阶段，Supermini 经过优化可以适用于大量生产。就其复杂程度和不断变化的加工参数来说，在整个优化过程中，几家公司（Häni、Dihawag 和 Horn）的投入比较大。尽管如此，这个项目仍持续了一年半时间。项目费用支出说明了这类项目对于合作伙伴和如何解决大量生产问题的重要性。

Schlaginhaufen 强调，就本项目而言，诚信是与 Häni 公司合作的基础。Steinemann 认为：如果我们想有效地工作，我们必须以诚信为本，密切我们与供应商和客户的关系。由于各部门的领导，如 Esposito 先生，对供应商的优势所在了如指掌，这样就可以在必要的情况下，能够对对客户的要求作出迅速反应。

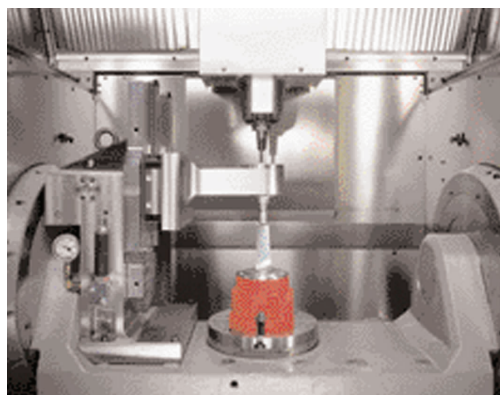
刀具优化是一项持续性的项目。据 Schlaginhaufen 透露，正在进行的最新项目是让操作员睡个好觉。这方面还存在一些问题。如果多轴车床的 12 把刀中有 10 把能可靠运行，这个项目就成功了。这就能使他放心，让他感觉更好。他的责任就是不间断地收集用户的信息和感觉，并将其送给制造商。Horn 则汇集这些信息。如果专用刀具不断地标准化，则优化过程就会加快并对其它用户产生积极影响。这不仅仅是刀具本身的事，而且是从事每周 7 天 24 小时生产者的毕生事业。我们的用户面临日益严峻的压力，要更快地生产价格更低、更可靠的产品。作为刀具供应商必须正视这种压力，需要不断提供更可靠和更耐用的刀具，要尽可能多地对了解制造过程。在 Arch，这种制造过程就是面对全球竞争的大量生产。

Hermle 公司的新型自动夹具

Automatic counter clamp

德国 Hermle 公司（机床制造商）最近开发出一种新型自动夹具。这种夹具的特点是采用了前端面支承，适用于加工较长、细长工件，例如透平叶片、医疗设备零件、刀具及（或）刀夹等工件的加工，可达到很高的精度。该夹具还可以通过 NC 程序控制其下中心孔自动侧转 90°，利用这一特点，在除环绕工件的五轴加工外，还可加工其端面，从而一次装夹完成全部加工。

该夹具适合安装在 C30U 和 C40U 五轴加工中心（图）NC 圆形摆动工作台顶面的一侧，该夹具中心孔可自动下降（行程 220mm）。这样，可以使工件的装夹保持最佳状态。采用此夹具，可装夹和加工最大长度 420 mm，最大回转直径 420 mm 的工件。通常，该夹具只用于装夹细长工件，不必考虑其直径。如果将其转到侧面，还可以用于较大的笨重工件的五轴加工。因此，应用此夹具，用户可更加充分地



在 C30U 五轴加工中心的圆形摆动工作台上使用这种自动夹具加工透平叶片

发挥五轴加工中心的用途。

Hermle 公司还可在其机床上配装用于装卸工件的 HS30 机械传送系统或机器人系统，以延长二或三班作业时的无人看管时间。

2008 年总目次

General Contents in 2008

期-页	期-页
2007 年中国机床工具行业十大新闻 1-28	员工创造力决定企业未来生存潜力 6-59
中国机床工具工业协会总干事长吴柏林献词 2-31	
中国机床工具工业协会理事长陈永开贺词 2-32	重大科技专项 Priority Project of Scien-Tech
中国机床工具工业协会轮值理事长陈惠仁贺词 2-33	飞机制造业对机床等设备的市场需求 5-47
中国机床工具工业协会轮值理事长张志刚贺词 2-34	核电和风电装备需求初探 6-51
中国机床工具工业协会轮值理事长许郁生贺词 2-35	
台湾区机器同业公会为汶川大地震捐款 4-31	论坛 Forum
济南二机床董事长张志刚率队前往四川地震灾区慰问用户企业 4-31	航空工业制造设备发展分析 3-32
机床工具行业企业迅速展开对口支援灾后重建 4-32	Analysis on advance of equipment for production in inaviation
台湾上银公司大爱捐款, 援助四川地震灾区重建 4-34	以极端制造理念, 促精密磨削发展 3-39
	Based on extreme manufacturing concept to promote development
专稿 Special Reports	of precision grinding
正确理解国家进出口政策调整 1-30	打造国际机床行业品牌, 树立民族机床工业旗帜 3-40
提高认识, 自主创新, 加快振兴机床行业 1-32	Creating international brand and setting good example to
抓住机遇, 转变发展方式, 又好又快的发展机床行业 1-34	domestic machine tool industry
当前机械工业的发展形势与科学发展的思考 1-36	创新——拉近世界的距离 4-44
加强行业企业合作, 共同发展 1-40	Innovation—Coming closer to the world
鼓励进口技术和产品目录摘要 1-42	中国汽车工业“十一五”规划要点及对机床设备的
中国机床工具产业可持续发展的思考 2-36	需求分析研究 4-47
Think about consecutive progress in China's machine tool industry	An analysis of automobile industrial demands on machine tools
重点用户基础装备需求分析 2-38	以跨国经营拓展自主创新平台 4-51
Demands of main users on basic equipment	Exploit multination market to expend new platform for
中国机床工具行业如何步入 2008 2-44	independence innovation
The way of China's machine tool industry in2008	坚持“双高”原则, 推进自主创新 5-50
机床行业从引进来到走出去, ——进一步扩大国际合作 2-47	Persisting in “duo-high” principle to carry out
Going a step further to expand international cooperation	independent innovation
下一代生产系统 2-52	
Next generation production system	展览会信息 Exhibition
殷切的期望, 巨大的鼓舞 3-29	抓住机遇抓住商机全力办好 CCMT2008 展会 1-44
搭建供需桥梁, 促进创新和发展 3-30	CCMT2008 展览会呈现的四大特色 1-46
中国机床工具行业回顾与展望 4-35	配合 CCMT2008 展会主题举办高层论坛 1-48
Review & outlook of China's machine tool industry	CCMT2008 展品预报 (三) 1-49
以装备政策促进制造业发展 4-39	从 EMO2007 看世界齿轮加工机床技术的发展 1-62
A sound equipment policy is of great advantage for the development of	CCMT2008 展品预报 (四) 2-56
manufacturing industry	海德汉展品 CCMT2008 展前预览 2-68
核心技术决定竞争力 4-41	CCMT2008 参观导引和重点展品介绍 2-71
Core technology is decisive factor for competitive	What highlight in CCMT2008
	CCMT2008 展会综述 3-44
专访专论 Special interview & report	济南二机床参展 CCMT2008 喜获成功 3-47
我国机床产品安全质量状况分析 5-53	从 CCMT2008 看国产龙门机床的快速发展 3-48
自主创新——我们该向国际机床企业学些什么? 5-55	九轴六联动首次展出, 强力型面磨削随动型抛光整合国际首创 3-52
在精益生产环境中多功能加工技术的新发展 5-58	数控齿轮加工机床 CCMT2008 绽放异彩 3-54
New development of multitasking in the lean production environment	CNC gear machine tools viewed from CCMT2008
可重构机床模块化设计技术研究 5-60	第十二届中国国际模具技术和设备展览会
Research on modularization design of reconfigurable machine tool	在上海举办 3-63
现代企业亟待防范金融风险 6-54	高新、高效、精密、环保将成为 2009 年中国国际机床展览会主旋律 4-54
企业并购的全面整合策略 6-57	

Innovation, efficient, precision and green will be the theme of CIMIT2009

IMTS2008 即将举行 4-55

飞速发展中的国产龙门机床 4-56

交流广泛, 成果丰硕—CMTBA 参访团在 IMTS 展览会 5-31

汇集世界最新技术精华 满足装备制造发展需求 5-36

Gathering essence of the world wide latest manufacturing technology, Meeting the needs

of developing manufacturing equipment

第 24 届日本国际机床展览会 (JIMTOF2008) 最新消息 5-38

CIMIT2009 展会招展火热进行 5-39

引领行业发展的前瞻性技术国际论坛正在筹备中 5-40

In preparation is the Forum on the frontier

technology leading the industry development

从 CCMT2008 看国产加工中心的技术进步 5-41

Great progress extended in domestic MC technology

透过数控机床展看激光切割机的快速发展 5-44

Advancing laser cutting machine

日本 JIMTOF2008 国际机床展览会综述 6-27

技术联结世界, 创新推动发展 6-30

亮点纷呈的第十一届中国国际机床展览会 (CIMIT2009) 6-38

丰富的配套活动为 CIMIT2009 添彩 6-39

CIMIT2009 展品预览 (一) 6-40

Preview of exhibits to be shown at CIMIT2009

IMTS2008 展览会上的磨齿技术与装备 6-45

Gear Generating Machine Equipments in IMTS 2008

产销市场 Production & Marketing

进口首次呈现回落 出口保持快速增长 1-67

Analysis on import and Export of Machine Tool Products from Jan. to Oct. in 2007

2007 年 1-10 月机床工具行业经济运行形势 1-73

Analysis on Economics of China's Machine Tool Industry from Jan. to Oct. 2007

2007 年 1-10 月份美国机床消费统计 1-76

从统计数据看中国量具市场的现状和发展趋势 1-77

Analysis on Condition and Trends of Measuring Tool Market in China

2007 年机床工具行业经济运行分析及 2008 年预测 2-79

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

2007 年金属加工机床进出口贸易评述 3-64

Analysis on import & export of metal working machines in 2007

2007 年台湾地区机床工具行业运行分析 3-69

2007 年世界机床产销情况和特点简析 3-71

Global machine tool production and marketing

国际机床工具发展动态与趋势 3-75

Trend in the world machine tool industry

2007 年世界机床生产企业前 20 强 3-79

The top 20 machine tool manufactures in the world in 2007

2008 年上半年中国机床工具行业经济运行分析 4-65

Analysis on the economics of China's machine tool industry

与机床工具行业相关的税收政策相继出台 4-69

Tax policy related to machine tool & tool Products

我国机床工具行业发展规模的实证研究 4-76

Research on economics of China's machine tool products

manufacturers

机床工具行业应密切关注进出口政策的变化 5-68

2008 年上半年机床工具行业经济运行分析 5-70

今年上半年中国对主要贸易伙伴进出口总额表 5-73

2008 年 6 月份美国制造技术消费 5-73

市场竞争促使世界机床企业集中度增大 6-61

2008 年前三季度中国机床工具行业经济运行分析 6-63

经贸要闻 Economic & Trade Focus

China's Government Procurement Scale Expands 1-82

中国政府采购规模持续增长

Quantity Limit on China's Export of 8 Categories of

Products to EU to Be Lifted in 2008 Textile 1-83

中国 8 类纺织品 2008 年无限量出口欧盟

Interest Subsidy to Spur High-tech Imports Planned 1-84

中国拟支持先进技术进口

Automobile Output, Sales Both exceed 6.4 Million in Jan. -Sept. 20071-84

2007 年 1-9 月中国国产汽车产销均超 640 万辆

China's Outward Investment Approaches US\$100 Billion 1-85

中国对外投资近 1000 亿美元

China's Import and Export with Major European Countries

during January - September, 2007 1-85

2007 年 1-10 月中国对欧洲主要国家进出口总值表

China launches key equipment project for large

aircraft manufacturing2-84

中国大飞机制造关键设备项目正式启动

China's private aviation industry expands rapidly 2-84

中国民营航空业扩张迅速

China ranks first among developing countries in terms of foreign

investment introduction 2-85

2007 年中国吸引投资居发展中国家首位

China's automobile import grows obviously 2-86

中国汽车进口明显增加

China adjusts import/export tariff 2-86

今年中国进一步调整进出口关税

Private sector investment grows 36% in 2007 3-80

2007 年中国民营经济投资增长 36%

Government procurement exceeds RMB400 billion in 2007 3-80

2007 年中国政府采购金额超过 4000 亿元

New tariff policies published 3-80

中国出台多项关税新政策

Machine-building industry grows over 20% for five years 3-82

中国机械工业连续 5 年增速超过 20%

Consumption top driver of GDP 3-83

2007 年中国消费拉动 GDP 居首位

Import, export of mechanical, electrical products

grows 22% in 2007 3-83

2007 年中国机电产品进出口增长 22%

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

million 3-84

2008 年中国汽车产销量有望超过 1000 万辆	
China's reform of five major taxes in 2008	4-84
2008 年中国五大税制改革	
NDRC published industrial production analysis report	4-85
国家发改委发布工业经济形势分析报告	
China's import and export with main trade	
partners in the first quarter of 2008	4-86
今年一季度中国对主要贸易伙伴出口总值	
Catalogue of commodities prohibited for	
processing trade published	4-86
2008 年加工贸易禁止类目录公布	
Foreign funds utilization growth in Western	
China exceeds national average	4-87
中国西部利用外资增速高于全国平均	
China launches experiment for remanufacturing	
automobile parts	4-87
中国启动汽车零部件再制造试点	
China sign first FTA	5-74
中国与发达国家签订第一个自由贸易协定	
China's total import and export exceed US\$2 trillion in 2007 ...	5-74
2007 年中国年度进出口额首次超过 2 万亿元	
The main features of China's import and	
export trade in 2007	5-74
2007 年中国进出口贸易主要特点	
Airbus, Hafei to jointly construct aircraft	
spare parts Production center	5-77
空客与哈飞将共建飞机零部件制造中心	
Wind power industry to see sustainable fast Development	5-78
中国风电产业将持续快速发展	
Overseas investments flow faster into tertiary industry in shanghai	
.....	5-78
上海第三产业引进外资加速	
Largest Italian-invested project in China signed	
.....	5-79
意大利在华最大投资项目签约	
China signs first FTA	5-74
NDRC standardizes management of foreign	
-invested projects	6-65
中国发改委规范外资项目管理	
Notice on Adjustment of Policy Concerning Duty	
Exemption for Import of Major Key Complete	
Technical Equipment and Machinery	6-66
关于重大技术装备整机进口免税政策调整	
Sino-US economic dialogue makes substantial Progress	6-67
中美经济对话取得实质进展	
Automobile output and sales exceed five million in H1 2008 ...	6-68
2008 年上半年中国汽车产销均超 500 万辆	
Foreign retailing giants rush to Jiangsu province	6-69
外资零售企业加快进入江苏省	
Guangxi-ASEAN bilateral trade soars 83.8% in January-July ...	6-69
2008 年 1-7 月广西与东盟双边贸易增长 83.8%	
Airbus first final assembly line outside Europe	
operational in Tianjin	6-70

欧洲以外的首个空客总装线在天津投产

数控与软件 CNC & Software

用于复合机床的多通道五轴联动数控系统	
DASEN20	3-85
控制软件产业化是数控产业化的关键	4-88
Software industrialization is the key for that of	
development of CNC system	
高精度数控机床伺服系统控制原理研究	5-81
The study of controlling principle for servo system	
of high precision CNC machine	
TNC620——海德汉新一代数控系统	5-83
iTNC530 数控系统使用标准循环与变量编程实现从矩	
形到圆的漏斗形加工	6-73
Funnel, rectangular to circular, with	
HEIDENHAIN cycles and Q parameters in iTNC530	
武汉华中数控股份有限公司对美国无理制裁的严正声明	6-76
必须加大支持发展我国数控机床产业的力度	6-77

制造业信息化 IT in manufacture

基于 TCP/IP 制造自动化网络安全隐患的研究	5-84
The research on the safety risk of TCP/IP-based	
net in automatic production	

功能部件 Key Components for CNC

MachineTool	
SONY 跨入皮米级检测和加工时代	1-92
Sony Jumping to Pico Meter World	

相关产业 Correlative Industries

农业机械工业现状和设备需求	1-86
半导体激光退火原理	1-88
半导体材料激光退火技术研究 (一)	2-88
半导体材料激光退火技术研究 (二)	3-88

企业风云 Enterprise Features

沈阳机床集团的发展战略与思路	1-93
解读“JIER”制造	1-95
大型精密立式数控磨床研制成功	2-95
海克斯康测量技术(青岛)有限公司	2-97
中大创远-自主创新开创中国数控机床领域新天地	
.....	5-80
EMAG 公司乐观看待中国市场	6-71

产品与技术 Production & Technology

树脂混凝土机床床身的应用	2-100
Application of resin concrete casting in machine building	
卓有成效的生产是一项系统工程	2-102
Highly effective production is a system engineering	
五轴联动车铣中心现状与发展策略	3-93
The state-of-art and developing strategy of 5-axis turn-mill center	
高花费还是高价值?	3-97
High cost or high value	

加工中心上的铣削加工	4-98
Milling on machining center	
iTNC 530 五轴加工功能在 XK2130 数控龙门镗铣床的应用 ...	4-101
Application of HEIDENHAIN iTNC 530 in 5-axis	
gantry type boring and milling machine	
智能机床	4-103
Intelligent Machine	
数控快速点磨削技术及其应用研究	5-87
Study on the application and technology of Quick-point grinding	
工作过程稳定的自消振电主轴	5-91
Working stable and self-absorbing motor spindle	
中外陶瓷磨具技术比较分析	5-94
Comparative analysis on ceramic abrasive technology in home	
and abroad	
XL-80 激光校准系统	5-98
XL-80 Laser calibration	
节能减排的振动时效技术	6-78
对现有可转位刀片的功能缺陷分析与设计思想的建	6-81
五轴联动龙门加工中心现状与发展探讨	6-84
Status Quo and developing trend of five-axis	
Gantry-type Machining Centers	
数控重型立车电气随动车削装置的研制	6-88
Developing on an electric follow turning device of heavy-duty CNC	
turning mill	
刀具表面涂层技术进展综述	6-91
Comment on the progress of cutting tool	
coating technology	
外驱动主轴用在什么情况合适	6-95
Where is use of the out driving spindle	
高精度五轴加工车铣的中心	6-96

精品推介 High Quality Products

数控机床精品推介 (一)	4-60
数控机床精品推介 (二)	5-64

讲座 Seminar

精益生产与管理 (五): 精益规划控制与激励	1-99
Lean production and management (Part 5):	
How to improve value and eliminate waste	
精益生产与管理 (六): 如何提升价值与消除浪费	2-105
Lean production and management (Part 6):	
How to improve value and eliminate waste	
精益生产与管理 (七): 流程设计与再造技术	3-99
Lean production and management (Part 7):	
Process design and re-engineering technology	
精益生产与管理 (八): 实施精益的步骤和计划	4-91
Lean production and management (Part 8):	

Typical implementation procedure and plan	
精益生产与管理 (九): 精益供应与可制造设	5-101
Lean production and management (Part 9):	
Lean supply and design for manufacturability	
精益生产与管理 (十): 精益维护、可维护性设计与全面生产维护	6-98
Lean production and management (Part 10):	
Lean maintenance and design for maintainability	
and total production maintainability	

欧洲生产工程 European Production

Engineering	
完善的立式结构, 独创的柔性	1-110
Proven vertical, innovative flexibility	
阿尔法系列加工中心	1-112
WFL 铣车系列机床	1-112
Monnier + Zahner 公司产品系列	2-114
High quality machine tools of Monnier + Zahner	
OPEN MIND 技术公司将在 CCMT2008 上展示最新版	
hyperMILL CAM 软件	2-116
OPEN MIND Technologies AG at the CCMT2008 in Beijing	
新一代高动态性能加工中心 HEC 400 D	2-118
HEC 400 D - The New Generation of Highly	
Dynamic Machining Centers	
新型折弯机	2-120
GIGAbend Folding System	
“L” 就是 “大”	3-106
L' as in Large	
加工飞机涡轮机零件用的新一代缓进给砂轮	3-108
“uWin” a new Generation of Creep-feed Grinding	
Wheels for Aircraft Turbine Components	
最适合加工铝合金轮毂的 Oval Flex 车刀	4-106
Nothing but the best for the favorite child	
模块化是新标准	4-107
Modularity is the new standard	
最佳的腐蚀与磨削复合加工	5-110
Optimized eroding and grinding	
向模块化发展的铰刀	5-112
A further step towards modularity	
Kel-Vita CNC 万能磨床	5-115
Set up for diversity	
用途广泛的五轴加工机床	5-116
Flexibility for demanding applications	
优化车刀大幅度提高生产率	6-106
Productivity of extended from 5000 to 12000 partsHermel	
公司新的自动夹具	6-108
Automatic counter clamp	