

WMEM

世界制造技术与装备市场

World Manufacturing Engineering & Market

No.6 2014
2014年12月
December 2014

主管: 中国机械工业联合会
主办: 中国机床工具工业协会
地址: 北京市西城区莲花池东路102号
天莲大厦16层

邮政编码: 100055
电话: (010) 63345259 传真: (010) 63345699
电子邮箱: wmem@cmtba.org.cn

出版: 中国机床工具工业协会
《组合机床与自动化加工技术》杂志社

顾问: 吴柏林 于成廷
主任: 陈惠仁
副主任: 王黎明 毛予锋
编委:

王旭 关锡友 张志刚 龙兴元 马伟良 马俊庆
石光 叶军 朱峰 刘炳业 刘家旭 杜立群
杜琢玉 李屏 李保民 吴日 何敏佳 张明智
陈吉红 罗勇 周辉 姜华 潘文虎 魏华亮

特邀编委:

刘宇凌 李先广 姜怀胜 李维谦 于德海 刘春时
李宪凯 魏而巍 夏萍 范小会 徐宁安 陈德忠
徐刚 吴建民 李志宏 桂林 汪爱清 王跃宏
张国斌 初福春 王明远 高克超 刘庆乐 王兴麟
董华根 胡红兵 武平 肖明 钟洪

总编辑: 李华翔
副总编辑: 杨春林
国际标准代号: ISSN 1015-4809
国内统一刊号: CN 11-5137/TH
国内发行: 北京报刊发行局
订阅处: 全国各地邮局
邮发代号: 80-121

广告代理: 台湾总代理-宗久实业有限公司
地址: 台湾省台中市南屯区文心路一段540号11F-B
电话: +886 4 23251784
传真: +886 4 23252967
电子邮箱: Jessie@acw.com.tw
广告负责人: 吴佩青(Jessie)

承印: 北京博海升彩色印刷有限公司

零售价: 中国内地RMB10.-
中国香港HK\$70.-
其他地区US\$10.-



《中国期刊网》、《中国学术期刊(光盘版)》(理工C辑)、《中文科技期刊数据库(全文版)》全文收录期刊、万方数据-数字化期刊群之中国核心期刊数据库引文期刊

目录 CONTENTS

2014年第6期(总第135期)

WMEM世界制造技术与装备市场

行业资讯 News

28 大连机床集团等三方合作在俄建厂等12条信息

特别报道 Special Report

30 新常态下的新变化

——CIMT2015境内展区展览预备会在武汉召开

传媒部

Report of preparatory meeting of CIMT2015

33 新起点 新高度

——埃马克(中国)金坛新工厂开业典礼隆重召开

李华翔

A new plant opening ceremony of the EMAG Group in jitan city

36 2014中国模具行业大会在京召开

李华翔

Report of 2014 China mold and die industry conference held in Beijing

本刊专访 Special Interview

37 真诚合作 真正共赢

——专访北京凯奇数控设备成套有限公司董事长王恒智

张芳丽

An interview with Beijing CATCH CNC Equipment Co.Ltd., chairman of Wang Hengzhi

39 对意大利机床在中国市场未来前景积极乐观

——访意大利对外贸易委员会政府机构北京办事处首席代表、

中国区总协调官 赖世平

兰海侠

An interview with the chief representative of Beijing office of I.C.E.,

海外市场 Overseas Market

42 第29届意大利BI-MU展会概览

Overview of the 29th Italy BI - MU exhibition

兰海侠

45 聚焦IMTS2014展会

Focus on IMTS2014 exhibition

李雷执笔

展会信息 Exhibition Information

53 CIMT2015展品预览

Exhibits Preview of CIMT2015

传媒部

WMEM

世界制造技术与装备市场

World Manufacturing Engineering & Market

Competent Authority: China Machinery Industry Federation

Sponsor: China Machine Tool & Tool Builders' Association

Add: 16/F., Tianlian Mansion,
102 Lianhuachi East Road,
Xicheng District, Beijing,
100055 P.R. China

Tel: (010) 63345259 Fax: (010) 63345699

E-mail: wmem@cmtba.org.cn

Publisher: CMTBA
Modular Machine Tool & Automatic
Manufacturing Technique

Edit-Committee Consultants: WU Bai-lin, YU Cheng-ting

President of E-C: CHEN Hui-ren

Vice President of E-C: WANG Li-ming,
MAO Yu-feng

Committeemen:

WANG Xu, GUAN Xi-you, ZHANG Zhi-gang, LONG Xing-yuan, MA Wei-liang, MA Jun-qing, SHI Guang, YE Jun, ZHU Feng, LIU Bing-ye, LIU Jia-xu, DU Li-qun, DU Zhuo-yu, LI Ping, LI Bao-min, WU Ri, HE Min-jia, ZHANG Ming-zhi, CHEN Ji-hong, LUO Yong, ZHOU Hui, JIANG Hua, PAN Yun-Hu, WEI Hua-liang

Specially Invited Committeemen:

LIU Yu-ling, LI Xian-guang, JIANG Huan-sheng, LI Wei-qian, YU De-hai, LIU Chun-shi, LI Xian-kai, WEI Er-wei, XIA Ping, FAN Xiao-hui, XU Ning-an, CHEN De-zhong, XU Gang, WU Jian-min, LI Zhi-hong, GUI Lin, WANG Ai-qing, WANG Yue-hong, ZHANG Guo-bin, CHU Fu-chun, WANG Ming-yuan, GAO Ge-chao, LIU Qing-le, WANG Xing-lin, DONG Hua-gen, HU Hong-bing, Wu ping, XIAO Ming, ZHONG Hong

Chief-Editor: Li Huaxiang

Deputy Chief-Editor: Yang Chunlin

ISSN 1015-4809

CN 11-5137/TH

Post Distribution Code: 80-121

Advertising agency:

WORLDWIDE SERVICES CO.,LTD

Add:11F-B,No.540,Sec.1,Wen Hsin Rd., Taichung, Taiwan

Tel: +886 4 23251784

Fax: +886 4 23252967

E-mail: Jessie@acw.com.tw

Contact: Jessie



WMEM官方微信

目录 CONTENTS

2014年第6期 (总第135期)

专题综述 Topical Review

- 73 先进制造技术发展战略和我国制造业转型升级 李毅中
Development strategy of Advanced manufacturing technology and transformation & upgrading of manufacturing industry in China
- 77 关注五轴数控工具磨 邵钦作
The development of five-axis CNC tool grinding machine

产品与技术 products & technology

- 82 SPE21250数控伺服转塔冲床的研发与应用 李兵
Research and application of SPE21250 CNC servo turret punch press
- 90 APM系列翻板卧式加工中心的研发与应用 任立伟
Development and application of APM series of turning plate horizontal machining center
- 94 系列化五轴立式加工中心的研发与应用 许钢
Development and application of series 5 axis vertical machining center
- 96 YE3120CNC7高速干切滚齿机的研发与应用 黄强
Development and application of YE3120CNC7 high-speed dry cutting gear hobbing machine
- 100 光栅测量技术在数控机床的应用
——光栅尺篇 吴宏圣等
Application of grating measuring technique in CNC machine tools
- 103 钛合金材料高速切削加工的刀具选用原则及应用实例 冯浩
Selection principle and application example of high speed machining tool for cutting titanium alloy material
- 107 加工轴类件新型夹具的开发 金丽英 薛亮
Research and development of new jig for machining axial parts
- 108 广告客户索引
Advertisers' index
消息 (52、72、88)

WMEM

世界制造技术与装备市场

World Manufacturing Engineering & Market

编者的话

时光飞逝，不知不觉间又到了岁末。

回望即将过去的这一年，机床工具业似乎没有太多的故事发生，但身处其中的人都知道，这一年其实过得并不轻松。经济增速放缓，市场持续低迷，需求加速升级，这些都在倒逼着企业转型升级。在这艰难的过程中，一些企业通过苦练内功，及时调整经营策略等手段，已经取得了一些喜人的成果。而即将迎来的CIMT2015展会，自然成为集中展示这些成果的最佳平台。

届时，CIMT2015展会将启用顺义新国展全部8个室内展馆、南北登录厅及东西连廊进行布展，同时还将在展馆东侧的室外场地搭建8个临时馆，展览会总面积达到13.1万平方米，预计有来自28个国家和地区的1500家展商参展。

本届展会的主题确定为“新常态·新发展”。该主题将赋予CIMT2015新的内涵。同时，在总结以往经验并借鉴国外先进办展理念的基础上，CIMT2015在设计规划上有了进一步的优化和调整；CIMT2015加大了对激光加工机床、工业机器人以及3D打印等新技术、新产品的支持，目的是保证CIMT能充分展示机床工具产业的最新发展方向和最新发展成果，从而最大限度地确保广大展商和观众的参展效益。同时，学习借鉴境外机床展的成功经验，在展会的专业化布局方面迈出了切实的步伐。

从本期开始，连续三期，我们将拿出较大的篇幅，及时报道CIMT2015展前的最新资讯和展品预览内容，敬请关注！

本刊编辑部

版权所有，未经本刊书面许可，不得转载。

本刊已许可中国学术期刊（光盘版）电子杂志社在中国知网及其系列数据库产品中以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。该社著作权使用费与本刊稿酬一并支付。作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意我社上述声明。



Motion Control and System Technology



仿冒品
请向合格经销商购买

荣获第一届(2013)台湾经济部卓越中坚企业奖
荣获第一届(2011)台湾经济部卓越创新企业奖
荣登福布斯(Forbes)2014全球创新成长百大企业第50名

迎向 智慧自动化时代



上银科技入选美国ROBO-STOX
全球机器人与自动化指数型股票基金成分股，
而且所占权重比第一。



2001~2014连续14年荣获台湾精品金银质奖


滚珠丝杠
Ball Screws


直线导轨
Linear Guideway


单轴机器人
Single Axis Robot


关节式机器人手臂
Articulated Robot


并联式机器人手臂
Delta Robot


下肢康复训练机
Robotic Gait Training System


直线电机
Linear Motor


直驱式定位平台
Torque Motor


伺服驱动器
Servo Drive


AC伺服电机
智慧型伺服电机
AC Servo Motor & Motor

全球营运总部

上银科技股份有限公司
HIWIN TECHNOLOGIES CORP.
台湾40852台中市精密机械园区精科路7号
Tel: +886-4-23594510
Fax: +886-4-23594420
www.hiwin.tw
business@hiwin.tw

关系企业

大银微系统股份有限公司
HIWIN MIKROSYSTEM CORP.
台湾40852台中市精密机械园区精科中路6号
Tel: +886-4-23550110
Fax: +886-4-23550123
www.hiwinmikro.tw
business@hiwinmikro.tw

HIWIN大陆专属经销商

天津隆创日盛科技有限公司
天津市西青区中北工业园(北园)曦霞路3号
Tel: (022) 2742-0909 邮编: 300380

上海诺银机电科技有限公司
上海市闵行区金都路1259号
Tel: (021) 5588-2303 邮编: 201108

乐为传动科技(苏州)有限公司
江苏省苏州市高新技术产业开发区泰山路6号
Tel: (022) 2339-3860 邮编: 215000

深圳海威机电有限公司
深圳市坂田坂雪岗大道象角塘沿河路1号
Tel: (0755) 8211-2058 邮编: 518000

金太客传动科技(苏州)有限公司
江苏省苏州高新区联港路255号
Tel: (0512) 6690-9815 邮编: 215400

河南广原精密机电有限公司
郑州高新区莲花街11号2栋3单元6层东户43号
Tel: (0371) 8658-1630 邮编: 450000

HIWIN海外厂

德国 www.hiwin.de	日本 www.hiwin.co.jp	美国 www.hiwin.com	捷克 www.hiwin.cz	瑞士 www.hiwin.ch	法国 www.hiwin.fr
意大利 www.hiwin.it	新加坡 www.hiwin.sg	韩国 www.hiwin.kr	中国 www.hiwin.cn	巴西 www.mectrol.com.br	以色列 www.mega-fabs.com

索取资料请将号码09填入读者服务卡

大连机床集团等三方合作在俄建厂

近日，大连机床集团、中国保利集团，以及俄罗斯国家技术集团机床工业股份公司在大连举行战略合作签字仪式，三方将共同投资，在俄罗斯组建数控机床制造公司。

经三方磋商敲定，本次在俄组建的数控机床制造公司，将主要生产大连机床开发的、具有当代水平的数控机床产品，以满足俄罗斯市场需求。协议签署后，三方合作建厂选址、技术转让、资本构成及管理层框架等相关事宜已正式启动并进入实质性洽谈磋商中。

此次合作大连机床将实现资本、管理、技术的全方位“走出去”。据介绍，本次在俄投资组建数控机床企业，首期共同投资额预计为3亿美元，建成后预计当年即可实现年销售收入3亿美元。

山东永华机械与德国ROTTLER公司 全面战略合作成功签约

2014年11月19日，山东永华机械有限公司与德国知名机床制造企业ROTTLER公司在永华机械总部举行全面战略合作签约仪式，中德双方企业法人签署战略合作协议。双方就在华高端机床市场开拓、联合研发、技术服务、共建品牌、合作经营等方面达成了广泛一致，为双方进一步开拓中国高端精密机床市场奠定了良好的基础。

协议确定了永华机械作为ROTTLER公司在中国地区唯一战略合作伙伴，全面负责ROTTLER公司机床产品在华销售与技术支持，以及双方合作共建“ROTTLER·永华”品牌精密机床的一切经营活动，共同设立德国技术研发中心，互派技术人员参与新产品的的设计开发和制造调试，共同拓展中国



航空航天、船舶、汽车、轨道交通等领域高端机床市场，为双方创造更广阔的发展空间。

青海华鼎门式摩擦传动车轮车床 通过技术审查

日前，青海华鼎重型机床有限责任公司研发新产品MCK8010/H门式摩擦传动车轮车床，在北京铁路局某作业现场顺利通过专家组技术审查。

该产品主要适用于铁路货车不拆卸前盖轴轮的轮缘、踏面车削加工，是铁路专用的新型车轮车床。

秦川集团前三季度营业收入 同比增长10%

10月31日，秦川集团公司召开2014年三季度经营工作会，通报了2014年前三季度集团公司运营情况及各企业主要经营业绩指标完成情况。

今年前三季度，秦川集团公司在国内机床工具行业市场环境依然恶劣的大环境下，完成营业收入同比增长10%。从前三季度看，按照秦川集团公司“三个1/3”战略布局，机床工具主机方面，通用数控机床业务总体平稳，齿轮磨床、外圆磨床业务稳住了下滑势头；汉江工具的插剃刀具和异型刀具销售收入分别同比增加3.7%和0.6%。汉江机床22立方大规格螺杆转子压缩机机头已经交付用户使用；宝鸡仪表的压力表、数字传感器、六氟化硫表、流量表等产品继续保持产销两旺；关中工具的螺纹刀具等产品总体收入同比上升6.2%。集团直属的铸造业务主营业务收入增长21%，并在开发重点新用户方面取得突破，船用发动机机体铸件（单件重20吨）圆满交付用户；齿轮传动业务中的电梯曳引机减速箱的增长达到60%，蜗轮副部件增幅为30%以上；前三季度军品业务销售收入同比增长50%以上。

哈斯2014数控技术论坛暨采购黄金周 成功举行

2014年10月13~16日，哈斯（Haas）在其位于上海外高桥自贸区的中国总部内隆重举行了为期4天的开放日活动。超过200位全国客户参与了此

次活动。现场VF-6/50、DS-30SSY、ST-25Y、ST-20、VF-3SS、VM-3、VF-2、VF-2SS、ST-10、MINIMILL、DT-1等在内的10多台立式加工中心、车削加工中心及转台，展现了卓越的加工能力。不论是哈斯机床为外界所熟知的铝材轻切削，还是VF-2立式加工中心显现出的小机床的高刚性，尤其在重切削方面的优异表现，抑或是能够快速去除90%材料量的DT-1钻削中心，都令人感受到了哈斯机床在效率、工序集成、经济性方面的持续创新——这正切合了本次开放日的一大主题：精悍品质，创新致胜。



国内首次攻克硬齿面双圆弧齿轮成形磨削难题

日前，南京工大数控科技有限公司应用自主研发的数控成形磨齿机，完成硬齿面双圆弧啮合齿轮的成形磨削加工，经检测精度达到5级，从而在国内首次实现了采用成形磨削技术完成该种齿轮精加工的解决方案。而在此之前，SKMC-3000数控成形磨齿机被江苏省经济和信息化委员会认定为江苏省首台（套）重大装备产品。

圆弧齿轮属于创新型的啮合制，可认为是将渐开线齿轮轮齿的凸面与凹面的接触改变成凸圆弧与凹圆弧齿廓啮合。这种啮合方式可增大相对曲率半径，进而提高接触强度。但是对于该种啮合质的齿轮，由于精加工工艺一直未能突破，精度不足，应用面、推广面还不是很广，从而制约了其发展。

SKMC-3000通过五轴联动控制完成砂轮截形的精确修正，并通过微米级精度的进给控制实现齿轮的精确磨削。结合硬齿面双圆弧齿轮的特点，南京工大数控还开发了整套成形磨削软件。

该精加工工艺的成功研制，是硬齿面双圆弧齿轮加工技术上的一次重大创新，磨齿软件技术已达国际先进水平。

济二举办APM系列翻板卧式加工中心技术研讨会

10月31日，济南二机床举办国家科技重大专项“APM系列翻板卧式加工中心”技术研讨会。成飞、沈飞、西飞、哈飞、洪都航空、上海飞机、天津航天长征火箭制造有限公司、上海航天设备制造总厂、泰安航天、长征机械厂、清华大学、北京航空航天大学、山东大学等共计18家单位近50名专家学者，共聚济二，进行研讨交流。

“APM系列翻板卧式加工中心”是济二与成飞、西飞以及清华大学、北航合作的2013国家科技重大专项项目，于2014年完成样机试制。产品主要用于航空领域大型航空结构件的高速高效加工，应用了高速主轴技术、双丝杠驱动技术、高精度翻板定位夹紧技术等多种先进技术。这台产品的研制成功，对打破国外垄断，满足航空工业大发展对国产高档数控装备的迫切需求，起到积极的推动作用。

精准有道：海德汉开通官方微信公众号

日前，约翰内斯·海德汉博士（中国）有限公司的官方微信“海德汉”已经成功开通，为客户提供“指尖上”的服务，以信息手段为客户提供“精准之道”的服务。在微信公众平台搜索“海德汉”，或扫描二维码，加关注即可。

“海德汉”官方微信将为用户提供如下功能：

(1) 定向推送海德汉宣传信息。以文字和图片等方式推送海德汉宣传信息。

(2) 最底端的菜单可以满足您的需求：了解海德汉公司的历史、文化、汉产品、应用和培训等，并可参与互动。

(3) 便捷的互动平台：请根据需要选择自己感兴趣的问题，并与公司联系。





新常态下的新变化

——CIMT2015境内展区展览预备会在武汉召开

中国机床工具工业协会传媒部 李华翔

CIMT自1989年创办以来，已成功举办了13届，与欧洲的EMO、美国的IMTS、日本的JIMTOF并称世界四大机床名展。在当前全球经济低迷，中国机床工具产业正处在艰难转型升级的大背景下，即将迎来的第十四届中国国际机床展览会（CIMT2015）这一世界机床盛会显得比以往更加的引人注目。

11月18-20日，第十四届中国国际机床展览会（CIMT2015）预备会在武汉召开。此次会议对整个展会组织工作起到了承前启后的作用，对展会的顺利召开提供了重要保障。来自展会主办方、共同承办方、指定运输总代理、指定运营服务商、商旅服务等相关单位的领导、工作人员，以及境内参展企业和机床工具协会相关分会的230多名代表出席了会议。会议由中国机床工具工业协会执行副理事长毛予锋主持，中国机床工具工业协会常务副理事长兼秘书长陈惠仁、中国国际展览中心集团公司副总裁郑世钧、中国外运北京公司徐旭总经理、北京笔克展览展示有限公司项目总监钮鹤鸣、北京市公安局治安总队警官翟爱民等出席会议并发言。中国机床

工具协会展览部谢赞主任就展会招展情况、展区布展方案、展品技术特点、配套活动、服务宣传等内容进行了较为详细的说明。

一、展览会概况

第十四届中国国际机床展览会（CIMT2015）定于2015年4月20-25日在北京中国国际展览中心（新馆）举办。CIMT2015展览会由中国机床工具工业协会主办，并由中国国际展览中心集团公司共同承办。展会指定中国外运北京公司会展服务分公司为运输总代理，北京笔克展览展示有限公司为主场运营服务商。本届展会将使用顺义新国展全部8个室内展馆、南北登录厅及东西连廊进行布展，同时还将在展馆东侧的室外场地搭建8个临时馆，展览会总面积达到13.1万平方米，预计有来自28个国家和地区的1500家展商参展。

本届展会的主题确定为“新常态·新发展”。回顾中国机床产业10多年的高速发展历程，中国自2002年之后连续12年成为全球第一大机床工具市场，中国机床工具业自2009年之后连续5年成为全球

第一大机床工具产业。但在其高速度发展的背后，具体表现的却是产业大而不强，低端产能严重过剩，高端供货能力严重不足。伴随着机床市场从高位回落也意味着这一发展阶段的终结，机床工具行业正在迎来新发展的战略转型机遇期。新的发展阶段，行业发展的特征将从高速度向高品质、高效益转移。CIMT2015将充分体现世界经济发展阶段变迁下新的产业环境特征，以及机床工具行业将如何获得的新的发展动力。“新常态·新发展”将赋予CIMT2015新的内涵。

二、中外名企齐聚京城

截至目前，据不完全统计，共有700多家境外企业申请参展，它们来自德国、美国、意大利、日本、瑞典、瑞士、西班牙、爱尔兰、奥地利、澳大利亚、比利时、法国、芬兰、韩国、荷兰、加拿大、捷克、卢森堡、挪威、葡萄牙、斯洛伐克、台湾地区、土耳其、香港地区、新加坡、以色列和英国等27个国家和地区，其中德国、美国、英国、瑞士、意大利、韩国、西班牙、日本、捷克、印度、台湾地区和香港地区等12个国家和地区组团参展。全球知名企业如：德马吉森精机、埃马克、马扎克、大隈、牧野、哈斯、哈挺、赫克、格里森、阿奇夏米尔、帕马、柯马、友嘉、斗山、现代起亚、通快、百超、萨瓦尼尼、西门子、海德汉、三菱、THK、上银、蔡司、雷尼绍、马波斯、马尔、山特

维克、伊斯卡、肯纳金属、天田(中国)、青岛海克斯康、北京发那科、上海发那科等均已参展。

国内企业共有900多家报名参展，其中行业重点骨干企业悉数报名参展。主要有：沈阳机床、大连机床、秦川、北一、济二、武重、上机、齐重、齐二、重庆、宁江、星火、三一、青海华鼎、宁波海天、精雕、北京机床所、扬力、金方圆、亚威、三环、大族、山东博特、南京工艺、哈量、株钻、广东高新凯特等。

另外，中国机床工具工业协会下属的工具、特种加工、机床附件、数控系统、滚动功能部件、数显装置、主轴功能部件委员会、超硬材料、机床电器、磨料磨具和涂附磨具等11家分会组团参展。

届时，中外展商将同台竞技，相互交流，充分利用CIMT2015这一难得的展示机会，充分展示企业为满足市场需求、适应转型升级要求而研发的最新成果。

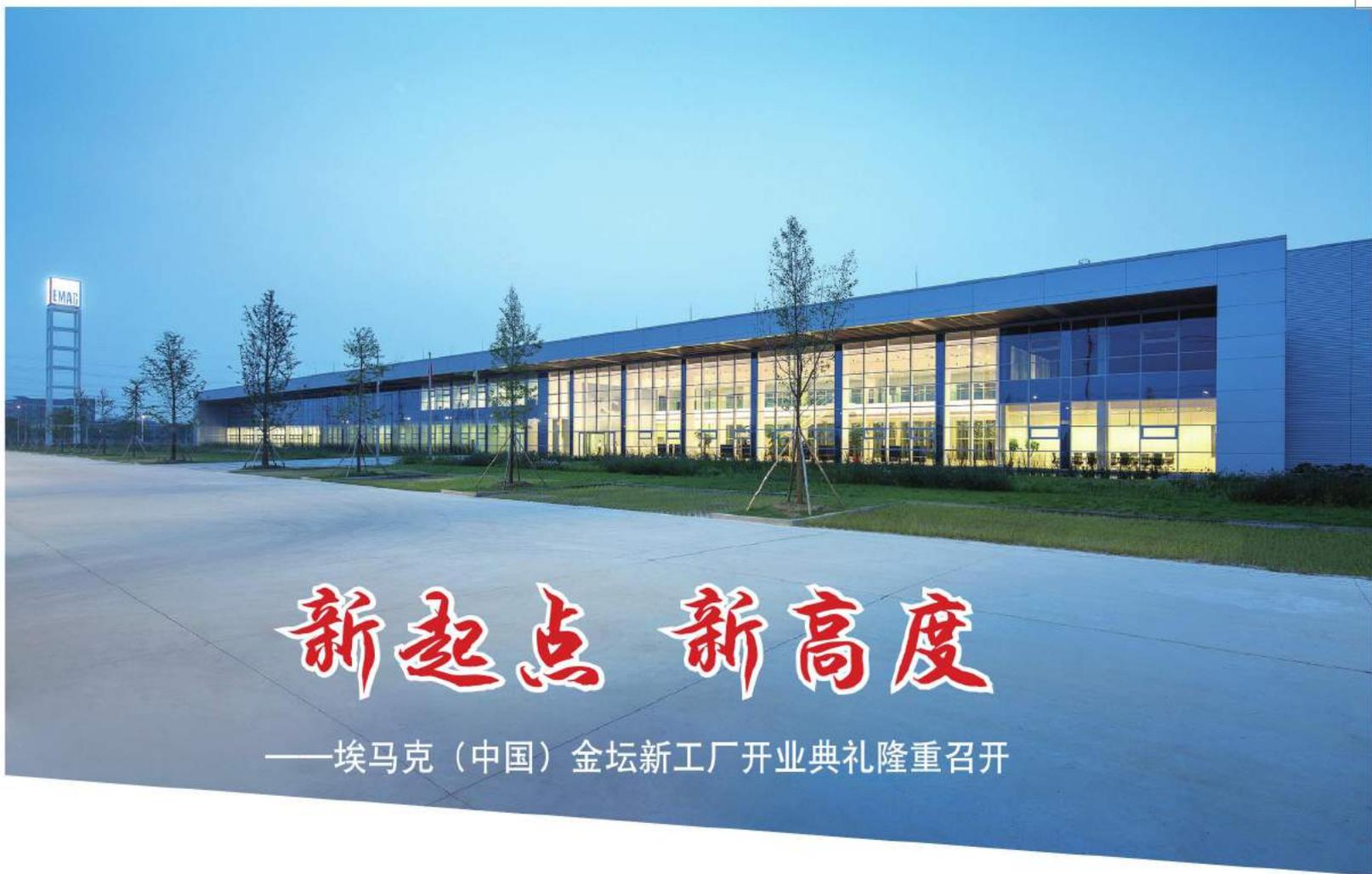
三、CIMT2015增添新的创新元素

“中国机床工具产业的转型升级为CIMT提出了新的发展要求，为此我们必须主动调整，不断创新，为CIMT注入新的创新元素，把CIMT推到新的发展高度，持续不断实现CIMT的版本升级。”中国机床工具工业协会常务副理事长兼秘书长陈惠仁在第十四届中国国际机床展览会（CIMT2015）预备会的总结发言中做了上述表述。

为此，CIMT2015的设计规划有了一些优化和调整。主要包括：

(1) 优化展览内容结构，推进展会的专业化布局。同往届相比，在展览资源极为紧张的不利条件下，CIMT2015加大了对激光加工机床、工业机器人以及3D打印等新技术、新产品的支持，目的是保证CIMT能充分展示机床工具产业的最新发展方向和最新发展成果，从而最大限度地确保广大展商和观众的参展效益。同时，学习借鉴境外机床展的成功经验，在展会的专业化布局方面迈出了切实的步伐。展会设立了成形和激光加工机床专馆以及工业机器人、3D打印及软件、刀具/工量具/工具磨专区，在以上四个产品技术领域实现境内外展商同台竞技，以更利于买家和专业观众的参观采购。





新起点 新高度

——埃马克（中国）金坛新工厂开业典礼隆重召开

本刊记者 李华翔

2014年10月28日，德国埃马克集团在江苏金坛举办的“埃马克（中国）金坛新工厂开业典礼”如期召开。来自全国各地的埃马克的用户、代理商、配套供应商、潜在客户，以及国内20多家专业媒体记者，共计1000余人参加了开业典礼。

在开业仪式上，埃马克集团董事会主席Norbert HeBbruggen 介绍了金坛新工厂建设和生产概况。金昇集团暨埃马克（中国）机械有限公司董事长潘雪平致辞。机床协会陈惠仁常务副理事长代表协会应邀在仪式上发言，对金昇集团和埃马克成功合作——共同建设的常州新工厂的投产运营表示祝贺，并简要介绍了当前国内机床工具行业的总体发展形势。来自常州、金坛地方政府部门有关领导也分别发言表示祝贺。

仪式结束后，代表们参观了生产现场。展示大厅也展示了3台EMAG VL系列机床和1台EMAG VT系列机床供代表们参观。下午，埃马克集团主要高管集体出席了媒体见面会，并回答了记者提问。

实力雄厚的百年老店

埃马克集团在机械工程制造行业拥有悠久的历史，公司于1867年成立于包岑市（位于德国东部萨克森州），是一家典型的百年老店。作为汽车产业的重要设备供应商，埃马克集团长期专注于汽车这一细分市场的机床产品研发，是世界上第一家倒立式车床的制造商。1992年，公司推出了世界上首台由主轴完成上下料的VSC倒置式车削中心，后在此基础上又开发出了多功能的加工中心。这种依靠主轴连续上下不断地抓取加工件连续加工的机床，实现了自动化而不必再额外附加装料装置，可以在保证加工高精度的同时，实现中等批量甚至大批量产品加工的快速生产。

从1994年开始，埃马克集团通过收购、兼并等方式，其规模和产品类别不断扩大，现下辖3家制造企业（包括金坛新工厂）和6个研发中心，加工技术涵盖车削、钻孔、铣削、滚齿、磨削、激光焊接、



(2) 加快展会的信息化建设。在信息技术发展快速，特别是移动互联网技术普及应用的今天，信息化技术应用水平的高低已成为衡量一个展会办展水平的重要指标。CIMT2015展会将在12月10日左右上线参展商手册在线填报系统，CIMT展会有关会刊填报、展品信息填报、技术交流申请、广告申请等项目都将通过在线填报系统完成。在展会后期的运营和现场管理方面，展会主办方还将开发观众的在线报名和现场管理、展商的现场调查、展会APP等模块功能。

(3) 展会价格、收费方式的调整和优惠政策的推出。遵循国际通行的贸易规则和展会管理经验，今后展会价格将逐步实现并轨。本届展会首次推出了对中国机床工具工业协会会员企业和信息统计重点联系企业参展费用进行优惠的政策。会员企业享受净地展位费的95折优惠，重点联系企业在会员价的基础上再享受95折优惠。

四、创新升级的展会配套活动

围绕“新常态·新发展”的主题，本届展会将继续举办高层论坛、由工信部主办协会承办的重大专项成果展、先进会员评比颁奖、军工能源会、各国机床协会领导人联席会、海外企业并购交流会、技术交流等相关活动。以上各项活动，在新形势下都将被注入不同于往年的新的内涵。同时，协会已确定增加以下几项新的活动，分别是“院校之窗”、“信息统计发布会”和“展览信息发布会”。以下简单介绍其中的4项活动内容：

1. 高层论坛

CIMT2015高层论坛定于2015年4月19日（展会开展前一天）举办，分主论坛和分论坛两部分内容。主论坛于4月19日上午召开，主题是“新常态·新发展”，和展会主题一致。下午将举办两个分论坛。

2. 院校之窗

为推进机床工具行业的产学研相结合，打造和培育技术市场，在CIMT展会上将开辟专区进行展示。本届展会初步确定邀请5家知名院校参加，展出形式以展板和音像相结合，展示地点设在靠近E3馆的东侧连廊。这项配套活动将在下届CCMT上海展会期间进行扩容，将邀请更多的院校以及科研院所的法人实体和其它技术公司参展。

3. 信息统计发布会

在此发布会上，协会将对对中国机床工具行业运行情况分析、中国机床工具商品进出口情况分析、国际主要机床工具制造业情况分析进行发布。会议将邀请国内外知名企业代表、相关政府部门负责人、知名媒体参会。

4. 展览信息发布会

在此发布会上，协会将邀请各分会、境外机床协会和贸易机构、重点参展企业和媒体单位参加，向大家公布协会未来1-2年的国内展和组团出展境外展会的计划和规划。

我们相信，通过传统项目的创新和持续改进以及新活动的不断加入，必将丰富CIMT2015展会的内容，为CIMT2015展会注入新的活力！□

ECM(去毛刺)、PECM(精密电化学)加工、感应热处理、自动化等,可为汽车变速器、发动机和底盘部件制造,以及非汽车领域提供完整的工艺过程链。现在,埃马克集团几乎可为每一种应用提供完美的生产解决方案。

金坛新工厂:助力中国及亚太区的市场开拓

据介绍,金坛新工厂的建设历时两年半,总建筑面积达46000平方米。现有员工300多人。主要生产EMAG VL2/VL4/VL6/VL8的倒立式车床,以及用于轴类零件加工EMAG VT2-4/VT4-4的倒立式车床(年底投产)。VL和VT系列机床属于埃马克生产的各种模块化标准机床中最高端的一代。

VL系列机床主要用于盘类零件的高效加工,其自动上下料装置集成在机床内部,大大节约了空间;自动上下料主轴可进行X轴和Z轴运动,反应迅速,同时刀塔的回转时间也很短。此外,机床还可在刀塔上配置一个用于加工复杂几何形状的Y轴,因此,机床的应用领域得以大幅扩展。

VT系列机床主要用于轴类工件的高效加工,其

工艺单元包括:加工主轴、2个刀塔和尾座,其中四轴、短行程、动力强劲的加工主轴在大批量加工时的优势更加明显,在“双刀塔同时加工”的工艺中起着关键作用,加工时间得以大幅下降。两个分别拥有11个刀位的刀塔既可以配置车刀,也可以配置动力刀,确保了机床的柔韧性。

此外,VL、VT系列机床床身全部采用一种称为Mineralit的聚酯花岗石材料制造,这种材料与传统的铸铁材料相比减震效果高30%。

在现场我们看到,目前常州新工厂的开工面积达到了总面积的60%,已具备了年产量1000台机床的产能,全部投入完成后将最终形成年产3000台高端数控机床的能力。新工厂的盛大开业预示着埃马克在中国及亚太区的发展又迎来了一个新的起点。

产品高品质的保证

金坛新工厂主要分为Mineralit铸造车间、机加工区、板材成形区、粉末涂装区、装配区、培训/学徒车间、办公区。其核心是一条具有14个工位的组装生产线。生产过程中,所有的加工零件都采用精益化生产中“一件流”原则组织生产;零部件采用超市管理原则进行单独的传运。在其他的生产过程中采用了循环取货系统和看板制度等。同时在现场





贯彻5S现场管理法。

为保证加工工件的高品质，其电主轴、丝杠、导轨等关键零部件均来自进口。同时，加工区域的设备也全部采用原装进口设备，主要包括：

①意大利帕玛的Speedram数控落地镗铣床：用于VL型和VT型制造系列的所有床身的加工。

②德国埃马克HG204外圆磨床：对转塔刀架或主轴部件进行内外磨削。

③带双工作台的德国Heller FP4000五轴加工机：对滑座、立柱和龙门进行五面加工。

④德国哈默C 30U加工机：加工转塔刀架盘。

⑤埃马克VMC型车床：用于加工切削加工量很大的法兰盘零件。

⑥WFL Millturn M65:成套加工转塔刀架壳体和复杂的车削/铣削零件。

⑦德国百超激光切割机和钣金折弯机：用于机床钣金件的加工。

⑧一台蔡司现场用三坐标测量仪。

可以看出，金坛工厂在管理、技术等方面保持着典型的德国风格，世界一流的加工设备，加之精益化生产以及5S现场管理等措施，保证了产品的高品质。

未来已做好准备

无论是在汽车行业，还是在航空、机械制造或能源领域，新产品的开发常常与增加每个工件的功能有关，这样部件的复杂度便加大，这也促使机床制造商必须面对挑战，创造低成本生产的解决方案。

近十年来，随着市场竞争的加剧，埃马克除了继续在汽车制造领域深耕细作外，已开始逐步向铁路、航空、石油、农业机械等领域拓展市场，并取得了不错效果。10年前，埃马克公司机床97%以上都应用在汽车领域，目前这一比例已下降到了70%的水平，非汽车领域占到了30%。公司展现出了良好的未来发展前景。□

2014中国模具行业大会在京召开

本刊记者 李华翔

10月25日，由中国模具工业协会主持召开的“2014中国模具行业大会”在京拉开大幕，包括：中国机床工具工业协会、铸造协会、中国家用电器协会、中国热处理协会在内的多家国内行业协会，以及美国、德国、葡萄牙、意大利、西班牙、法国、日本、韩国、新加坡、马来西亚十个国家的政府、驻华使馆、驻华代表机构、各国模具协会及相关模具企业的特邀嘉宾，以及全国各地的中国模具工业协会会员、理事、常务理事等，共有360多人出席本次会议。

会议内容主要有：中国国际模具行业大会开幕式；中国国际模具产业发展论坛；国际模具制造技术报告会；模协七届三次理事会和重点骨干企业会议。同时举行了《中国模具工业协会成立三十周年纪念画册》首发式、《崛起中的中国模具工业片》首播，以及模协成立30周年庆典晚会。

在上午的开幕式上，工信部装备司王卫民副司长、中机联薛一平副会长、意大利对外贸易委员会北京办事处首席代表、新加坡和马来西亚同行业协



会会长等出席会议并致词。在随后召开的产业发展论坛上，国家橡塑模具工程研究中心主任申长雨院士，以及来自美国密西根州经济发展署、德国机械设备制造联合会、日本模具工业协会、韩国模具工业协同组合、西班牙巴斯政府上海代表处、新加坡制造技术研究院等组织的代表做主题发言。

在下午召开的2014国际模具制造技术报告会上，海克斯康公司代表做了题为“模具制造中的检测新技术”技术报告，重点介绍了四种新技术，即：可变焦激光扫描技术、动态白光测量技术、模具快速装配技术、电极自动测量补偿技术。阿奇夏米尔公司做了题为“创新的工艺技术提升模具制造企业的竞争”的技术报告，介绍了最新的激光纹理加工技术，以及针对模具自动化生产而提供的相关解决方案。

此外，中国模协七届三次理事会（2013.6—2014.10）年度工作报告审议通过了新会员入会、变更、增补事项。在2014中国重点骨干模具企业和模具出口重点企业会议上，主办方为第六批中国重点骨干模具企业、首批模具出口重点企业的授牌和颁发证书，奖项主要包括：（2012—2014）年度精模奖、（2012—2014）年度优秀供应商奖。□



真诚合作 真正共赢

——专访北京凯奇数控设备成套有限公司董事长王恒智

机床协会传媒部 张芳丽

北京凯奇数控设备成套有限公司在俄罗斯市场耕耘了近20年，与俄罗斯波罗地系统公司（ООО 'Балт-систем'）长期共同开发研制NC系列数控系统和全数字高压伺服，到2013年12月，已经给俄罗斯市场供应近2万套NC系列数控系统和1.5万套全数字高压伺服产品。谈到在俄罗斯市场开拓和成功的经验，北京凯奇数控设备成套有限公司董事长王恒智说，实际上，北京凯奇数控公司做得规模不大，影响力也不大，需要总结的经验并不多。特别是对于某些事情，我认为是经验的，别人并不一定认同，因为这里很重要的一点是，我们没有追求利益最大化。

真诚合作、真正共赢

“真诚合作，真正共赢”。交谈中，王总多次重复的、也是王总认为是凯奇经验的，就是这几个字。很普通的字眼，大多数企业或个人都喊了多年、并时时挂在嘴边，甚至大家看到这样的字眼，都不免觉得太过平白、空洞而乏味，但是王总的理解却非常深刻。

为了诠释这几个字，王总不吝花费了大量口舌给我们讲了俄罗斯工业的兴衰史，讲了俄罗斯从一个军事、科技、工业大国衰落到工业体系几乎完全垮掉，必须要经过多年努力才能重振。

凯奇在俄罗斯市场的数控业务源于一个很偶然的机会。上世纪80年代，苏联政府投数亿美元巨资，从西方引进了一座技术先进、规模宏大的数控设备厂。该厂先期产品随苏联机床进入我国市场，凯奇公司承担了该厂产品的售后服务任务并与该厂



建立了良好的合作关系。遗憾的是，苏联解体后不久该工厂垮掉了，但开发团队尚未散掉。在当时特别困难的情况下，北京市科委支持凯奇公司与这个团队进行合作并支持该团队成立了俄罗斯波罗地系统公司（ООО 'Балт-систем'），从此开启了凯奇的数控之旅。

王总多次强调，凯奇与俄方这个新公司的关系不是简单的做买卖，而是在数控领域的真诚合作，达到真正共赢的目的。连同与进行硬件生产的沈阳高精这两国三方之间，是签订了长期合作的协议，目的是共同发展，经济利益并不在首位。三方在合作中一直秉承这样的长期、真诚合作的理念，在具体问题面前，都始终能首先考虑对方的利益，由此保持了长达20年、兄弟般的友好合作和共赢关系。

就在今年6月举办的俄罗斯国际机床展览会现场，有心人可能会注意到，俄罗斯生产或改造的多款机床装备了北京凯奇数控的NC系列数控系统，既

有五轴联动机床、五轴数控滚齿机床，也有高精度五轴淬火机床等，引起了多家媒体的关注。

北京凯奇数控NC系列数控系统采用开放式结构，模块化设计，嵌入式PC机。可跟随PC机的技术发展，不断丰富系统的功能，保持系统的高处理速度。系统可进行多过程控制，大容量程序存储，可控制车床、铣床、加工中心、磨床等多种机床，已在国内外得到广泛应用。

俄罗斯市场的现状

苏联解体后，操之过急的改革使按计划经济理念建立的俄罗斯机床工业体系几乎瓦解。2013年俄罗斯金切机床总产量只有三、四千台。现存的机床厂，除一、两家外，均以维修、改造业务维持生计。对于满足市场需求，一方面靠大量的老机床改造；另一方面，靠大量的高档机床进口。“对于中国机床工具行业来说，俄罗斯的现状应该正处于开展合作的好时机。”王总说。目前西方国家对俄罗斯有很多禁运，俄如果想要快速提升其军事和科技实力，必须要靠机床工具这一基础产业。俄罗斯政府虽然也在大力恢复其装备制造业，但是由于整个工业体系破坏严重，恢复的路程会相当漫长。与机床行业最直接相关的铸件生产，机加工能力，机、电、气、液功能部件等均配套困难，数控系统算是有一半，也很不完善。更重要的是，人才队伍难以为继。

同时，由于市场环境不佳，西方发达国家在俄罗斯市场的投入正在逐步萎缩，数控系统方面发那科、西门子等都处于退出的态势。

作为邻国，中俄之间具有较深的政治渊源，友好合作也具有很大的战略意义。因此，王总认为，中国机床工具企业应以相互帮助的心态与俄罗斯展开合作，发展前景会是很广阔的。

与俄罗斯合作的要点提示

谈到中国企业如何更好地开发俄罗斯市场，王总强调，要首先看清中俄两国的关系和俄罗斯的民族特点。作为曾经的世界超级大国，俄罗斯人有其可值得骄傲的地方。在新中国成立初期，同作为社会主义国家的苏联曾对我们伸出过援助之手。在中国人面前，俄罗斯人时有“想当年”心态应予以理解。中国经过改革开放，经济蓬勃发展，也曾在前苏联解体、其物资匮乏时期展开过大范围的边境贸易。但不幸的是，当时中国的某些商品和生意人给俄罗斯留下了负面的印象，导致俄罗斯人对中国商品存有疑虑。

为此，对于俄罗斯市场，我们还是应该抱着“真诚合作、真正共赢”的原则，而不是要去抢占市场。王总提出以下几点提示：

- (1) 建立彼此信任。如果最初很难一下将产品卖给对方，不妨先从与对方合作谈起，将中俄看作是双方的共同市场，共同寻找通向合作共赢之路；
- (2) 严格遵守合约，以行动而不是语言取得对方的信任；
- (3) 谦虚谨慎、尊重对方。要以真诚之心和严谨、科学的态度进行合作，合理分配利润，并念及曾经得到过的帮助；
- (4) 要特别重视售后服务。如果售前、售后服务跟不上，则很难打开市场。若要开设工厂，则更需要仔细研究俄罗斯国情，慎重行事。

通过潜心耕耘，北京凯奇数控已经在俄罗斯市场站稳脚跟，其NC系列数控系统受到俄罗斯机床行业的普遍关注和认可。特别是俄罗斯军工企业的数控机床改造中，某些工厂将整个工段设备都用NC系列的数控系统进行改造。可以说，凯奇真正实现了我国数控系统从进口到出口的重大转折，为中国高档数控系统走出国门迈出了坚实步伐。□





对意大利机床在中国市场 未来前景积极乐观

——访意大利对外贸易委员会政府机构北京办事处首席代表、
中国区总协调官赖世平

机床协会传媒部 兰海侠

记者：请介绍下意大利对外贸易机构北京办事处的背景以及机构的作用。

赖世平：意大利对外贸易委员会于1965年在北京设立办事机构，简称ITA，2015年是ITA成立50周年。ITA是直接隶属于意大利经济发展部的官方机构，在过去的50年的发展历程中，除了在北京，意大利对外贸易委员会还分别在上海、南京、广州、天津、香港都设立了办事机构。在意大利经济发展部的指导下，ITA积极参加中国国内各个行业的展览会、座谈会，以及其他贸易促进活动，旨在中国推广意大利产品。

近年来，ITA的工作战略有所改变，因为中国的大局势也在改变。若干年前，ITA的工作重点集中于通过建立合资工厂等方式进行技术转移，比如在机械加工行业。但在最近15年，中国在消费市场迅猛增长的同时，装备制造业市场也高速增

长。在很多中国人眼里，意大利是美食、时装的王国，代表着一种优雅、时尚的生活方式。但同样众所周知，意大利也是机械王国，制造了很多世界领先的机械产品。数据显示，意大利对华的出口总额有50%以上是由重工业支撑的。面对目前的中国市场，ITA积极致力于在中国市场推广意大利机械产品。在机械制造的很多分支领域，意大利机械在世界范围都是一流的，比如纺织机械、印染机械、木工机械、陶瓷机械、皮具加工机械等都是意大利机械产品的优势项目，但其中最有亮点的还是机床产品。很多中国用户深知意大利机床的优势，以及意大利机床对中国机械行业的贡献，这些中国用户在使用过程中对意大利机床建立了很高的忠诚度，他们中不少人还在计划继续采购意大利机床。

针对中国机床市场，ITA在中国开展了很多意大利机床产品的推广、推介活动，比如在中国的一

些重要展览会上设立ITA专属展位，积极组织各种座谈会，并且这些推介活动不仅局限在北京、上海等大城市，而是已经逐渐涉足到一些中型城市，旨在中国市场深入推广意大利机床产品。另外，ITA还积极邀请一些中国生产企业、代理商、知名媒体记者去意大利实地参观展览会，以及一些著名的工业区。在机床领域，意大利举办了一些全欧洲乃至全世界范围知名的展览会，这些展览会是展示意大利机床技术的很好的窗口，比如，最近一次，ITA邀请中国相关行业协会、贸易委员会、展会组织者、机床用户来意大利参观10月在米兰举办的第29届国际工具机床金属加工暨自动化机械展（BIMU展）。同时，ITA也积极参与在中国举办的机床展览会，在中国市场充分展示意大利的机床技术和机器人技术。在中国机床协会主办的CIMT2013展览会上，ITA邀请了众多意大利机床企业参展，参展面积达到2500平方米，为中国机床工具行业带来新技术和新的解决方案。ITA计划将在CIMT2015组织更多意大利机床企业参展，进一步在中国市场推广意大利机床。

记者：意大利机床的优势是什么？

赖世平：首先，意大利机床有很悠久的历史传承，100多年前意大利就开始出现了机床制造业的萌芽，意大利机床能够把传统和创新很好地结合在一起。并且，意大利的机床企业规模都不大，一般都是中型企业，相比大型企业，他们的发展更加灵活，有弹性。这些企业能够直接倾听用户的意见，并根据用户的意见对机床做出改进，或者说他们能够对其生产的机床产品持续不断进行创新。

一直以来，意大利本土的机床用户都对意大利机床有很高的忠诚度，这些终端用户都是优质用户，他们通过使用意大利机床提升了他们的产品品质。比如意大利的家具产业很发达，这些家具企业通常只使用意大利机床，因为意大利机床能够提供专门满足家具行业个性化需求的家具加工设备，这些有针对性的机床对意大利家具产业发展具有积极的促进作用。同样，意大利的纺织工业、皮具加工产业也很发达，意大利机床都能够为它们提供专门的加工设备。除了传统产业，一些现代产业，像汽车产业，比如兰博基尼、法拉利等世界顶尖的汽

车品牌，他们同样也都使用意大利机床。意大利机床成为意大利各行业高端发展的一种技术支持。反过来，这些优质的终端用户也对意大利机床提出高端的、前沿的技术要求，从而促使机床产品向最新的方向发展，所以也可以说，用户行业的发展为机床行业的发展提供了良性支持。正是生产者和消费者之间的频繁互动使两个行业相互促进，这是一种双向的良性互动，这正是意大利机床最大的优势所在。

目前，很多意大利机床生产企业已经和世界其他国家有合作，比如德国、日本、美国、中国，但意大利很多终端用户最终还是选择意大利机床，就是因为意大利机床能够为各个行业提供有针对性的全面解决方案，即所谓的订制制造，这也是意大利机床在世界范围具有很强竞争力的根本所在。

记者：谈谈您对意大利机床在中国市场的未来展望。

赖世平：我个人对于意大利机床在中国市场的未来发展非常积极乐观。目前，不少意大利机床企业在中国已经投资建厂，但最复杂、尖端的机床仍然保持本土制造，这些本土制造的机床保持着不断根据用户意见进行创新和改进的优良传统。而目前，中国市场对机床产品质量的要求已经大幅度提升。现在，在很多领域，中国本土的制造业也能提供优质的加工设备，但是在某些特别高端的领域，中国仍需要进口一些机床。比如在高铁、汽车制造业、飞机制造业等领域，中国仍离不开国外进口的高端机床以及相关整体解决方案。10年前，中国对需要的高端机床倾向于引进技术、消化吸收后在国内自主发展，而现在中国经济发展战略已经改变，中国想要在汽车、航空航天、能源等领域实现快速发展，更倾向于直接购买发展这些终端产业需要的高端机床，因为时间是最重要的。中国目前机床产业发展不仅需要传统的制造工厂、生产工艺，还需要各种专业人才、基础技术等相关先进生产要素的配置，这需要一个过程，中国经济的发展速度无法等待中国机床产业发展到能够完全自主生产这些高端机床。现在中国制造业巨头已经不再是单纯的购买机器，而是到海外投资工厂，这样才能保证高端机床产品的原产地生产，这是最有力的品质保证。

所以我认为，意大利机床在未来中国市场将大有作为。

意大利机床在中国未来市场发展看好三个领域。一是农业机械领域。中国农业在高速增长的快车道上，从农产品加工、食品加工、食品包装、食品安全等很多领域，意大利机床都能够提供支持。在其中不少领域，意大利机床都是世界领先的，一些意大利机床企业已经在中国设立工厂，但是最复杂、尖端的设备仍然保持原产地生产。二是交通、能源领域。在这一领域，中国的若干大项目在世界范围都是首屈一指的。比如高铁、大飞机、大轮船、能源输送等，中国政府高度关注这些产业，其中需要不计其数的高端机床设备。三是中国的城市化建设。城市化的最终目的是要实现舒适、便捷的城市化功能，城市化建设同样需要不计其数的、涉及到建筑、家具、环保等相关行业的机床设备。这些机床需求有很大一部分需要依赖进口，这为意大利机床提供了很好的市场机会。

目前，中国经济发展的着眼点已经从量提升到质。之前不少行业的发展方式给环境带来巨大污染，眼下这样的发展方式正在被摒弃。这与意大利机床秉承的“亲人”理念十分契合，机床行业属于相对高危行业，意大利机床企业的首要关注点就是保护工人，保护环境，这大大降低了机床使用的社会成本。尽管竞争是激烈的，但我个人对意大利机床在中国的市场前景非常看好，我们也将更加努

力、积极地组织展览会、座谈会，让更多人认识意大利机床的优势。

记者：怎么看中国机床市场连续三年下行，对意大利机床有什么影响？

赖世平：在中国机床市场的发展历程中，每5~10年将出现一个发展的轮回，目前中国正处在发展转型期，消费者开始追求高品质的产品，市场要求以质取胜。在未来，我们会看到中国的工业结构将会继续发生变化，过去中国是人口红利的大国，很多大型企业提供成千上万的就业岗位，目前，中国的人口红利正在逐渐消失，这也意味着企业的自动化程度将大大提高。在这种大背景下，一些低端产品市场萎缩，但是高端产品市场仍在保持增长。这体现在意大利对华机床出口上，就是出口机床总数量在下降，但是高端、复杂机床的出口数量在增加。此外，一些相对中端的意大利机床产品已经实现了中国本土化生产，这也对出口数量有所影响。

当一个机床的自动化程度足够高，可以节省人力，我们说这是成功的机床；当一个机床足够安全，可以降低使用者风险，我们说这是成功的机床。所以我们可以看到意大利机床是更加高端、更加人性化的机床，是融入了更多工业化设计元素和全新设计理念的机床。对用户而言，判断一个机床的价值也不再着眼于机床价格而是更加看重使用机床所获得的收益。这就是我们所处的时代，更需要高科技和人性化的技术，意大利机床可以提供支持。□

2014年发展中国家数控技术国际培训班在华中数控成功举行

9月10日-24日，2014年发展中国家数控技术国际培训班在武汉华中数控股份有限公司（以下简称“华中数控”）成功举行。本次培训班由国家科技部和湖北省科技厅主办，武汉华中数控股份有限公司承办。华中数控结合承办前三届发展中国家数控技术国际培训班的成功经验，全力办好本次培训班，以加强与发展中国家数控技术交流与合作，促进中国国产高性能数控产品的出口。

数控技术是机械制造技术自动化、现代化的关键和核心技术，已经在全世界范围内得到了广泛应用，华中数控非常重视国际技术合作和国际市场的

拓展。目前，华中数控与哥伦比亚、肯尼亚等国家教育部门建立了合作关系，在其全国范围内建立了几十个数控培训中心。公司的数控系统产品已经销售到哥伦比亚、印度、巴基斯坦、越南等发展中国家，并受到了各国的欢迎。

通过15天的培训，学员们通过理论与实践相结合的教学培训，基本掌握了国产中高档数控系统的结构原理、软硬件特点、系统操作和使用方法。通过学习和考察，充分了解华中数控系统技术产品的科技创新优势，接受华中数控的企业理念和服务意识，对华中数控技术产品的质量充满信心。



第29届意大利BI-MU展会概览

中国机床工具工业协会 兰海侠

由意大利机床、机器人和自动控制设备制造业协会(简称意大利机床协会, UCIMU)主办的第29届意大利国际工具机床金属加工暨自动化机械展(BI-MU), 于2014年9月30~10月4日在意大利米兰兰国际展览中心举行。

两年一届的BI-MU展是2014年度欧洲重要的国际专业工具机、金属加工暨自动化机械展之一, 同时也是意大利机床工具产业拓展国际市场的重要经济活动之一。BI-MU展品范围涵盖广泛, 包括金属切削机床、金属成形机床、工具、工业机器人、工业自动化、配件和组件、度量衡学、材料和设备的焊接、机械及设备处理和后整理、服务、柔性制造单元和系统、研发、环境与安全、CAD、CAM、CAE、PLM系统等。

据主办方统计, 本届展览会共有1060家公司参展, 展览面积达到90000平方米, 其中53%的参展商来自意大利本土企业, 47%的参展商来自海外, 这些参展的外商分别来自29个国家和地区: 澳大利亚、比利时、巴西、保加利亚、加拿大、中国

(包括台湾地区)、捷克共和国、丹麦、芬兰、法国、德国、英国、荷兰、印度、以色列、日本、摩纳哥、波兰、葡萄牙、圣马力诺、塞尔维亚、斯洛文尼亚、西班牙、韩国、瑞典、瑞士、泰国、土耳其、美国, BIMU展览会的国际化程度由此可见一斑。这些展商共带来3000余台机械参展, 机械总价值达到4.5亿欧元。

意大利本土企业与海外企业各占半壁江山

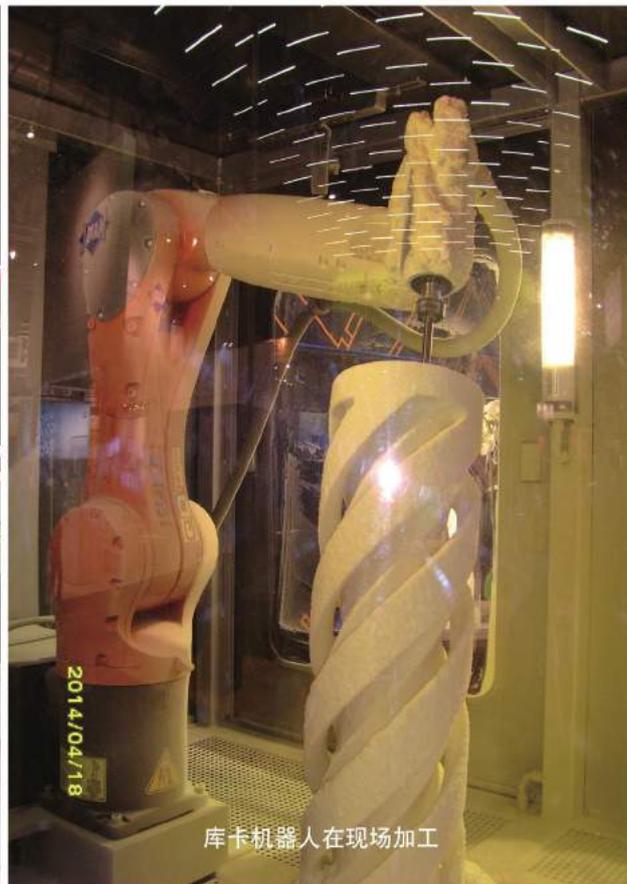
BI-MU展的一大亮点就是来自意大利的本土机床制造企业, 一直以来意大利机床以其精良的制造享誉世界, 而BI-MU展正是展示意大利本土机床产品和技术最好的窗口。在此次展览会上, 意大利知名的机床制造商踊跃参展。比如创建于1926年的意大利PAMA公司, 是世界知名的镗铣床生产企业, 在镗铣床领域具有80多年的专业制造经验, 在展会现场带来技术领先的加工大型工件的五轴镗铣



德马吉森精机展台



宁江机床通过国外代理商参展



库卡机器人在现场加工

加工中心 (SPEEDMAT)。SPEEDMAT机床具有高精度、大扭矩、高功率和高速度，极大提高了生产效率；高切削速度适用于铸铁、钢和钛合金材料的加工；CNC实时控制，可对加工时因刀具产生的热量而引起主轴的伸长进行补偿，这是PAMA专利技术；设有易进入的独立维修区域，便于对所有设施和部件进行检修，设计人性化。

创建于1951年的GRUPPO PARPAS是意大利最大的私营铣削机床制造厂，集团下辖三个品牌：PARPAS，OMV和FAMU，其在展览会现场带来公司生产的新系列产品龙门式XS型镗削加工中心，该机床在进给速度、主轴转速和加工精度方面都显示出了更高的效率，并且PARPAS公司开发了一项世界性的专利技术，创建了一套创新的系统，其机床的所有结构件不需要依靠外部的环境条件，就可以保持恒定的热稳定性和恒定的温度条件。

以上只是介绍了两个意大利本土展品的例子。事实上意大利大部分机床企业基本都有50多年以上的历史传承，其展品很好地体现了传统与创新的完

美结合。

展会的另一大特点就是国际化程度较高，海外企业与意大利本土企业基本各占半壁江山，其中山崎马扎克、德马吉森精机两大世界机床巨头的身影都出现在BI-MU展会上。德马吉森精机展出了其最近两年新推出的ECOLINE系列产品，这一系列机床的优势就是以优惠的价格提供最理想的服务包，实现更高的生产率和使用舒适度。此外日本三菱、大隈，美国哈斯、赫克，瑞士米克朗、阿奇夏米尔，瑞典山特维克可乐满，德国西门子、瓦尔特，韩国斗山等国际知名的机床工具跨国公司都在展览会现身。

设专区展示3D技术和智能化解决方案

在此次BI-MU展上，除了传统的展示区，CIS-RP&3D成为一展览专区，这一展区展示了先进的3D打印技术、快速成型技术。参展企业包括3D领域的许多著名公司：30DZ，CMF MARELLI，

CONCEPT LASER, SDM, SISMA, LISTA STUDIO, EFESTO LAB, EOS, FAST 3D, MECCATRONICORE, 其中有些企业从事相关领域的技术研究已经超过30多年。在3D体验区, 参观者可以有机会到虚拟世界亲身体验, 可以更近距离、从各个方向观察机床加工的过程。此外展会现场还邀请了大学的研究者和材料专家进行讲解, 他们带来3D打印技术在各工业领域的发展现状、相关技术和管理的发展方向, 以及有关知识产权方面的知识。

MECHA-TRONIKA展示区是展会的另一专区, 这部分主要展示了组装技术、工业机器人及视觉系统, 工业自动化, 计算机及外围设备, 以及几乎涉及各个工业领域的智能化解决方案。这些产品的用户领域极为广泛, 涵盖汽车、航空航天、能源、电子、制药、医疗、食品包装、化学、塑料机械、光学、家具、运输、通讯等行业。其中机器人产品吸引了不少眼球, 其参展企业都是世界知名的机器人制造商, 比如来自意大利本土的GEFRA机器人、VIMACCHINE机器人, 来自德国的库卡机器人, 日本的电装机器人、安川机器人。这些展品显示出未来制造技术正朝着功能性的模块化设计发展, 相比于传统的设计单元, 这些标准的模块化设计可以更快、更便捷地满足各种工业化需求, 同时工业服务的重要性也愈加彰显。

作为用户领域的代表, 来自意大利本土的世界顶级汽车品牌法拉利汽车成为展会一大亮点, 吸引了众多眼球。事实上, 意大利本土的一些高端用户很多都是意大利本土机床的忠实用户, 他们很多经典产品的加工生产都使用意大利机床, 意大利机床成为意大利各行业高端发展的一种技术支持。为了展示意大利机床如何为高端用户提供专业化服务, 展览会专门开辟了一块位置展示法拉利汽车的几款经典车型, 这些汽车由法拉利汽车俱乐部赞助, 充分体现了意大利优良的机械加工能力, 使参观者有机会一睹法拉利的加工艺术。

配套活动关注环保

为展商和用户进行接洽一直是BI-MU主办方开展的主要活动之一。在此次展览会上, 主办方仍然积极致力于推动参展商与用户的接洽, 据主办方统

计, 在展会开始前的一个礼拜, 已经计划了1000多个用户与参展商的会谈。特别是针对意大利本土参展商, 主办方邀请了大约50位活跃市场的终端用户与相关展商展开会谈, 这些用户分别来自中国、印度、墨西哥、俄罗斯、美国、土耳其, 被邀请的这些终端用户可以直接到这些意大利本土公司参观, 从而有机会一睹意大利机床生产商针对不同行业用户提供的先进的、有具体行业针对性的解决方案。

“Planet Youth”是主办方举办的一个传统的展示活动, 主要探讨生产线操作者关注的焦点问题, 这一活动的宗旨是帮助年轻的机床操作者提高操作机床的能力。在这个活动中, 展览会为这一活动的参与者提供专门的训练区域, 在参与训练后, 展览会为这些操作者提供比试的机会, 这项活动最后将产生一个机床操作冠军。在此次展览会上, 共有8位操作者进入决赛, 争取最后的冠军, 冠军获得者得到意大利机床协会的赞助。

近年来, 机床制造很重要的一个理念就是环保, 环保理念要求企业未来的发展要着眼于提高产品质量和生产效率, 同时降低生产成本, 也就是要求企业最大可能地减少能源及材料的使用, 并最小可能地伤害人和环境。针对这一理念, 意大利机床协会在2011年就成立了“Blue Philosophy”组织, 并在此次展会期间组织“Blue Philosophy”讲座, 旨在倡议机床制造者要兼顾经济发展、环境保护与社会责任的平衡。在这一活动中, 意大利机床协会专门为参观者推介、展示了一些在这方面做出突出成就的意大利机床生产企业。

值得一提的是, 中国企业在BIMU展上身影不多见, 其中台湾友嘉是中国最大的参展商, 友嘉携其收购的意大利机床品牌和德国机床品牌亮相展会, 此外宁江机床通过外资代理商在展会展出了一台加工中心。不过值得特别说明的是, 展览会上有些欧洲参展企业已经被国内企业收购, 比如意大利MCM公司已经被日发精机收购80%的股权, MCM公司是全球领先的卧式加工中心制造商, 其产品包括大型加工中心、重型机床和相关自动化配件, 公司在高端航空领域和汽车装配领域保持较高的品牌忠诚度和市场占有率; 世界著名的五轴机床制造企业C.B.Ferrari公司也亮相展会, 其已被国内知名机床企业北一机床并购。 □

聚焦 IMTS2014 展会

中国机床工具工业协会 李雷执笔

IMTS2014 以“COME TOGETHER, LEAVE INSPIRE”（欢聚一堂，畅想无尽）为主题，并有若干分主题，如：“COME TOGETHER, LEAVE MOTIVATED 激发动力”、“COME TOGETHER, LEAVE SMARTER 启迪智慧”、“COME TOGETHER, LEAVE UPLIFTED 奋发向上”、“COME TOGETHER, LEAVE YOUR MARK 留下足迹”、“COME TOGETHER, LEAVE REVIVED 活力四射”。几天看下来，展馆内没有太多机床大张旗鼓地标明“全球首发”，也没有象往届那么多的赛车、美女来吸引眼球。但整个展会在传播一些理念，给人以视角，让我们思考未来的世界将会怎样，他将如何引领制造业的发展。

展会期间，中国机床工具工业协会召开了有关中国经济、机床市场以及 CIMT2015 筹备情况的新闻发布会，协会领导及有关人员与有关协会进行了座谈，参观了部分展台，并对技术发展情况进行了跟踪。

一、IMTS2014 展会亮点

IMTS2014 的亮点集中表现在几大专业展区，包括以 3D 打印技术为主的未来技术中心 ETC；展示美国机床四大支柱用户产业发展动态的今日技术中心 TTC；展示制造技术发展趋势的先进制造中心 AMC；为培养行业后备力量而设立的学生体验展区 SMART FORCE STUDENT SUMMIT；每日连续滚动播出的展商产品技术相关信息的电视频道 IMTS TV。

1. 未来技术中心 Emerging Technology Center

本届展会的未来技术中心再次给予 LM（本地

汽车）公司展示的机会。LM 公司通过在其网络社区征集并选出汽车的设计方案，在现场装配完成一辆电动 SUV，型号为 STRATI。创新点在于 STRATI 的覆盖件及部分内饰件，共 55 个零部件为碳纤维材质，通过 3D 打印制成。覆盖件经过 48 小时 3D 打印，以及龙门式机床进行表面加工，再进行装配。展会最后一天，主办方召开了新闻发布会为这辆独一无二的碳纤维材料 SUV 揭幕。

为提升美国制造技术在全球的领先地位，美国奥巴马总统倡议成立了国家制造业创新网络，即 National Network for Manufacturing Innovation (NNMI)。该网络推动产学研各方面搭建不同领域的合作机制，以研究中心形式，加速尖端制造技术的开发与应用，借此重建美国在全球制造业的强有力的竞争力地位。



未来技术中心——3D 打印

至今，NNMI 已经在全美设立了 15 个研究所，并计划在未来 10 年内达到 45 个。2013 至 2014 年间，奥巴马为这些研究所向国会申请一次性投资 10 亿美元，同时这些研究所也将投入配套资金，对 3D 打印、轻量化材料、信息化、能源效率等领域的新技术、新工艺进行研发和商品化。部分研

究所在 ETC 亮相，目的是要加强产学研间的合作，将新技术进行产业化。

以 3D 为研发目标的 AMERICA MAKES 成立于 2012 年，全称是“国防制造和加工国家中心，National Center for Defense Manufacturing and Machining (NCDMM)”。该研究所由 94 家公司、非盈利研究机构、政府机构组成，致力于开发 3D 打印产业的产品设计、制造、工艺、材料以及人才培养等。经国防部和能源部申请，由联邦投资 3000 万美元作为启动资金，是 NNMI 建立的比较成功的一个研究所，同时也是在美国国防制造和加工国家中心，即 National Center for Defense Manufacturing and Machining (NCDMM) 推动下建立的。由此可以看出，3D 技术受到了美国国防军工领域的极大重视。

在 ETC 展示的 3D 打印汽车项目就是 AMERICA MAKES 的支持项目。由 LM 公司联合 CINCINNATI 公司、OAK RIDGE 国家实验室以及 AMT 合作完成。其中 3D 打印机由 CINCINNATI 公司制造，应该是迄今为止最大的 3D 打印机，机床为龙门结构，碳纤维颗粒经高温融化，通过喷嘴挤出叠加成型。

以提升能源效率为研发目标的 POWER AMERICA 即“下一代电力电子制造创新研究所 Next Generation Power Electronics Manufacturing Innovation Institute”也在 ETC 亮相。它的总部位于北卡州立大学，成立于 2014 年 1 月，有 25 个协作单位，美国能源部投资 7000 万美元，协作单位配套 7000 万美元。其目的是开发新一代更具性价比的宽禁带电力半导体器件以及硅基电力电子技术，从而提升能源使用效率和以及推广大功率电子芯片和设备的应用。能源是一个国家的经济命脉，美国能源丰富，仍投入经费研究提升能源利用效率问题。中国人口众多、能源匮乏，更需要关注这一领域。

ALMMII，全称为轻量化和现代材料制造创新研究所 Lightweight and Modern Metals Manufacturing Innovation Institute，成立于 2014 年 2 月，总部位于底特律，由 EWI（俄亥俄大学爱迪生焊接研究所）牵头，关注加速扩大轻质合金产能的工艺，达到大幅降低制造成本和能源消耗的目的。目前轻质合金应用较多的领域有风电叶片、航空结构件、

医疗器械、赛车等产品。该研究所由国防部领导，启动资金中联邦资金为 7000 万美元。经过筛选，60 家机构成为这个联盟的成员，包括铝、钛等金属制品的领先企业、制造企业、大学等。

Digital Manufacturing and Design Innovation Institute 与 ALMMII 同一天成立，总部位于芝加哥，由 UI LABS（伊利诺伊州立大学研究室）牵头，由 73 家公司、大学、非盈利机构和实验室构成研发联盟。该研究所由国防部领导，联邦政府投入启动资金 7000 万美元，同时还有其他成员的配套资金。研究任务将服务于多个行业，围绕数字化设计和制造，提供 IT 工具、模型、传感器、控制器、标准等产品研发，以提升供应链各环节之间的沟通效率，达到降低制造成本的目的。

奥巴马总统亲临上述三个研究所的开业典礼并致辞，表现出对美国政府重振美国在全球制造业技术领先地位，同时提升就业、吸引更多投资的信心。

2. 今日技术中心 Today's Technology Center

IMTS2014 将往届的先进制造中心一分为二，其中展示美国机床四大用户产业：航空航天、汽车、能源、医疗领域的发展状况的展区称为“今日技术中心 (TTC)”。



今日技术中心

在航空航天领域，复合材料是热点。所展示的二架无人战斗机和 NASA 下一代空间站运输机“追梦”号 (1:3 比例模型) 均使用复合材料。其中战斗机在 12000 米高空的最快飞行速度可达 1 马赫。据称，AMT 出资 50 万美元才得以让这些展品亮相于 IMTS。据波音公司预测，未来 20 年，全球飞机保有量将翻番。在航空航天领域的高速增长

的带动下，复合精密机床的需求不断扩大。YAS-DA 在本届展会上高调展出 6 台机床，是其历届 IMTS 展出机床数量之最。牧野通过展示航空发动机（剖解零件）来显示其加工能力。在本届展会上的五轴联动机床、复合机床、精密纵切自动车床、电化学加工机床现场演示的加工零件也多为航空航天领域的零件。

汽车主题展示的是一辆老爷车，由位于克利夫兰的 RAUCH & LANG 汽车公司生产，该制造商于 1905~1920 年间生产了 500 辆电动汽车。展示这台电动车的目的，是在说明电动汽车将会成为我们生活中的一部分。

由于大量页岩油资源的发现和大规模的成功开采，美国石油产量大幅增加，这使得美国能源领域的发展趋势与中国不同，似乎有回归传统能源的趋势。随着美国油气和煤炭冶炼技术不断提升，污染水平逐渐降低，传统能源占比没有减少的趋势。相反，风电、太阳能成本高、效率低，市场份额增长缓慢。除此以外，美国尚没有启动新的核电项目。这种能源格局促使市场大重型机床的需求量迅速增加，如加工石油输送管道的螺纹、孔加工机床；加工汽轮机零件的机床等。MAZAK 展出了四台大型五轴及复合加工机床，皆在于适应美国航空航天和石油领域旺盛的采购需求。

在医疗领域，全球人口老龄化问题使医疗保健支出在可见的未来都会持续增长。从以下这些预测可以看出全球范围内医疗保健市场的潜力。据预测：2019 年整形外科器具市场将达到 412 亿美元；2018 年医疗器具市场将达到 4400 亿美元；2015 年心血管医疗相关器具市场将达到 656 亿美元；2016 年家庭用医疗设备市场将达到 262 亿美元；2018 年牙科消费类市场将达到 238 亿美元；2019 年手术室设备市场规模将达到 40.5 亿美元。可以说，医疗领域中的器具制造将有很大的发展。小到精密的人体植入体，大到 CT 机，无一不是靠机床来加工的，机床在这一领域可以发挥的潜力相当大。

3. 先进制造中心 Advanced Manufacturing Center

IMTS2014 “先进制造中心（AMC）”分为四个

主题展示区，分别如下：

（1）增材制造主题展区

这里展示了大小不一、材料各异的通过增材制造方式制造出来的零件。其中突出展示的是一件高 2m 的大型回转体零件，该零件为展示件，原件是美国国防部的订货，高度相同，但直径达 1 米，价值超过 100 万美元。该零件经过材料叠加成形后，还需热处理及去除少量余量才能最终完成。这个展区显示出增材制造技术在精密单品种加工的应用前景。

在展览现场，3D 打印相关展台总是聚集很多观众。这些展台中不仅有专门从事 3D 打印技术的公司，还有一些机床厂利用自身机械制造优势和成熟的市场网络，与这些新兴的 3D 打印公司联合出展。例如，三菱和 Matura 公司合作研发出激光熔融及高速精密铣削复合 3D 机床（LUMEX Avance-25），该机床主要针对精密模具加工，其加工工艺为：10 次铺粉 + 激光烧结循环之后，进行一次高速精密铣削。每次铺粉厚度为 50 μ m，工作台随之下降 50 μ m，如此循环，最终完成对复杂零件的加工。尤其适合 EDM 无法完成的深薄壁零件、电子零件、人体植入体的加工，与传统加工相比，从设计到加工完成，可以节省时间 60%。

DMG MORI 展示的 LASERTECH 65 3D 是一台融合激光烧结 3D 成形和高速五轴铣削的复合加工机床。该机床融合了 3D 粉末喷嘴进行材料叠加和激光熔融，以及五轴铣削，可以从无到有，形成零件成品。该机床采用喷嘴叠加粉末方式，比工作台铺粉方式速度要快 10 倍。工件尺寸最大为 $\phi 600\text{mm} \times 400\text{mm}$ ，重量最大 600 公斤。对于薄壁类零件，最小壁厚仅为 0.01mm。由于 3D 加工和铣削可随时进行切换，某些复杂零件无法加工的部分可以在零件叠加成形之前加工。

（2）“汽车 2025”主题展区

一辆 SUV 车轻型高强度框架被摆放在这一展区的中心位置。据预测，到 2025 年，汽车的燃油经济性将提升至每加仑行驶 54.5 英里，从而要求制造业提供新工艺、新装备以适应轻量化和节能要求。一个趋势是，冲压制造技术需关注高强度轻量化零件的加工；另一个趋势是，在成本压力

下，动力传动系统的设计必然更加紧凑和高效。相应地，对传动系统中的每一个零件的噪声、震动、粗糙度（NVH）要求也更加严格。所以，在未来一段时间，汽车产业对于精密齿轮的需求将持续增加，这将影响齿轮加工技术的发展。



先进制造中心——叠加技术

本届 IMTS，不少企业展示了用结构相对齿轮加工专用机床简单的铣削加工中心生产齿轮。

格里森展示了一台与 HELLER 合作的加工中心铣齿机。据称，该卧式加工中心适用于小批量的大、中型螺旋伞齿轮的高效加工。该机床结合了格里森公司名为 CAGE 的螺旋伞齿轮设计及工艺软件，以及 HELLER 公司名为 uP - Gear 的五轴联动加工螺旋伞齿轮的专利（专利申请中）CAM 软件，具有高生产率、高柔性、高精度等特点。该系列加工中心可加工最大螺旋伞齿轮直径达 2500mm。

除此之外，YASDA、DMG MORI、MAZAK、大隈、BRETON（意大利公司，主要产品为加工中心）等生产企业均在

IMTS 上展示了可加工齿轮的铣削加工中心。YASDA 的 YBM 640V3 型坐标镗加工螺旋伞齿轮的径节精度可达 DIN5 级。DMG MORI 的 NTX1000 型铣车复合加



YASDA 在汽车 2025 展区展出的齿轮加工中心

工中心在加工齿轮轴时，斜齿精度可达到 DIN5 级，直齿精度可达到 DIN 6 级。这显示在齿轮市场的拉动下，加工中心企业纷纷抢这块蛋糕的局面。

（3）车间优化主题展区

车间优化主题展区公布了一项名为“TOP SHOP（标杆企业）”的市场调查。该调查由 MORDEN MACHINE SHOP 杂志展开，从 2011 年开始，

MORDEN MACHINE SHOP 杂志每年对北美制造业中 400 多家外协加工标杆企业运行、管理、投资等情况进行问卷调查。从中可以看到这些企业的发展方向，对制造业其他企业起到引导作用。

本次调查结果显示，标杆企业服务的行业更广，特别是服务于航空航天领域的比例远高于普通企业，并且，标杆企业在美国“回归制造业”中扮演了更加重要的作用。

标杆企业所使用的加工技术中，五轴联动加工、车铣复合加工、纵切自动车削、一次装卡完成全部加工比例较高，体现出他们加工复杂零件的能力高于其他企业。

在车间管理方面，标杆企业往往通过 5S 管理、精益管理、价值链规划等先进管理手段来提高生产效率。最直接的效果就是他们从承接订单到投产所需时间仅为其他企业的一半。

在业务拓展方面，2014 年调查的标杆企业的每台机床所产生的销售额（中间值）比 2011 年增长了 2 倍，每个员工所产生的销售额（中间值）增加了 50%。这些企业的销售手段主要通过网络、媒体广告。

在人员工资方面，标杆企业支出的公司仅稍高于其他企业，但通常会为留住人才而提供更多的福利。

（4）数据驱动制造主题展区

“数据驱动”是在大数据的基础上产生的一种商业模式，利用大数据的技术手段，对企业海量数据进行分析处理，挖掘它蕴含的价值和意义作为依据来推动，执行一切商业活动或制造活动。

在 IMTS2014 的 AMC 展区，数据驱动制造展示了当今社会，制造业通过数据采集、处理、分析，提升企业效率、拓展业务范围的理念。这一主题的展出，显示出发达国家制造业对最新的 IT 技术的敏感性。

由 AMT 发起并推广的 MTConnect 推出 6 年以后，在本届 IMTS 得以见到较多应用。不少企业主动愿意利用这个平台，为其用户提供更加先进的管理和运营手段。

MTInsight 是 AMT 的另一个大数据项目。对主要用户行业的采购情况进行分析，从而对未来产

品技术需求和细分市场规规模走势进行判断。据称已经形成初步报告，但尚未对外公布。

大数据时代带来了生产模式的改变。这一理念在全球两家刀具旗舰企业的展台上得到充分体现。一个是肯纳推出的 Novosphere，另一个是山特维克的 Adveon 平台。

Novosphere 是肯纳推出的数字“工具”，目的是为其用户提供刀具选择、零件工艺优化、刀具库存管理和采购、零件加工成本分析，从而达到提升车间整体生产率的效果。该软件可以作为一个 APP 下载到 IPAD，便于操作工人或者管理人员实时查看。

Adveon 是山特维克作为发起人联合八家企业，建立的一个全新的开放网络平台。这些企业包括刀具制造企业、CAM 软件公司和机床制造企业。用户通过 Adveon，能够建立自己的刀具库（不限品牌，只要是符合 ISO13399 标准的刀具都可以入库），导出刀具二维或三维数据，生成 CAM 程序或进行加工仿真。我们在展会现场了解，该平台对任何人开放，既可以免费使用，也可以基于此开发软件。但是之后翻阅资料和访问山特维克公司网站，Adveon 需要从 CAM 软件公司购买，也就是说，Adveon 的市场战略是通过嵌入 CAM 软件实现销售。

此外，MAZAK 全新的 SMOOTH 数控系统以及 DMG MORI 的 CELOS 系统（于 EMO2013 首次推出）均体现出基于大数据的控制技术在把设计理念迅速、简便地转化为产品的巨大能力。



数据驱动制造 Mazak

4. 未来人才计划 SMART FORCE STUDENT SUMMIT

在本届 IMTS 上，北馆一层为 SMART FORCE STUDENT SUMMIT 展区（自从 IMTS 使用西馆以后，就没有再使用过这个馆），占地约 5000 平米，包括 1000 平米就餐区。这是 AMT 为美国制造业做的未来人才培养项目的一部分。

美国制造业目前缺口 300 万劳动力，未来将达到 500 万。在这种情况下，AMT 在 IMTS 上专为在校生设立了 SMART FORCE STUDENT SUMMIT 展区，通过专家介绍、现场互动，引起年轻人对制造业的兴趣。AMT 从 50 多家单位选取 16 家单位参展，包括大学、职业培训机构；还有西门子、发那科、哈斯等知名企业。展区设有能容纳几百人的培训教室、游戏活动区及餐饮区。

据了解，AMT 对这一区域的参展商免费提供场地，但对展示内容有所要求。此外，AMT 与参展企业为学校、学生提供一些餐馆的便利条件，如班车和餐饮等。本届展会，约有来自芝加哥周边 1.7 万名学生参观。所以，与往届 IMTS 的学生参观日不同，这届展会每天都有大批学生前来参观。

这几年，企业参与职业教育在美国开始逐渐发展起来。如，发那科公司，在北美不仅开展了企业层面的职业培训，同时也为各级学校有偿提供教学用机床。发那科职业培训机构为成绩合格学生颁发证书。学生毕业后就能够自如使用发那科系统和机器人。又如，EMAG 公司联合美国两所大学开展了职业培训教育，学制三年，课程主要在 EMAG 美国工厂完成，学生毕业之后可以获得大专学历证书。最吸引人的是，学习期间不仅免收学费，还发工资。并且，毕业时就可直接进入 EMAG 工厂或其他工厂，胜任车间工作。

5. IMTS TV

IMTS TV 在展会期间是芝加哥的一个电视频道，由 AMT 组织专家和专业媒体人员，现场录制参展企业的产品和技术。该活动免费，几个录制小组，根据提前确定的主题，在专家推荐下，对相关企业进行采访。每天数小时节目在电视上滚动播出。IMTS TV 开播已有 4 年，展会之外的时间，

通过网络播放，内容包括行业信息，以及 AMT 每年召开的 50 多个会议的报道。IMTS TV 已成为一个吸引展会观众的渠道。

二、IMTS2014 展品技术特点

就展品特点而言，直线电机驱动的应用更加深广，除众多加工中心使用直驱技术外，其他类型机床，如 ANCA 刀具磨床、克林贝格万能磨床、UNITED GRINDING 的平面磨床、牧野电加工机床等也开始使用直驱技术。体现出直驱技术在扭矩、精度等领域的提升。



五轴联动加工日益普及，之前提到的“标杆企业调查”显示，标杆企业中 44% 的企业会用到五轴联动加工，比例高出其他企业一倍。

用户采购铣车复合机床的意愿增强。如哈斯、MAZAK、NAKOMURA、DMG MORI、SPINNER 等众多企业都展示了带有铣削主轴的双主轴双刀塔复合车床。根据展会对观众的随机调查，WFL 排名用户最想采购设备厂家第三位。可以预见，铣车复合机床的市场会迅速扩大。

由于航空航天工业、电子工业、医疗器械器具市场的扩张，纵切自动车床市场稳步增长。

测头和传感器技术不断提升，从机器人识别方面、刀具破损检测方面、机床加工过程中的补偿方面等，均体现出生产工艺过程中的测量水平在提升。

IMTS2014 所展示的另外一个技术发展趋势就是生产过程中进一步提升的自动化程度。很多展商都在最显著的位置展出自动化系统。



DMG MORI 展示了一条全新的，结构紧凑型发动机缸体和缸盖生产线（局部）。两台 i50 型卧式加工中心、一台 MAX3000 型立式加工中心、桁架机械手及清洗站完成零件从毛坯到成品的加工。其设计理念是，自动化不仅仅是机床加自动上下料，而是整个加工工艺及生产过程的优化。GF 集团展示的一套演示加工单元 System 3R TRANSFORMER，由高速铣、EDM、托盘交换装置组成。该系统的扩展性非常好，可以采用不同品牌的机床，采用不同结构的上下料结构，当然，还能集成清洗、测量、检测设备。

MAZAK 的 22 台展品中，从棒料上料装置到桁架机械手，从机器人到自动换托盘装置，以及成熟的 PALLETECH 技术充分展示其机床与自动化相结合的特点。三菱电机展示了一条分拣包装线；沙迪克展示了高速加工中心和 EDM 组成的模具和电极生产线……这些展品均显示出自动化技术提升生产力带来的动力。

除这些主机企业展示 FMS/FMC 外，很难想象，象格里森这样的齿轮机床专业生产企业也开发了上下料生产线。看到市场对自动化设备需求日益增多，今年 5 月，格里森公司收购了同城专门从事自动化设备制造的 DISTECH 系统公司，从而达到协同发展效应。在 IMTS2014 上，格里森展出了 DISTECH 生产的 DS1200 - MTL 型高速柔性自动化系统。该系统为模块化设计，为适应不同零件和车间环境的需求，可与不同类型机床配套，采用多种托盘样式，通过 7 轴机器人完成上下料，并具有清洗、检测、打标等二次加工功能。

此外，从 IMTS2014 上，我们看到机器人的发

展方向，一个是以 FANUC 为代表的高速、高承载力、自动零件识别、选择、抓取的无人化；另一个是机器人与人共同工作的协作化方向。美国 Rethink Robotics 和丹麦 Universal Robots 分别展出了人机协作的自动化系统。这种机器人使用简单、无需编程就能实现智能化工作，并且具有投资成本低的优势，因此预测其用途将很广泛。

在 Rethink Robotics 的展台上，工程师为我们演示了机器人如何工作。首先，人工手动牵引机器人做一遍它需要的工作，比如搬运，堆垛等。之后，它根据刚才自动记录的流程，作为一个固定程序可以重复多次。机器人配有传感器并预设载荷，在遇到障碍物或者在抓取零件过重时，具有躲避功能，避免伤人和损坏零件。Rethink Robotics 所展示的机器人内置 Dell PC，加上驱动等一套系统售价约 3.2 万美元。

这种机器人与人之间不设防护网的工作模式，很可能会改变车间的面貌以及生产流程。我们也在拭目以待，将来哪些行业将以何种范围及程度率先使用协作机器人。

三、美国市场预测

在与 GARDNER 以及 AMT 的交谈中，我们获悉 GARDNER 对美国今明两年市场预期相当高。为此，我们搜集了一些资料，整理如下。

根据 GARDNER 公司对北美 28000 位杂志订阅用户所做的资本支出调查，2015 年美国金属切削机床消费将增长 37%，达到 88.2 亿美元。

这基于以下四个因素：首先是货币供应量，在 2013 年 2 月至 2014 年 6 月间，美国货币供应量加速增长，将带动 2015 年机床消费；随着退出量化宽松政策，预计 2016 年机床消费增速将有所减缓。第二，2014 年 7 月份设备利用率水平 78.6%，为 2008 年 1 月份以来最高值。相对较高的设备利用率和较快的增长趋势也预示 2015 年机床消费将有大幅攀升。第三，根据历史经验，GARDNER 商业指数提前 10 个月预示机床消费，这一指数在 2014 年 3 月至 8 月间加速增长，预示 2015 年机床消费也将会有同样的表现。第四，耐用品生产指数在 2014 年 6 月达到历史最高点，从

趋势上看会保持到 2015 年一季度，这也将是支持机床消费高速增长的因素。

预计 2015 年机床消费超过 5 亿美元的行业为外协加工、机械及设备制造（含金切机床）、汽车和液气密行业。

在所有需求中，按机床种类分，加工中心需求量最大，其次是车削中心、车床、磨床。特别要关注的是，增材制造设备已经开始进入用户的采购清单，预计 2014 年消费将达到 3700 万美元，2015 年将达到 2.7 亿美元。具体情况见下表。

机床类别	2009	2014	2015
加工中心	1404.9	3147	3226.1
卧式，工作台 400~800mm	479	789.1	743.8
卧式，工作台 >800mm	0	708.6	224.5
卧式，工作台 <400mm	336.6	495.1	705.8
立式，Y 轴行程 >508mm	271.9	603.4	817.2
立式，Y 轴行程 <509mm	317.4	550.8	734.8
车削中心	466.6	1128.9	1582.1
卧式，卡盘直径 >10"	163.8	465	477.3
卧式，卡盘直径 <10"	231.4	566.2	1052.3
立式	71.4	97.7	52.5
车床	720.6	968.7	1475.8
卧式，卡盘直径 >10"	273.7	239.9	387
卧式，卡盘直径 <10"	243.7	595.3	823.2
卧式，手动	54	34.4	64.4
立式	149.2	99.1	201.2
磨床	189.4	455.6	697
无心磨	14.3	28.9	149.1
缓进给磨床	1.6	46.3	42.6
外圆磨床	42.9	67.5	151.2
平面磨床	41.8	66.9	124.3
万能磨床	50.2	73.8	54.7
内圆磨床	6.9	27	25.4
其他磨床	31.8	145.2	149.7
增材制造技术	0	37	267.4
其他	0	0	113.7
激光/电子束熔融	0	12.3	22.3
激光烧结	0	24.7	29.6
铣/激光烧结	0	0	101.8
EDM	30.5	133.3	204.6
成型	5.4	35.4	61.4
小孔	8	18.9	25.9
线切割	17.1	79	117.3
自动车	68.5	151.8	182
多轴 CAM	0	10.4	2.9

(续)

多轴 CNC	0	29.4	53.3
单轴 CAM	45	0.1	0.2
单轴 CNC	23.5	11.2	19.7
纵切自动车	0	17.1	21.2
CNC 纵切车床	0	83.6	84.7
其他机床	363.5	434.9	1187
镗床	181	4.1	348.2
拉床	1.6	4.6	12.4
钻/攻	56.6	151.6	288.3
齿轮加工	12.9	5.4	0
激光切割	15.8	57.4	109.9
转盘式组合机床	0.6	1.2	11.5
锯床/切断机	67.8	87	186
组合机床线及专用机床	22.9	111.9	217.4
水切割机床	4.2	11.7	13.3

四、CIMT2015 新闻发布会

2014年9月9日中国机床工具工业协会和中国国际展览中心集团在芝加哥 McCormick Place 媒体中心联合举办了新闻发布会。IMTS 主办方美国机床协会会长 Douglas Woods 以及各国/地区机床协会的主要负责人和参展商代表、媒体记者等五十多人参加了会议。

美国机床协会副会长 Peter Eelman 作开场致辞，对中国代表团莅临 IMTS2014 并举办新闻发布会表示衷心欢迎。并借此机会宣布截止至展会第

一天，注册观众数量已经超过上届水平，达到 10400 人。体现出美国制造业的活跃以及对未来市场的期待。

中国机床工具工业协会执行副理事长毛予锋作“中国经济与机床市场”主报告，内容包括：中国经济的总体形势、中国机床工具产业的运行和发展情况、中国机床工具市场现阶段特征和发展预测。此外，他还介绍了第十四届中国国际机床展览会（CIMT2015）的筹备情况等。

在毛予锋的报告中，他提到：中国经济增速放缓和发展方式的转变，使中国机床市场发生显著变化，其突出特征表现为需要总量明显减少和需求结构加速升级。中国新一届政府坚持用改革办法激发市场活力，用调整的手段解决结构性经济矛盾，力图在市场机制下制定宏观经济政策。其对中国经济的积极影响正在逐步显现。以中国进口机床的增幅变化为例，趋势已呈现稳定和回升迹象。我们有理由对中国经济的长期持续健康发展充满信心，同时也对中国机床市场的中长期发展充满信心。

听众就中国市场升级方向，改革的内容，经济增速预测等问题进行了提问。对此，毛予锋逐一回答。会后，一些企业，包括从未参加过 CIMT 的公司，仍留在会场与机床协会代表交流有关中国市场及 CIMT2015 的情况。可以看出，这些公司对中国市场以及对 CIMT 表现出浓厚兴趣。□

前 3 季度我国汽车产销增幅继续回落

中国汽车工业协会最新消息，2014年9月，汽车产销受季节性需求上升影响，环比呈较快增长，但同比增速较低。1-9月，汽车产销增幅继续回落。

产销总体情况是：9月，汽车生产环比增长 17.07%，同比增长 4.18%；销售环比增长 15.62%，同比增长 2.47%。其中：乘用车生产环比增长 16.43%，同比增长 9.39%；销售环比增长 15.52%，同比增长 6.44%。商用车生产环比增长 21.13%，同比下降 19.29%；销售环比增长 16.25%，同比下降 16.01%。

1-9月，汽车产销分别同比增长 8.08% 和 7.04%。其中乘用车产销同比增长 11.29% 和 10.17%；商用车产销同比下降 5.72% 和 6.24%。

前 3 季度，基本型乘用车（轿车）产销 915.67 万辆

和 898.70 万辆，同比增长 5.14% 和 3.94%；多功能乘用车（MPV）产销 135.14 万辆和 131.47 万辆，同比增长 55.74% 和 51.64%；运动型多用途乘用车（SUV）产销 284.44 万辆和 278.45 万辆，同比增长 34.69% 和 33.32%；交叉型乘用车产销 103.37 万辆和 106.93 万辆，同比下降 16.51% 和 14.24%。

9月，在商用车主要品种中，与上月相比，客车和货车产销均呈较快增长；与上年同期相比，客车产销保持增长，货车继续下降。

1-9月，客车产销 43.12 万辆和 43.36 万辆，同比增长 6.81% 和 7.97%，增幅较前 8 月有所加大。货车产销 240.85 万辆和 241.18 万辆，同比下降 7.66% 和 8.40%，降幅较前 8 月继续加大。

CIMT2015 展品预览

中国机床工具工业协会传媒部

武汉重型机床集团有限公司

展台号: W4-151

WINB3R20/120 × 50 数控落地铣镗床

主要采用了静压导轨技术; 机床整机热补偿技术; 主轴箱倾斜电子补偿技术; 几何自适应控制技术; 滑枕钢棒热伸长位置补偿技术; 滑座双电机双齿轮齿条无间隙传动等多项世界领先技术, 并配备当今先进的西门子 840Dsl 数控系统和 HEIDENHAIN 公司的位置检测系统。

主轴箱/滑枕和横梁有液压平衡装置平衡重量, 使运动平稳, 导轨、滚珠丝杠精度保持性好。主轴箱、直角铣头、万能角铣头等附件头采用快换头形式, 通过滑枕下部 C 轴套端面的四个自动液压拉附件油缸动作, 实现附件头与滑枕的自动连接与自动更换, 重复性好。机床滑枕具有热膨胀补偿功能, 使刀具能够具有高的运行精度。

机床具有刚性高, 传动效率高、运行平稳可靠、操作维护方便, 生产效率高等特点。机床主轴箱主轴承采用高精密角接触球轴承, 通过最小量润滑的特殊润滑系统润滑; 滑枕、主轴箱补偿系统采用 INNSE 公司专利 H. C. C 补偿技术, 可保证最佳加工精度; 机床滑枕和镗轴具有热补偿功能, 保证主机具有最佳动态性能; 机床整机具有几何自适应控制功能。机床可配带内、外冷却系统, 滑枕端面可以安装各种功能附件, 能自动识别功能附件, 大大提高机床的自动化程度。机床配置 840D SL 数控系统, 具有完善的诊断系统及先进的补偿控制方法。

该机床主要用于冶金、能源、电力、船舶等行业大型特大型壳体及箱体类零件孔和面的粗加工、

半精加工、精加工。除具有铣、镗、钻孔、攻丝、扩孔、切槽、车削等基本加工功能外, 还可与数控回转工作台、直角铣头等功能部件配套使用, 实现五面加工。

天津罗升企业有限公司

展台号: E1-816

PMI 滚珠丝杠

PMI 滚珠丝杠, 采用德国钢材及专有的处理及研磨技术, 从材料、热处理、设计、生产、管理、检验到出货的严格控管, 保证品质优良的产品出厂。滚珠丝杆外径 4 ~ 100mm, 长度最大 15000mm, 精度最高 3.5 μ m/300mm (JIS C0 级)。产品具有高精度、高刚性、高负荷、低磨损、组装容易及有互换性, 常规品在天津、上海和广州有大量库存, 可实现短的交货期。



PMI 直线导轨

PMI 直线导轨, 采用德国钢材及特有的加工处理, 从材料、热处理、设计、生产、管理、检验到出货的严格控管, 保证提供给客户品质优良的产品。直线导轨可生产重负荷全钢珠型 - MSA 系列/低组全钢珠型 - MSB 系列/微小型不锈钢型 - MSC、MSD 系列/钢珠链带型 - SME 系列/宽幅全

钢珠型 - MSG 系列/全滚柱型 - MSR 系列, 最高精度可达 UP 级。



PMI 精密线性模组

PMI 精密线性模组由滚珠丝杆 + U 型导轨引的一体化设计, 具有高精度、高刚性、高顺畅度, 体积小、重量轻、设计安装方便。产品具有高精度、高刚性、高负荷、低磨损、组装容易并有互换性的特性, 常规产品在天津、上海和广州有大量库存, 可实现短的交货期。



TPI 轴承

TPI 轴承, 是台湾东培公司与日本 NTN 株式会社技术合作的结晶, 轴承采用日本进口钢珠及陶珠, 高转速、高精度及长寿命的设计, 产品符合 ISO 及 JIS 标准。TPI 轴承主要包括: 单列深沟滚珠轴承、丝杆支撑用精密角接触轴承、主轴专用精密角接触轴承, 产品广泛使用于机床行业、专用高速主轴厂、马达/泵产业及汽机车产业, 常规规格有大量库存, 可实现短的交货期。



三木联轴器

三木联轴器是数控机床上最理想化的进给轴、主轴专用联轴器, 具有加工精度维系的零背隙、高可靠性、高扭矩、高刚性、低惯量、低噪声, 可以实现最高转速 20000r/min、主被动平衡修正达到 G2.5, 符合 ROHS 指令的绿色环保要求。



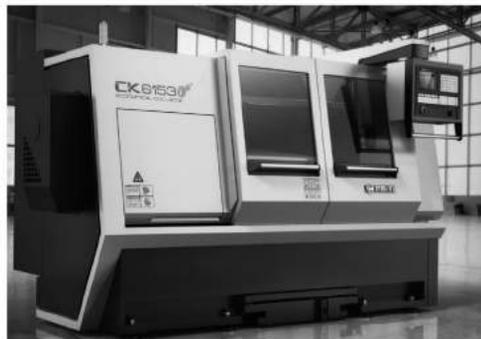
济南一机床

展台号: E3-306

CK6153i 数控车床

CK6153i 是公司推出的经济型精密数控车床系列产品之一。它是一种两轴控制, 主传动可为无级变频或两档档内无级变频机床。机床在设计中重点突出了刚性、精度及精度保持性。

本车床可以对回转体类零件上具有车、钻削工艺内容的工序进行高效、自动、精密的加工, 特别适用于多品种、大批量、轮番生产的机械加工场合。



J1DV60 - 5A 高速、精密立式加工中心

J1DV60 - 5A 高强紧凑型高速、精密立式加工中心是一种通过采用重心驱动技术、整体桥式布局的高速、高效、高精度立式加工中心, 已列入“国家‘十一五’科技发展规划项目”。该项目在技术上重点突出“高速、高效、高精度”之关键, 可广泛满足 IT 产业、家电产业、精密仪器、国防工业等行业中对中小型精密零件, 特别是对精密模具、叶轮进行高效、高速、精密加工的需要。



J1HMC40/50APC 卧式加工中心

J1HMC40/50APC 型双工位高速托盘交换式卧式加工中心为全封闭型防护，交流伺服驱动，三轴或四轴联动控制，可进行直线、圆弧及空间不规则型面等的切削，具有刀具直径、丝杠间隙、螺距误差等补偿功能；配备 30 把刀的刀库和自动换刀机械手；同时配备双工位交换工作台，可减少辅助时间，提高工作效率。

本产品具有高速、精密、高刚性、高可靠性等特点，适用于航天军工、IT 产业、精密仪器、模具制造等机械加工领域，对形状复杂异形类零件及中小型箱体类零件等的高效加工。



J1RF4250 数控高速带锯床

J1RF4250 数控高速带锯床采用双立柱龙门结构，进口数控系统控制方式，锯条采用硬质合金带锯条，切割加工效率高，具有高刚性，强力切削及优良的精度保持性，切割效率及锯条使用寿命是普通双金属锯条的 5~10 倍，特别适合高合金钢、



耐热钢、不锈钢、有色金属等难加工材料的切削。

MAL-700MC 数控多轴车铣复合中心

MAL-700MC 数控多轴车铣复合中心 (Multi Axes Lathe/milling center) 主要用于：航空工业、国防工业中的中等规格、需要复合加工的复杂、精密零件的高效加工。一般机械加工行业中复杂、多工序回转体类零件的一次装夹，多工序高效加工，可有效提高工件相对同基准的位置精度。



MJ-460 数控车床

MJ-460 系列机床是与美国“M. M. T”公司联合设计的产品，已大批量生产并整机出口欧美等工业发达国家，是一种技术成熟可靠的机型。在设计上突出了刚性、快速车削及优良的精度，满足了精度保持性和易操作、易维修、易扩展及安全性等使用者最为关注的问题，特别适宜汽车零部件、机械制造等行业对复杂、精密、中等规格的回转体类工件进行加工的需求。



MJ-520MC/Y 数控车铣中心

MJ-520MC/Y 数控车铣中心是一种 X、Y、Z、C 四个可控轴的车铣复合中心，当工件需进行平面铣削作业时，通过直接驱动机床的双 X 进给轴，



从而形成虚拟的Y轴进行。机床除具有高效、精密车削的基本功能外，还同时具有铣削、钻削、镗削、刚性攻丝的功能。

挪威迈卓诺测量系统有限公司

展台号：W3-322

迈卓诺光笔测量仪

挪威迈卓诺 (Metronor AS) 基于摄影测量技术的光电式便携坐标测量系统——光笔测量仪，主要由 CCD 相机，手持式测头（光笔）以及电脑与软件组成。

简单、轻便，却可以实现长达 30m 的精确测量，而出色的隐藏点测量和多点同步测量能力，更使得它成为适合车间现场的真正的大尺寸坐标测量机，广泛应用于汽车、航空航天、重型机械等行业，用于大型工装夹具测量，整机及部件外形检测，无工装六自由度装配等。



上海丰禾精密机械有限公司

展台号：W2-715

世界首台换刀式 50MPa 清洗中心

作为世界首台换刀式 50MPa 清洗中心，能有效去除加工后的切屑，毛刺等，是提高重要零件的清洗精度及质量不可欠缺的设备，能自动选择最适合的喷嘴，可完成复杂零件的精密清洗。



该产品主要应用在工程机械、汽车零部件、航空航天等领域。目前在汽车行业主要清洗的部件有缸体缸盖、ABS、转向泵、变速器零件等；主要服务的汽车厂家有丰田、东风日产、宝马、通用、本田、博世、博格华纳、麦格纳等。

苏州领创激光科技有限公司

展台号：W2-601

LEADπ-4020 数控光纤/CO₂ 激光切割机

主要性能和特点：

- 采用整体式龙门结构、双交流伺服电机高速同步驱动系统。
- 动态性能极佳的轻质高强度铝合金铸造横梁。
- 欧洲专业激光切割数控系统，具有激光切割专用功能。
- 可获得高精、高速和高稳定性的精密传动消除系统。
- 机械式高速双交换工作台。
- 变焦穿孔功能 CFP。
- 可选配切割质量智能控制系统 ICS。
- 恒光路设计 (CO₂ 激光器)。

该机型可服务于电力制造、轨道交通、工程机械、农业机械、电梯制造、粮食与食品机械、金属结构及专业化钣金加工等广大制造业。



苏州迈星机床有限公司

展台号：E1-402

EET150/300C 全功能数控车床

主轴：采用在刚性、输出、特性方面更为优越的“电主轴”。主轴的刚性和冷却效果得以极致提升，实现高扭矩、高转速上的高效率加工。

刀塔：高速无抬升 VDI 刀塔，超高速伺服电机旋转和分度、液压夹紧、弧形齿盘定位、刀位数 12D，换刀时间 0.2s。

尾座：液压驱动尾座，电液比例阀可实现压力大小由编程控制，使准备时间大幅削减、操作性能进一步优化。

进给：此级别最高的快进速度：X轴 33m/min，Z轴 36m/min。

环保与节能：采用脂润滑的直线导轨和滚珠丝杠，减少废弃润滑油 92% 以上。液压单元采用节能型泵、电机。待机电力降低 30%（机内照明的自动关闭等）。



EET150R/300C 全功能数控车床一体式无人

(1) 机床与机械手一体式设计可实现整体搬运，安装调试方便。

(2) 全面降低操作人员数量，原一人一机操作模式被彻底颠覆，根据零件加工时间长短以及选择的料仓工位数量，确定一人能够操作 5~10 台无人机，人力成本降低 80% 以上。



(3) 自动料仓根据客户需要灵活选择，最大可配置到 40 个工位；通用性强，操作简单，对人员技能要求低，工件直径以及长度发生变化后，只需要更换机械手以及机床卡爪，调用不同的加工程序直接启动机床即可完成。

(4) 多台 EPT150/300R 无人机构成一个系统，完成一种零件多工序全自动加工。

(5) 根据零件精度要求，可配置在线零件检

测系统，主轴中心气吹系统，刀具破损检测系统。

西安北村公司

展台号：E1-605

Tornos CT20 - 5 瑞士型纵切自动车床

Tornos CT20 - 5 瑞士型纵切自动车床，CT20 设计紧贴客户需求，可加工简单到中等复杂的零件。首先，CT20 - 5 的 5 轴车床操作简单、高效多产、动力强劲，是快速收回投资的最佳选择。其主要特点包括：极为坚固和稳定的铸铁框架、模块化的刀具设计、强劲的主轴和驱动、简单便捷的设置、用户友好操作界面、ISO 编程。



简单来讲，不同的模块化附件、5 轴机床、2 个完全独立的刀具系统，使得 CT20 - 5 并行加工成为现实。主轴功率高达 3.7kW、最多选配 10 把旋转刀具、最多可加装 26 把刀具、高精度加工，让 CT20 - 5 表现强劲有加。多项标准 CNC 功能、刀具取用方便，调整简单，又是其经济高效的源泉。

此外，此款机型配有旋转导套装置、用于主/副轴的 C 轴、车削刀具板、前后端刀具所有的附件、用于交叉铣削/钻孔的 4 轴动力刀具、气动工件推出器、工件传送带、送料机接口、警示灯，还可以选配油雾收集器、高频主轴、用于长工件的后部排出系统，根据加工需求而灵活调整。我公司展出一款综合了车削加工和加工中心加工能力，可有效为客户提供所需要的高效复合加工的小型加工中心 Brother SPEEDIO M140X1 和另一款真正实现排刀式车床将径向钻、铣、攻丝加工，以及工件端面的切槽、钻铣攻丝、异型轮廓加工于一体的 XKNC - 50G 具备 Y 轴功能的复合加工机床。

小型精密双主轴 CNC 车床 XKNC - DA25

该机床采用双主轴平行对置排列、双独立刀

架的结构设计，刀架固定于机床中部，双主轴可独立按照程序进行 X 轴、Z 轴移动，实现换刀、加工进给及主、副轴夹持工件的自动交换。该机型可以解决工件在一次装夹下的夹持端二序加工问题，具有刀具布置和调整方便、换刀迅速省时、定位精度高、生产效率高等特点。同时机床上可以集成各种形式的自动上下机构，实现无人化自动加工。



苏州怡信光电科技有限公司
珠海市怡信测量科技有限公司

AS-10 系列低价位绝对式光栅尺

绝对编码：EC-1

光栅类别：透射式玻璃光栅

分辨率：0.1/0.5/1/5 μm

测量行程：50~1200mm

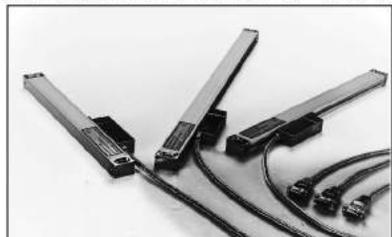
精确度： $+5\mu\text{m}/+10\mu\text{m}$

输出讯号：AB 正交编码



AS-20 系列高精度绝对式光栅尺

AS-20 系列绝对式光栅尺是专门针对高精度应用而设计研发的绝对式光栅尺。它具有密封外



壳，专门设计应用于环境条件比较恶劣，但又需高精度的应用现场。

AS-20 系列光栅尺尺身小巧轻便，可轻易安装在各类仪器上。其标准分辨力为 $0.1\mu\text{m}$ ，精度为 $\pm 3\mu\text{m}$ ，测量运动速度达 $120\text{m}/\text{min}$ ，内置 OFC 在机误差修正功能符合在高精度测量仪器上应用的一切所需的严格规格要求。

AS-30 数控机床专用高精度、高可靠性绝对式光栅尺

AS-30 系列绝对光栅尺专门设计应用于高精度的高档数控机床。其读数头采用专为高加速度、高速测量而设计的全动态平衡小车滑动系统，提供高速、高可靠、高重复度的测量读数。AS-30 采用抗污力极强，精度极高的莫尔相阵列传感器光学扫描测量系统，提高高精度、高分辨率的测量读数，AS-30 光栅尺的光栅读数分辨力高达 $0.01\mu\text{m}$ 。AS-30 是用内含 4 个型号的绝对式光栅尺，让用户可根据本身的应用环境和使用要求，选择极为可靠的 EC-1 绝对编码或使用方便的 EC-2 绝对编码。AS-30 可采用 CPE-bus 或 AB 正交编码信号输出，以适应各种不同的应用要求。AS-30 内置 OFC 功能，让用户在安装好光栅尺后，用激光干涉仪把机床的总误差（包括机床、光栅尺和安装误差等）测量出来，并直接输入光栅尺的读数头进行全面的误差修正。



AS-40 大型机床专用绝对式光栅尺

AS-40 系列绝对式光栅尺是专门设计应用于大型高精度数控机床。采用反射式金属带光栅，头段和尾段都设有预拉机构和辅助滑轨，保证读数头能可靠精确的在机身上滑动。采用分段式设计，尺身每段为 2m，头段与尾段为 0.5m，在使用现场安装组合，最大长度可达 80m。采用与 AS-30 相类似的全动态平衡，无背隙设计的读数头，提供高速、高可靠、高重复度的测量读数。

AS-40 系列绝对式光栅，采用极为可靠的

EC-1绝对编码,让用户在每次开机时,不再需要花上长时间去找原点。其内部分辨率为 $0.1\mu\text{m}$,最高测量速度:180m/min,精度: $\pm 10\mu\text{m}/\text{m}$,完全适用于任何大型的高精度的高档数控机床。

由于大型机床的安装工作是非常困难和不可能有太高的安装精度,为达到最高可能的读数精度,AS-40内置OFC功能,让用户在安装好光栅尺后,用激光干涉仪将机床的总误差(包括机床,光栅尺和安装误差等)测量出来,并直接输入读数头进行误差修正。

AS-40系列可选用CPE-bus或AB正交编码信号输出,在讯号线超过10m或以上的应用时,CPE-bus是最佳、最可靠的选择。

AS-40系列可接上EAD-100解码板,提供CPE-bus至AB正交编码的转换,也能享用CPE-bus的高可靠性等的优点。



AS-50 高精度反射式绝对式光栅尺

AS-50系列反射式光栅尺是专门设计应用于高精度测量仪器。其光电采用开放式光电读数系统,完全免除所有机械传动部件带来的测量误差,令测量到达可能最高的精确度。AS-50系列绝对式光栅尺内置OFC功能,测量分辨率为 $0.1\mu\text{m}$,最高测量速度为180m/min,加速度可高达5G,用户可根据自己的需要调整输出的分辨率。它采用相阵列光栅传感器,安装校正极为容易,并有三色指示灯向用户提示运行状态(错误警告/增量状态/绝对状态),让用户对光栅尺的当前状态一目了然。

AS-50系列可选用CPE-bus或AB正交编码信号输出,用户可根据应用的需要,选择效能最高的信号输出。



AS-60 低价位反射式光栅尺

AS-60系列反射式光栅尺是专用设计应用于对成本控制要求极严,但又要求高精度、高速度

的测量的应用。其读数头尺寸细小,采用相阵列光栅传感器,安装极为容易。

由于成本控制的限制,AS-60系列没有内置的绝对码解码器,用户若希望将之作为绝对式光栅尺使用,用于高精度测量,可接上EAD-200绝对码解码板,以绝对模式运作来提高精度和执行OFC功能。

AS-60系列包括 $5\mu\text{m}/1.0\mu\text{m}/0.5\mu\text{m}/0.1\mu\text{m}$ 等四种型号的光栅尺,只有AB正交编码输出,用户可根据自己的应用要求,选择最适合的分辨率。



浙江凯达机床股份有限公司

展台号: E1-421

KDVM800LH 立式加工中心

该加工中心的床鞍和工作台均采用三组精密直线导轨,五个滑块固定,稳定、可靠、刚性好;床身、立柱、滑鞍、工作台和主轴箱采用高抗震性能优质灰口铸铁,具有良好的热稳定性和高抗震性;高精度的主轴组件,精密性和平衡性好,具备高刚度配对结构;滚珠丝杠均进行预拉伸,从而使三轴的传动刚性强,精度稳定可靠,传动更加平稳;配有集中润滑装置,润滑充足。在汽配、摩配、农机、阀门、管件等行业有着广泛的应用。



KDVL460H 数控立式车床

该车床采用FANUC数控系统及驱动,三轴伺服,主电机为宽域电机带C轴功能;X向采用三根直线导轨支撑,动柱式结构,外形美观大方,宜人性好;主电机驱动通过同步带直接传动主轴,结构紧凑,噪声低;纵、横向进给系统采用伺服电机驱动,用弹性联轴器与滚珠丝杠相联;整体式底

座，整机的刚性好；套筒式主轴单元，安装、维护方便，主轴具有高精度、高刚性；配置伺服动力刀塔，具备钻铣功能。



KDCK-25 数控车床

该车床采用三角床身斜 30° 布置，具有操作空间大、排屑流畅的优点。整体床身刚性好，抗变形能力强。主轴前轴承采用双列圆柱滚子轴承及双向推力角接触球轴承，同时承受径向力和轴向力，后轴承采用双列圆柱滚子轴承，承受径向力，这种结构在高速运转时主轴温升低，主轴前后热平衡，热变形小。具有结构简单、性能稳定，使用可靠等优点，适用加工轴类、盘类零件、形状复杂精度高的零件。



宁波海天精工股份有限公司

展台号：E3-151

DF3215 桥式五轴模具铣削中心

DF3215es 采用高架桥式龙门框架结构，横向布局形式，具有工作台尺寸大、操作空间开阔、结构紧凑、占地面积小等特点。主轴转速高（最高转速 $24000\text{r}/\text{min}$ ），切削速度快，动态响应性好，

具有加工复杂型面所需的高速和准确的特性。该产品针对汽车模具加工行业而设计，可以完美地解决汽车行业高硬模具常规加工中的问题，是目前国内外汽车模具行业高硬度模具加工的首选设备。此外，该机床高精、高效、高速和良好的动态特性，还适合航空制造业中铝合金薄壁件、复杂曲面的高效、高精加工。

机床整体造型为等腰梯形结构，床身与地面接触面积大，整体刚性好。机床主要结构多为高强度铸铁铸造，如床身、工作台等；横梁、滑枕采用焊接结构，具有刚性好、弹性模量大、抗振性强、结构轻等特点，可满足高速加工时对机床的刚性和动态响应特性的要求。

机床为工作台固定，横梁框架移动的桥式结构，高速加工时受到负载变化的影响小。该机能配有五轴铣头，可实现五轴联动加工。

HU500 卧式加工中心

该机床是海天精工集多年合作研发、生产经验后，开发的一款高效高精度大扭矩的卧式加工中心，特别针对中小型箱体类孔系和平面加工的理想设备，可实现多个工作面的铣、钻、镗、铰、攻丝和三维曲面等的加工，标配双交换工作台，大幅提高了加工效率，广泛应用于汽车、航空航天、内燃机、家电、模具、通用机械等行业。

该机床采用刚性底座允许工作台沿 Z 轴和 X 轴运动，立柱固定不动，主轴头仅在 Y 轴上移动，结构简单，精度高，防护性能好。所有架构组件均用有限元分析法（ANSYS）进行优化，从而达到最强的刚性。

为了提高机床性能，满足大批量、快节奏的加工要求，采用了创新的刀库、双交换工作台、高性能主轴、高刚性的线轨、高效可靠的排屑系统及双锚式滚珠丝杠。



VMC1000L 立式加工中心

该机床为单立柱固定，工作台移动结构，结构紧凑，占地面积小，有较好的刚性和抗振性。底座、立柱、滑座、工作台等均采用高强度孕育铸铁铸造，经有限元分析优化设计。立柱底部“A”字型支撑结构为整机提供良好的静态刚性、主轴箱采用对称性结构提高热稳定性。在Z轴方向取消了传统的平衡锤结构，并采用四方向等负荷、带保持架且具有承载能力大，弹性变位量小，抗振性高等突出特点的滚柱导轨，有效地改善了Z轴的动态特性。

一次装卡下完成铣削、镗削、钻削、攻丝等工序。标准选用8000r/min钢球轴承主轴及浮动打刀机构，采用1.5:1的减速比并带上端径向支撑的皮带式传动方式，扭矩提升50%，适用于通用机械、汽车、航空航天、仪表、纺织机械等行业中小型机械零件的高速精密加工。同时，选配12000r/min陶瓷球轴承主轴，采用倍力拉刀机构，直结7.5/11kW高性能主轴电机，振动小、噪声低，可长时间连续进行10000r/min强力切削，而且恒功率区域覆盖1500~8000r/min范围，更适合模具加工。若选配数控转台，则将机床原有的三轴三联动扩展四轴三（四）联动，并实现多面加工。



机床的典型应用如模具和板类、盘类、小型壳体类复杂零件的高速精密加工。

V-160L 立式铣床中心

该机床集车、铣、磨功能于一体，具有加工精度保持性好、加工后的工件表面质量高等特点，广泛适用于阀体、轨道交通、能源、航空航天等行业的工件加工。

QU13X16 龙门立式加工中心

采用全新海天精工专利技术进行设计，使机

床具有高模态频率特性、高动态特性、优良的温度适应性、优异的加工导航功能和宜人性等。机床同时配备高速电主轴，特别适合模具加工。

QU13X16采用海天精工专利的滑鞍滑枕技术，保证了高动态特性并提升了定位精度。整机采用热对称结构整体布局，采用热源平衡管理理念，配备丝杠冷却功能，使热变形按照设计规律变形，专利的热补偿技术，使机床具备优良的适应性，提高了加工的可靠性。

机床配备公司自主研发的加工导航软件，使其操作更为简便。

宁夏银川大河数控机床有限公司

展台号：W4-502

2MK2218YS 高档珩磨机

机床通过原理上的原始创新，成功将数控系统的数字控制轴与线性机械液压伺服系统相结合，构成一种全新的珩磨机床主轴往复随动数字控制装置。

与国外知名厂商的电液伺服比例阀加伺服缸及缸位移传感器的数控方式相比，本珩磨机床主轴往复运动数字控制装置不需要昂贵的且对使用条件较苛刻的进口电液比例阀，使机床主轴驱动系统分解成两个独立的子系统，即数控机械子系统和机械液压伺服子系统，这种电液分离的机械液压伺服系统具有强大的抗污染能力，由此大大提高了系统工作的可靠性和维护保养的方便性，大大降低了系统的组成成本。

基于新的珩磨机床主轴往复随动数字控制模式，联合广州数控技术有限公司，针对2MK2218YS高档数控珩磨机床的控制策略和工艺要求开发出了“银川大河数控珩磨机床专用数控系统GSK980HA”及人机界面新模式，实现了机床核心元件创新。针对高档数控珩磨机主轴往复换向加速度很大而对液压驱动系统提出的要求，创新性的开发研制了一种珩磨机专用机液伺服阀，实现了珩磨机主轴往复3~30m/min的稳定运行，加速度达到2.5g。这是全球首款5轴控制数控珩磨机。2MK2218YS实现了主轴往复，主轴旋转，工作台移动或旋转，珩磨油石粗涨压力控制，珩

磨油石精涨压力控制等5个轴的数控控制；可实现发动机缸体和缸套内孔任意夹角网纹的加工。

机床采用了全新的珩磨机床主轴往复随动数字控制装置，广州数控技术有限公司按照银川大河提出的针对数控珩磨机床的控制策略和工艺要求，开发出了“银川大河数控珩磨机床专用数控系统 GSK980He”。本机床拥有“复合式数控珩磨机双进给机构”发明专利（ZL200910117252.1）和“珩磨机主轴往复随动控制装置（ZL201120077811.3）”等8项实用新型专利，采用了高精度双进给自动测量珩磨头及珩磨加工自动测量技术。

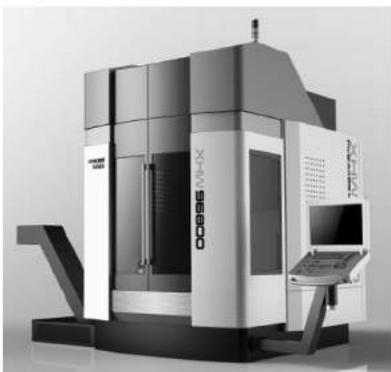


山东华辰重型机床有限公司

展台号：E3-411

XHW96800 摇篮式五轴加工中心

模块化设计；滑座左右移动，滑鞍前后移动，滑枕上下移动。高速电主轴、丝杠、线轨、蜗轮蜗杆、电器件、液压件及气动件、检测元件均为进口原装。



机床采用海德汉 iTNC530 系统，摇篮式数控转台，可实现五轴联动。采用韩国卡斯文高速电主轴，最高转速 42000r/min，是一款能够满足模具、航天和赛车等行业要求的精密零件加工的高速铣削五轴加工中心。

TH63125 × 125 卧式铣镗加工中心

该机床是华辰重机自主开发的加工中心新产品。床身正 T 型结构，工作台左右移动，立柱前后移动，正挂主轴箱上下移动，工作台回转由交流伺服电机驱动，主轴扭矩大。液压自动加紧，采用双交换工作台，自动交换，可选配平旋盘。



山东永华机械有限公司

展台号：E3-401

YHMC - VB63F5 高速立式五轴加工中心

该机床为高效率、高精度、高柔性的五轴五联动加工中心。在工件一次装夹后，可完成铣、镗、铰、攻丝和轮廓的粗、精加工，广泛适用于叶片、叶轮、模具工业等各种类型的机械加工行业中的复杂曲面零件加工，能满足中小型箱体零件和空间曲面多品种加工的需要。

机床主要结构件采用高品质 QT600 - 3 铸铁并进行合理的加强筋布局，结构刚性强，精度保持性好。



各主要部件底座、左右床身、滑座、横梁、主轴箱通过 FEM 分析,使得机床整体具备了热特性好、高稳定、高刚性、高精度、振动小等特点。

机床整体布局合理、紧凑,符合欧洲技术标准和人机工程学理念。

机床床身整体采用墙板结构,横梁在墙板上由左右两个驱动系统驱动做 Y 轴运动,双驱保证运动的平稳性和高动态响应;滑座在横梁上左右做 X 轴运动,横梁为三角形结构,结构稳固能够减小重力下垂,保证 X 轴精度;主轴箱采用方形结构,在滑座上做 Z 轴上下运动,两侧配置气动平衡系统保证 Z 轴高速运动的平稳。摇篮双摆转台坐在床身上, A 轴双电机驱动绕 X 轴做旋转运动; C 轴在 A 轴上绕 Z 轴做旋转运动。

机床配置了适应高速加工的电主轴,主轴电机输出功率达 34kW (连续功率),主轴最高旋转速度达到 24000r/min,最大扭矩 91N·m,可以适应多种材料的高速加工。主轴内部温度控制采用了全封闭式循环冷却液恒温控制装置,可确保主轴精度的稳定。

各直线轴均采用大扭矩交流伺服电机直联驱动精密滚珠丝杠,实现各轴直线运动顺畅平衡; A/C 轴由力矩电机直驱,减少传动环节,提高传动效率和精度。

机床 X/Y/Z 轴均采用直线光栅尺, A/C 轴采用环形光栅尺,实现全闭环检测,以确保机床的精度。

40 把链式直插式伺服刀库,运动平稳快速,极大地提高换刀速度,运行速度达 150 刀套/min,最快换刀时间可达 0.72s。

机床另外配置了自动排屑系统、冲屑系统、内外冷系统、顶防护自动打开系统、气压残压释放系统、五轴中心标定系统等辅助系统。

机床采用西门子 840D sl 数控,实现五轴联动,并开发出人性化专用操作界面,极大提高了机床使用、调试、维修便利性及快捷性。

YHMC - GB6555SF5 高精度重心驱动桥式五轴镗铣加工中心

高速、高精度重心驱动桥式五轴镗铣加工中心是我公司针对于大型特种材料工件加工领域,

自主研发的高速、高精度加工设备,可高效、经济地适用国内外航空航天、模具制造、船舶发动机等行业的大中型复杂零部件的加工要求。该产品属山东省自主创新重大专项立项产品。该项目技术成果的广泛推广,将使国产此类产品在加工精度、可靠性等技术指标上接近或达到国际先进水平。

机床总体布局采用国际流行的先进结构,采用工作台落地固定,两条高架式床身分别放置在工作台两侧,床身分别设置精密直线滚动导轨,直线滚动导轨上设置左右滑座,可以沿床身纵向方向运动 (X 轴),左右滑座上安装固定横梁,横梁上设置精密直线滚动导轨,溜板沿横梁直线滚动导轨横向移动 (Y 轴),滑枕上设置直线滚动导轨沿溜板垂直移动 (Z 轴),双回转摆动铣头围绕 Z 轴回转 (C 轴)、围绕 X 轴轴线回转 (A 轴)。



横梁在高架的墙体上高速运行,避免了大量的工作台和大型零件高速运动时对动态性能的影响,还避免了零件质量变化造成的动态性能变化。横梁驱动采用中心驱动原理,采用重心驱动原理,大大提高了机床动态响应性和精度稳定性。

YHMC - PBC1330 高精密切台式数控铣镗床

面对重机、机车、电力、造船以及航空配套加工领域大、中型基础大件、板件、盘类件、壳体件、模具等多品种零件加工的高精度自动化机床——YHMC - PBC 系列大型切台式铣镗加工中心,工件一次装夹后可自动、高效、高精度的连续完成铣、钻、镗、铰等多种工序的加工。

整机应用计算机辅助设计系统 (CAE),完成机床结构设计,提高机床可靠性。并经有限元分析 (FEM) 对设计结构进行科学分析与优化,确保机床整体结构的刚性和稳定性。

本机床结构型式为切台式,单立柱、横床身、



侧挂主轴箱布局，并配有刀具、工件冷却系统，工作台可在滑座上实现 B 坐标 360° 的连续回转运动，通过碟簧夹紧，液压松开实现转台任意分度定位功能。其特点如下：

数控转台采用推力圆柱滚子轴承作为主承载（外圈直径 1380mm）轴承，双列圆柱滚子轴承（1:12 锥度）及推力球轴承定位转台中心，此结构具有超大承载力及精确中心定位功能。模数 5 齿圈、配备圆光栅经双齿轮消除实现其精确分度定位，具有高精度的四点定位功能（定位精度 $\pm 3''$ ）及任意分度的定位（定位精度 $\pm 6''$ ，重复定位精度 $\pm 3''$ ）。

主轴选用进口铣镗主轴单元，最高转速 2500r/min，最大输出扭矩 3000N·m， W 轴行程 800mm，采用稀油循环冷却润滑，并配备前后轴承温度监控系统，保证了主轴长时间高精度运作。镗轴采用先进材料制造，并经过精心热处理后提高了 W 镗轴的表面硬度、耐磨性刚度及其精度保持性。

主轴箱采用两档四级齿轮变速，可同时满足粗加工时的大扭矩要求及精加工时的高转速要求。

标准配备精密油冷机，对主轴轴承及主轴箱齿轮进行循环冷却，并设置流量监测、温度监测，在确保加工精度的同时也对其关键部件进行保护。

标准配备进口 60 把链式刀库，运行速度快、定位精度高，极大地方便客户对不同加工工序的需求。

QH2 - M15 数控螺旋转子磨床（CBN 型）

QH2 - M15 型专用转子磨床是采用成型 CBN 砂轮（湿式）磨削的方法，对螺杆/螺旋转子类工件的齿型型线进行磨削的精密专用数控磨削机床。

机床数控轴数为五轴/三联动（其中实现工件基础切削功能三个轴），分别完成对机床如下执行及功能部件的控制： C 轴——工件头架旋转主轴及工件槽数自动分度轴， Y 轴——砂轮架径向移动/进给轴， X 轴——工件工作台轴向移动/进给轴， B 轴——砂轮架角向角度调整回转轴， A 轴——机床砂轮架主轴。实现机床砂轮的精密回转。

其中 C 轴/ X 轴/ Y 轴为螺旋转子数控磨削联动轴，机床的螺旋转子槽螺纹导程运动由 C 轴——工件头架旋转主轴和 X 轴——砂轮架轴向移动/进给实现联动完成。机床的螺旋转子槽螺纹深度由 X 轴——砂轮架径向移动/进给完成。

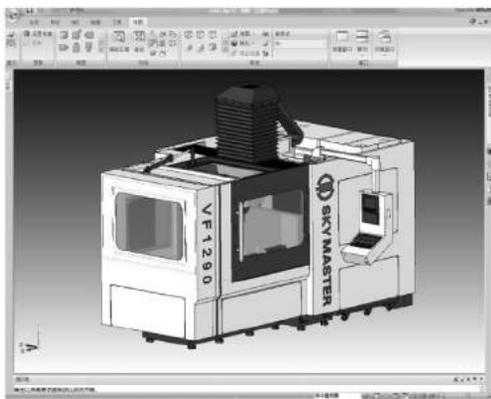
机床砂轮架上安装有两个 CBN 砂轮部件，分别完成转子槽的粗/精磨削，砂轮架可沿轴向移动，使 CBN 砂轮移动至对应的磨削工位。通过对工件的粗磨及精磨，是一种大幅提高螺杆/螺旋转子工件齿型型线各项精度指标的先进工艺方式。

宁波天瑞精工机械有限公司

天瑞精工机械有限公司开发的全新高速系列机床，全部配备 24000r/min 内藏式主轴，加速度可达 $1g$ ，有很高的重复精度，是自主研发填补国内空白的高速高精机床。该机床应用于各种磨具、航钛类零件、汽车零件和高精密零件加工，是真正意义上的高速加工机床。

VF1290 龙门高速机床

针对各种高精度零件的加工及精密模具的高速切削而设计，是汽车行业、高精密模具加工行业的理想设备。其主要特点为：



● 三轴螺杆均采用精密预拉伸设计，有效抑

制因温升而产生的热变形，确保定位精度与重复精度的准确性。

- 自动排屑机构清除切屑时安全又环保，更方便也更高效。

- 欧洲内藏式主轴采用冷却和轴承温度检测装置，可确保主轴的精度。

- 三轴进给配备大功率、高动态的伺服电机，可确保 $1g$ 的加速度；最高主轴转速可达 $24000r/min$ ，三轴快移速度 $X/Y/Z$ 均为 $40m/min$ ；进给速度为 $20m/min$ 。

- 搭配全密闭式防护罩，并提供顶盖自动开合装置，方便操作者使用。

- 搭配油雾回收装置，有效地吸收加工区域产生的有害雾气，提供安全、干净的操作空间。

VF2518 龙门高速机

针对汽车保险杠零件的加工及精密模具的高速切削而设计，是汽车行业、高精精密模具加工行业的理想设备。其主要特点为：

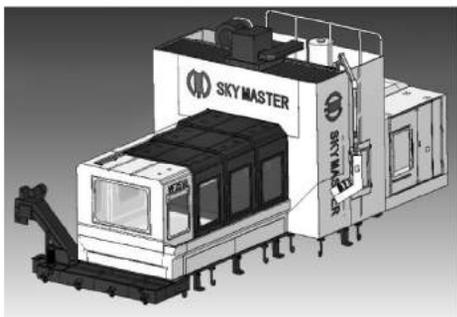
- X 轴采用主副四轨结构，保证了工作台全面积优异的承载力。

- X 轴采用力矩马达直驱丝母的方式传动，搭配丝杆的中空油冷配置，确保大驱动力响应及运行的精密度。

- 欧洲内藏式主轴采用冷却和轴承温度检测装置，可确保主轴的精度。

- 搭配全密闭式防护罩，并提供攀登梯、围栏等装置，方便后期机床保养维护工作。

- 搭配油雾回收装置，有效地吸收加工区域产生的有害雾气，提供安全、干净的操作空间。



该机床 $X/Y/Z$ 行程：2500/1650/1000mm；双柱间距离：1850mm；工作台尺寸：2800mm × 1600mm；工作台承载为 15000kg； $X/Y/Z$ 快移速

度：15mm/min；进给速度：12000mm/min。

VF1615 龙门式高精度高速综合加工机

该机床是针对各种航太类零件的加工及精密模具的高速切削而设计，是航太行业、高精精密模具加工行业的理想设备。其主要特点为：



- 三轴采用高刚性滚柱线性导轨，配合三轴光栅尺确保高精度。

- 主轴头采用无配重设计，高速切削性能好，换向平稳。

- IBAG 电主轴采用水冷却机强制冷却，并搭配主轴前轴承温度检测装置，可确保主轴的精度。

- 三轴进给配备大功率、高动态的伺服电机，可确保 $0.7g$ 的加速度。

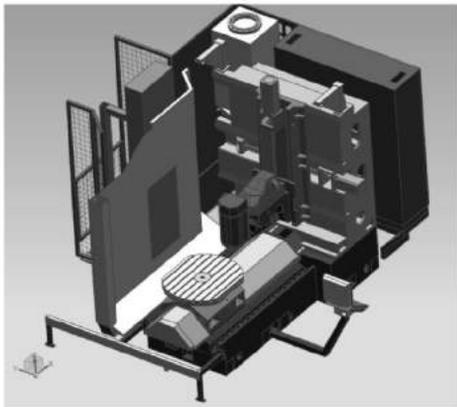
- 搭配全密闭式防护罩，并配有油雾回收装置，提供安全、干净的操作空间。

大连三垒机器股份有限公司

展台号：E3-612

SHW100 立卧转换式五轴联动加工中心

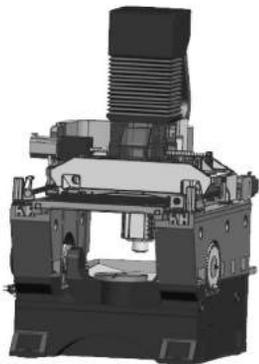
机床的两个回转轴分别为立卧转换的主轴—— B 轴和连续回转的工作台—— C 轴，辅以 X 、 Y 、 Z 三个直线进给轴，从而实现了五轴联动加工。



机床标配海德汉数控系统、全闭环的海德汉光栅尺、派士乐转台、意大利 PS 电主轴等高端配置，直线进给快移速度达到了 60m/min，各轴精度符合德国的 VDB441 标准，可完全替代同款式的进口五轴机床。整机结构先进，工艺精湛，性价比高，适用于航空、航天、军事、科研、精密器械、模具、高精医疗设备等行业的零件加工。

SVW45C - F 车铣复合五轴联动立式加工中心

机床标配摇篮式转台，C 轴转速可达 1000r/min，从而实现了车铣一体的复合加工能力。

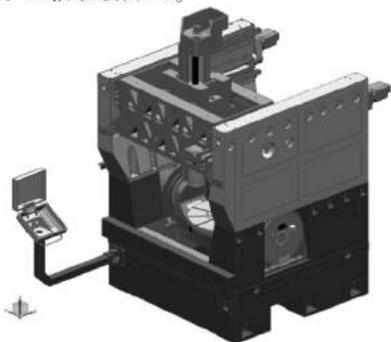


自行研发制造的车铣一体转台，回转工作台直径 450mm，A 轴为进口力矩电机驱动，无反向间隙。机床的整体体现了先进的结构设计理念，突出强调了各进给轴的高刚性和高精度，使该款机床成为了目前中小型五轴机床中的尖端利器。对比同规格的进口机型，该款机床的性价比很高。

该机床适用于叶轮、精密医疗器械制造等领域。

SVW80A 五轴联动立式加工中心

机床标配具有双摆轴的工作台 A、C 轴（俗称摇篮式摆台），辅以 X、Y、Z 三个直线进给轴，从而实现了五轴联动加工。



整机设计充分地体现了目前世界上最先进的摇篮式五轴机床所普遍采用的龙门天车式结构，三个直线进给轴均采用箱中箱结构设计，最大限度地保证了机床在粗加工时的刚性和精加工时的精度，标配世界一流品牌的外购件。该机床适用于叶轮、叶片、精密模具制造及精密机械加工等。

南京威克曼科技实业有限公司

展台号：W2-252

VL1530H400 激光切割机

切割机采用全钢结构，钢框架、钢横梁。机床整体布局紧凑合理；采用龙门式飞行光路；新威激光切割控制系统；选用美国进口专业激光切割头；进口专业激光切割套料软件；激光器可选配，激光质量高，切割效率高，高频率脉冲之间具有极高的稳定性。产品适用于碳钢、不锈钢、铝合金等金属材料的切割和成形。其主要优点有：精度高、切割速度快、切割面光滑、切割缝细小、材料热变形小、节约材料、生产效率高等。



和和机械（张家港）有限公司

展台号：W2-505

SLT - 152Fiber1000 镭射切割机

SLT - 152Fiber1000 可完全取代冲床的出切功能，加速产品开发进度，抢占新产品上市的商机；节省模具开发制作的时间与费用；节省冲切刀具成本，节省材料耗损。本机可加工最大外径 150mm，中碳钢厚度达 6mm。该切割机适用于切割中碳钢、不锈钢、铝合金等各种材质，可进行各种角度、弧度、曲线、不规则形状的切断作业。还可进行如圆孔、方孔、长方、半圆、椭圆、不规则形状等挖空作业。依照产品的 3D 设计图，透过 SOCO - CAD 程序输入。

LG63T 卧式双刀架数控车床

LG63T 型单主轴双刀架数控机床系四轴控制

两轴联动的半闭环控制的数控车床；是卧式数控车床中一款高效、高精、高速的数控机床产品。该机床采用高刚性滑动导轨，床身左端为主轴，床身上下部各为转塔刀架，同时加工一个独立的工件，使生产效率大幅提高。本机床配置FANUC Oi-TD 高档数控系统，并带数据传输接口。



机床采用了卧式 55° 倾斜床身形式；上下刀架上下对称布置，具有结构紧凑、布局合理、排屑性能好、操作方便等优点；拉门移动轻松自如；便于配置工业机器人，为全自动和无人化生产提供了方便；电柜、液压站安装于机床背面。

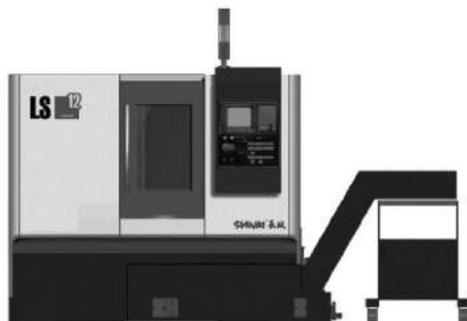
主轴采用皮带传动，主轴箱采用两级齿轮变速结构，可实现低速大扭矩切削，主电机具有高低速转换功能。纵、横向驱动采用高性能的伺服电机，并通过皮带降速，传动力矩大，定位精度高，性能稳定可靠；选用单线阻尼式润滑泵，可实现液位和系统输油压力的监控，计量件分配精度高；精心设计的排屑器与水箱分离结构，方便了水箱的清理；冷却系统采用离心泵，使零件加工得到强劲的冷却效果。机床适合于各种盘类、轴套类零件的高效、高精加工。

LS12 卧式数控车床

LS12 型数控车床系双坐标两轴联动半闭环控制的小规格机床。主机采用床身底座一体化结构，导轨倾斜 45°，纵横向均配置高精直滚动导轨副，动态特性好，刚性强；排屑性能好，防水严密，操作方便，造型美观，大方宜人。本机床配置 FANUC Oi-TD 高档数控系统，带数据传输接口。同时具备最先进的控制系统和驱动技术，是车削加工的一款高精度、高速、高效率的精品设备。

本机床采取模块化设计，可以根据配置的不同变化和用户的特殊要求，提供具备特殊功能的个性化产品。同时本机在设计时充分实施了与各种形式结构的自动上下料系统相匹配使用的设计

思想，完全可根据用户要求，配成单机自动化或与其他机床组成流水生产线使用。



本机床采用了卧式床身，45° 倾斜导轨结构；具有排屑性能好、操作方便、布局合理等优点；便于和工业机器人配合，为全自动和无人化生产提供了方便；机床防护采用全封闭式框架结构，拉门移动轻松自如；电柜、液压站安装于机床背面。

无锡机床股份有限公司

展台号：W4-401

WX-2015 数控内外圆复合磨床

该机床为国家重大专项产品（项目编号 2010ZX04001-121），是针对各类机床主轴内孔、内锥孔、外圆、外锥面及外圆端面等多个表面一次装夹，完成磨削的工艺要求而研发的重点新产品。该机床在高精密、高刚性工件主轴的设计及制造、精密内圆复合磨床动热态特性优化设计、机床在线测量技术、角度编码器的应用、滚动轴承油气润滑实验研究、高效精密磨削工艺研究、精密内圆复合磨床结构总体方案创新设计等诸多方面，实现了重大技术突破，显著提高了各磨削面的位置精度和工作精度，大大提高了磨削加工效率，填补了此类产品的国内空白，打破了大型主轴及类似工件多表面复合磨削设备一直依赖进口的局面。

宜昌长机科技有限责任公司

展台号：W4-261

YKG5112 小模数齿轮数控插齿机

机床为三轴数控，其中两轴联动，采用交流伺服驱动，CNC 控制，通过刀架摆动实现内外让刀，立柱移动作径向进给，刀具主轴和工作台主

轴均采用高精度轴承定心，主轴具有很高的定心精度、最佳刚性及游隙，加工精度可稳定6级。



机床液压油、冷却油装备有自动油温调节装置，同时冷却油可在机床床身中循环流动，保证机床各位置温度的一致性，可有效控制机床热变形对插齿加工精度的影响。床身采用最佳切削处理结构，保证切屑顺利排出。

机床具有斜向让刀，刀具自动上停等功能，特别适合于航空、航天、工业机器人用减速器等加工行业。

YK8532 数控齿条插齿机

机床由床身、工作台、立柱、主轴箱等主要部件组成，并配备单独的液压系统和排屑、冷却系统，独立的落地式电气柜置于机床一侧。本机床为三轴数控机床，可实现二轴联动，交流伺服驱动，CNC控制，是一款加工圆齿条的专用机床，同时具有一次性完成5个工位的加工能力（即铣平面、侧面、铣齿、倒角、修缘），加工效率高，精度稳定，特别适合大批量生产；也可供机械制造业中单件或小批量的加工。



机床的控制系统具有强大的保护功能，在诸如超程、过载、失压或其他故障发生时均立即停机报警，确保人机安全。机床适用于汽缸活塞、汽

车转向器齿条的齿形加工。

YKW5165 万能数控插齿机

YKW5165 机床属6轴4联动万能数控插齿机，数控系统采用西门子840DSL数控系统。刀架圆周运动采用力矩电机驱动，圆光栅进行闭环控制，分度精度高；刀架主轴直线运动采用伺服电机驱动，直线位移计进行闭环控制；刀架主轴和侧面镶条采用静压结构，精度保持性好；工作台采用转台轴承支承，高精度蜗轮蜗杆副传动，使工作台具有很高的动、静刚性。



机床具有电子螺旋导轨、内外齿加工自动转换、辅助换刀、大行程自动调整、刀架自动提拉、斜向让刀、刀具自动上停等功能。

该机床适用于中型内、外圆柱齿轮的切削加工，并可实现直齿、斜齿、多联齿一次装夹加工，特别适合深孔内齿加工。

该机床集成当今插齿机的发展成果，采用多项新技术，可直接与国外同行争夺国内高端齿加工设备的需求市场。

YK31250 六轴数控滚齿机

机床为六轴数控机床，可实现四轴联动，采用交流伺服，CNC控制。机床刚性好，抗振性强，动态精度高。主要运动如径向进给运动、轴向进给运动、工作台的旋转运动，均采用目前国内外最先进的传动机构，传动精度高，工作精度好。机床结构布局合理，充分考虑操作者的工作习惯、操作疲劳极限等诸方面因素，使操作者尽可能在安全舒适的环境下工作，操作便捷，维护简单，防护周全。数控系统具有良好的人机界面，并支持图形显示功能，稳定可靠，操作方便快捷。

机床采用双蜗轮副消隙工作台，若采用可更换的内铣头部件，可以进行单分度内齿加工。控

制系统具有强大的保护功能，在诸如超程、过载、失压或其他故障发生时均立即停机报警，确保人机安全。



该机床适用于能源、交通、矿山、电力、重型机械等行业的大型高精度齿轮加工；可以加工各种直齿轮、斜齿轮、小锥度齿轮、鼓形齿轮、蜗轮等。

浙江劳伦斯机床有限公司

展台号：W4-518

YL4232CNC 数控（两轴）高速剃齿机及其柔性加工生产线（单元组）

整个剃齿生产线由若干个剃齿单元组构成，每一单元组由两台剃齿机 + 上料摆台机构 + 机械手 + 上料道和下料道组成。在剃齿加工工件的时间内，机械手与摆台一道共同完成工件的自动交换过程，在单元组内无需人工进行上、下工件操作。YDJ4232CNC（单轴）、YL4232CNC（二轴）剃齿机以及此剃齿柔性生产线，特别适合专业齿轮生产厂用于齿轮剃齿加工的大批量生产。



机床最大加工工件直径 350mm，最大加工模数 8mm，主轴转速 55 ~ 270r/min，刀具回转角度

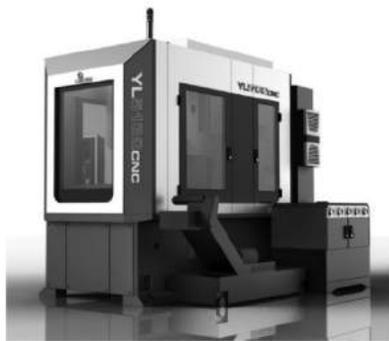
$\pm 30^\circ$ ，工作台最大轴向行程长度 180mm。机械手运行速度：横轴 100m/min，竖轴 60m/min。

每一单元组由两台剃齿机 + 上料摆台机构 + 机械手等组成，单元组预计产能可达到 145 件/h。

YL5132CNC 数控高速插齿机

机床主要技术参数：最大工件直径 $\phi 320$ （内齿 $\phi 220 + ds$ ）mm，最大加工模数 8mm，最大工件齿宽 100mm，立柱的径向进给量（无级）5 ~ 1600mm/min，刀具的圆周进给量 0 ~ 2mm/str，刀轴冲程数（无级）10 ~ 1800Str/min，电气控制采用德国西门子 828D 数控系统，实现三轴两联动。机床加工精度达 6 级 GB/T 10095—2008。

机床刀架部件采用自主研发并获得国家专利的静压技术，静压导轨和静压轴承精度高、刚性好，无机械磨损，精度保持性好。主轴冲程数最高可达 1800 次/min。



机床床身导轨为淬硬镶钢导轨，滑动导轨面采用国内最先进的耐磨涂层技术，耐摩擦，精度稳定。工作台主轴采用优质钢材淬硬处理，并经公司专利技术加工，精度高，耐磨损。让刀凸轮、摆动球头等采用先进加工工艺，精度高，工作噪声低。

用户可选配可倾斜 $\pm 15^\circ$ 的工作台，用于倒锥齿加工；也可配置 $\pm 45^\circ$ 以内的静压螺旋导轨，用于斜齿轮加工。

青岛辉腾机械设备有限公司

展台号：E1-121

TK6513 数控刨台式镗铣床

TK6513 是一种大扭矩、高效率、高刚性、功能先进的机床。根据客户要求，配合不同的系统、

不同的精度、不同的转台尺寸，可形成不同档次的、不同规格的机床。该机床适应于大、中型箱体类、机架类、模具类零件的加工。工件在一次装夹后，自动完成铣、镗、钻、铰、铤、丝攻等程序。可实现七轴控制，四轴联动，进行圆弧插补和三维曲面的加工。配合铣头、平旋盘等附件，从而扩大机床的加工能力。柱轴使用冷却套，控制主轴温升。

SD-12050 数控动柱定梁龙门镗铣床

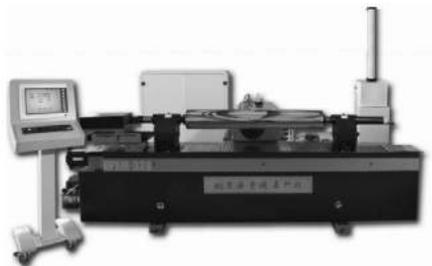
该设备主要用于中、大型汽车冷冲压模具以及航空、航天工业、设备制造业精密复杂零件的多品种、中小批量加工。各种板、盘件、壳体件、模具等复杂零件的多品种中小批生产，适应于制冷、石化、冶金、锅炉、印刷、包装等行业的各种管板、壳体的加工，也适应于汽车、柴油机等行业的气缸体、壳体的加工。机床可配备附件万能系统由一次装夹完成五面加工。

北京海普瑞森科技发展有限公司

展台号：W4-502

UPXM-320A 超精密柱面铣磨机

超精密柱面铣磨机的功能是车削凹印版辊表面，使其版辊表面光洁度达到9nm，适用所有的凹印制版厂的版辊的表面加工。在凹印制版行业中，海普瑞森是国内独家超精密柱面铣磨机（俗称车磨机）制造商。目前海普瑞森已经与山西运城制版集团密切合作，作为海普瑞森转型升级的产品，超精密柱面铣磨机的优势是：比进口设备使用成本低，不需任何添加剂；空气静压主轴不用水；易维修、易保养。

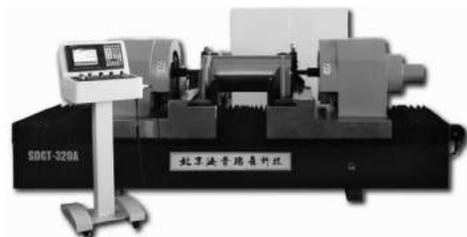


SDGT-320A 两端镗

SDGT-320A 两端镗解决了凹印版辊在机加工过程中同心度不能保证的问题；可以同时加工版

辊两端的锥孔、端面、倒内、外、锥孔内角：

- (1) 同轴度允许误差 $\leq 0.01\text{mm}$ （相对于中心孔）。
- (2) 锥孔及端面粗糙度 $\nabla 5$ 。
- (3) 生产效率： > 6 只/h。



两端镗适用于凹印版辊的加工，配合海普瑞森的超精密柱面铣磨机（车磨机），可以提高生产效率，完善加工效果。

KFQM-20A 非球面磨床

高精度数控非球磨床是海普瑞森针对非球面镜片的成形磨削研制开发的专用机床。配备两个磨削轴，能一次装卡进行粗磨削和精磨削，具有生产效率高，操作简单等特点。加工件直径：0~100mm；工件形状精度 $1\mu\text{m}$ ；表面粗糙度 $0.05\mu\text{m}$ 。重点应用于非球面模具、非球面镜片等表面的磨削。



CLY-200A 光学轮廓仪

CLY-200A 是一种非球面测量仪，可测量各



种平面、球面、非球面光学零件的素线形状、素线轮廓度等参数，具有测量精度极高，操作简单，测量范围广的特点，适用于光学加工行业中光学元件的测量。

DJC-350 单点金刚石车床

该机床可加工各种平面、球面、非球面和自由曲面等光学元件，加工后的光学元件表面粗糙度可达7nm，面形精度 $\lambda/10$ 量级，适用的材质有：铜、铝、单晶锗、硒化锌、树脂、PMMA等，适用于军用和民用光学领域。



SDC-30A 高精度数控两端车床

该机床是针对薄壁铝型材零件两端同时进行高精度内圆、端面及倒角加工的专用机床。其功能可概括总结为13个字：车内孔，平端面，倒内外角，车外圆。两端数控机床可自动上下料，加工效率高，是打印机耗材领域必备的加工机床，主轴回转精度可达 $\leq 0.1\mu\text{m}$ 。



深圳市中图仪器科技有限公司

展台号：E3-727

SJ5200 螺纹综合测量机

该产品具有精度高、使用方便、功能强等优点，一次装夹，能够全自动检定圆柱螺纹塞规、圆柱螺纹环规、锥螺纹塞规、锥螺纹环规、光面环规、光面塞规等各种内外尺寸量规的作用中径、单一中径、大径、小径、螺距、牙型半角、牙侧直

线度、螺纹升角、锥度等参数的测量，非常适合各等级螺纹量规的检定和测量。

本产品采用的接触扫描式是目前测量螺纹最好的方案，在2分钟内可完成塞规、环规等的全自动检定。



SJ2018 高精度指示表全自动检定仪

SJ2018采用进口高精度光栅测量系统、精确的光栅位移测控技术、长寿命精密专利导轨、进口电机控制系统、专利无反射光源、高分辨率CCD、彩色大屏幕液晶显示与触控系统及最新数字图像处理技术，实现指示表的全自动、高精度检定。

按最新国家检定规程全自动检定百分表、千分表、杠杆表、内径表和大量程百分表；全自动检定以上各类表的数显表；全自动检定以上各类表的英制表；全自动检定部分扭簧比较仪、机械式比较仪。分辨力： $0.01\mu\text{m}$ ，全程误差 $\leq 1.0\mu\text{m}$ 。



SJ2310 气浮式垂直度测量仪

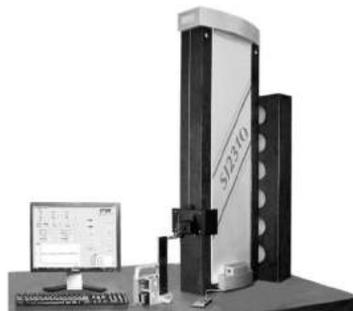
SJ2310是运用气浮与真空吸附的原理实现精密导向的精密仪器，其主要用于如下几个方面的测量：

- (1) 0~1000mm范围内垂直度的高精度测量。
- (2) 检测尺寸至1000mm内的0级、1级、2级以及部分00级各种类型直角尺的垂直度，以及

被测面的直线度（选用相应配件）。

(3) 检测尺寸至 1000mm × 1000mm 方箱的各个工作面相互垂直度。

主要用于三角形直角尺、刀口形直角尺、方形角尺、圆柱直角尺、平面形直角尺、高精度机械零件的检定等。



SJ2211 全自动小角度检定仪

SJ2211 是一种高精度的小角度测量仪器，用于检定和校准框式水平仪、条式水平仪、合像水平仪、电子水平仪、自准直仪等仪器的角度示值误差。

本仪器采用高精度进口光栅为主件的高精度长度计，作为测量基准替代量块，引入摄像识别方式解脱人眼，精密电动定位方式解放人手，使检定实现全过程自动化。

(1) 量程：0 ~ 70' (20mm/m)。

(2) 分辨率：长度分辨率 0.01 μm，角度分辨率 0.01 角秒，数字显示。

SJ207 高度计

本仪器采用高精度进口光栅作为测量基准，遵循阿贝原则，按照机械稳定性和热稳定性最好的原则设计而成，因此具有测量精度高、性能稳定、重复性好等特点。



中图 SJ207 高度计，测量系统由测头、数显装置 SJ102 和陶瓷台架组成。系统测量精度高，量程范围 50mm。可广泛适用于产品计量、多点检测、测量设备监测和位置测量等众多领域，对长度、间距、厚度、高度或直线位移进行快速、准确的测量。



ZT5610C 全自动液压校验仪

ZT5610C 全自动液压校验仪集多项专利技术于一体，是国内首创的高科技产品。它精密数控造压代替人手加压，采用 CCD 摄像代替人眼读数，电控轻敲机构代替人手轻敲，电脑代替人脑计算，使压力仪表的检定真正实现了全过程自动化。

按最新国家检定规程全自动检定一般压力表、精密压力表、数字压力计、电接点压力表、压力控制器、压力变送器和压力传感器等。

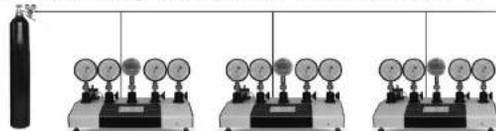
(1) 校验量程：(0 ~ 60) MPa。

(2) CCD 和被检仪表数量：2 只摄像头，一次自动校 2 只表或变送器。CCD 全自动对焦，检定只需装取表。



ZT5621 自动气压校验仪

ZT5621 采用外置的 15MPa 氮气瓶给智能压力控制台提供压力发生，可同时连接多个智能压力控制台，提供多工位检定，通过减压阀控制压力检定范围 0 ~ 6MPa，简单、快速检定压力表、压力变送器、压力开关等，并结合软件自动实现大量繁琐的压力控制、数据记录、计量、建档工作。同时支持手动检定，触摸屏可以在没有电脑的情况下进行半自动检定，并保存数据、判定检定结果。□



先进制造技术发展战略和我国制造业转型升级

【摘要】 本文是全国政协常委、经济委员会副主任、国家工信部原部长李毅中先生，在2014年10月25日JIC投资论坛“全球高端制造业发展和机遇”上的主旨演讲内容，论述了先进制造业的发展战略，核心技术、关键技术的掌握和我国制造业的转型升级。根据录音整理，有部分删节，未经本人确认。

各位领导、各位嘉宾、各位专家、企业家、各位朋友：

JIC讨论中国高端制造业的发展与机遇，让我做一个发言。近来制造业的转型升级成为国际国内议论的热点，我想就先进制造业的发展战略、核心技术、关键技术的掌握和我国制造业的转型升级谈几点思考。

一、战略性新兴产业和先进制造业发展思维

先说第一个问题，在应对国际金融危机中形成了培育发展战略性新兴产业和先进制造业的战略思维。大家可以回忆一下，2008年上半年，由于美国的次贷危机引发了金融危机，震撼了美国并波及全球。风暴袭来，我们感觉到从沿海到内地首先是出口受阻，订单锐减，工业增加值像坐过山车一样低落，最低的月度增幅降低到2%。当时不少企业关门歇业，合计15%的企业关门，有2000余万农民工返乡，因为城里没有工作了。面对这突如其来的变化，中央审时度势，果断调整了财政政策和货币政策，陆续推出了应对危机的一揽子政策，其中有十大产业的调整振兴规划（包括九个制造业和一个物流）。大概到2009年下半年，我们开始走出低谷，在全球应对危机中发挥了独特的作用。其中，用高新技术来提高工业、特别是制造业的水平，是最有力的措施。

美国在金融危机高峰中，从两房公司垮台、雷曼兄弟公司的垮台，到五个银行的关闭，教训

是很深刻的。这主要是他们过去工业化过度依赖虚拟经济以至于泡沫泛起，最后导致了金融危机。痛定思痛，美国在进行了深刻的反思以后，比较早在2009年就提出了再工业化、重振制造业、本土回归等新的战略，重新重视发展实体经济，发展高端制造，提升实体经济的效率，增强了本土企业的实力。美国1955年实现工业化，五六十年以后吃到了苦头，提出了再工业化、重振制造业，这个教训是很深刻的。我们是到2020年前基本实现工业化，我觉得我们要从美国的经验教训中得到借鉴，加深对工业化的认识。美国的IBM公司提出了智慧地球的理念，就是要用互联网、物联网、新的信息技术大力提升基础设施和生产性效益。物联网的提出其实也很通俗，IBM公司认为，人和人之间有交流，人和物有交流，物和物之间、机器和机器之间也有交流和信息，这就是物联网理念的基础。美国的经济复苏尽管很缓慢，但这样的新战略、新思维确实是深谋远虑，如今已经见到了效果，值得我们进一步研究、借鉴。

我国2009年下半年走出了谷底，但同时，高耗能、高污染的行业又死灰复燃，没有从根本上转换机制。所以我们如何变危为机、转变发展方式呢？其中积极培育和发展战略性新兴产业，发展先进制造业是具有长远谋略的决策。中央确定了七个战略性新兴产业，而且排序是有讲究的，新一代信息产业是第一位的，这和第三次工业革命不谋而合。

党中央、国务院做出的战略性决策和布局，符合世界经济技术的潮流，符合中国的国情，得到了全国的响应。相关部门和地方陆续出台了一些规划和方案，丰富了新兴产业的内涵，明细了培育发展的路径，当然也出现了某些盲目的现象。

我们再看看德国，近年来德国提出了工业 4.0 的战略，这是第三次工业革命的具体化，内容好像很深奥，很难看到一个规范性和权威性的解释。我用这么一段话来表述工业 4.0，它的内容就是用物联网服务互联网。首先把制造业的物理生命单元联系起来，然后与传感器、终端系统、智能控制系统、通讯设施结合起来，这就使得制造业的物理生命单元、机器、机床等具有计算、设计、通讯、精准控制、远程协调和自制、自动的功能，把那些看起来死的机器，令其活起来，具有智能和智慧，从而将制造者、机器、物料、环境以及用户紧密地联系起来，实时联通、相互连接。这些系统实现了人和人、人和机器、机器和机器之间的关联和交流，这就是物联网的概念。实现了制造业的智能化、数字化、网络化，极大地提升了生产效率。工业 4.0 的另外一个新的理念就是用户全流程参与，不仅是售后服务，不仅是全生命周期的服务，从开始研发设计用户就来参加，从而在小品种、大批量、规模化生产的同时，也产生了多品种、小批量、柔性化等不同的生产模式，引起了生产方式的变革。尽管德国拥有世界一流的装备和技术，但专家认为，德国的软件和互联网是其相对的弱项，为了保持它的竞争优势，德国扬长避短，在实现第三次工业革命中先声夺人，其远见卓识值得我们借鉴。

对照德国 4.0 的愿景，我国的制造业总体上仍然处在中低端。我们有世界上最先进的行业和领域，也有落后的、甚至完全人工作业的小矿山、小作坊。所以，我们在大力发展高科技产业、先进制造业的同时，也要去花力气淘汰和化解落后产能；我们在精心谋划 4.0 的时候也要着力打造工业 3.0，甚至不得不去补 2.0 的欠账，这又是中国的国情。所以发展高端制造业的同时，也要使中低端优化升级，中国的国情需要高端产品；但中低端的产品仍然是有市场需求的，因此可以用发展

先进制造业这个说法，我认为更为准确。

二、培育先进制造业和新兴产业的关键

第二，我要谈谈培育发展先进制造业和新兴产业，关键要掌握核心技术和关键技术。先进制造业和新兴产业代表了当今世界科技创新、工业发展的方向和愿景，与第三次工业革命相伴随，首先要大力推进工业化和信息化的深度融合，发展下一代互联网、宽带、无线移动通信、大数据、云计算等，把这些新技术运用到国民经济的各个领域，尤其要和新能源、新材料、高端设备制造和生物等密切结合，这样可以大力提高生产力，创造新业态、新模式，改善生态环境，改变生产方式和人民生活，这是我们时代的方向和潮流。

发展高端制造七个战略性新兴产业，首先要掌握关键技术和核心技术。当前我国尚处于破解攻关之中，比如说核高基，核心元器件、高端芯片、基础软件，我们业内叫核高基，这也是 17 项国家重点项目的第一项。大规模集成电路、新一代无线移动通信等，都是电子信息的重点。节能环保产业包括了技术、装备、服务，从设计施工到运行遍及多个领域，为企业和社会提供了第三方服务和治理，减轻了自然环境的压力，改变生态，惠及民生。至于新能源，主要是指可再生能源，例如水电、核电，特别是风能、太阳能、生物质能以及以后的高新能等。另外，智能电网以及页岩气等非常规能源开发利用都需要高新技术。高端装备制造包括了航天航空、轨道交通、特种设备、数控机床、海洋工程、智能制造等相关领域，这是制造业的制造基础，内容广泛而丰富，其中数控技术发挥着重要作用。新材料是制造业、建筑业的基础产业，提供结构性、功能性复合性材料以及纳米材料等，这就需要多项材料科学集成应用。新能源汽车，特别是电动汽车的研制和商业化，要解决电池、电机、电控等技术难题。

以上大概列举了战略性新兴产业的核心技术和关键技术。总之，新技术是新产业的灵魂，没有新技术就没有新产业。发展每一项新产业又涉及到产业化、商业化、市场化，要付出艰苦的努力，不是一朝一夕的问题。国家确定的 17 项重大科技

专项,包括了电子信息、能源环保、装备制造、生物医药和国防科技等五个部分,原来是16项,后来加了一个航空航海发动机,涵盖了7个战略性新兴产业,经过努力在“十二五”要有突破性的进展,现在看来仍然需要加快。此外,行业的技术攻关也很迫切,比如说光伏产业,原来我们不掌握核心技术,盲目上马,高端的上不去,低端的做不好,人家还来了双反。我们吸取了教训,现在我们基本掌握了光伏产业的核心技术、关键技术,从2013年下半年开始光伏产业又获得了新生。再比如说我们的电动车,电池、电机、电控这三个核心技术,其中电池最为关键。前两天我见了特斯拉汽车公司的总裁,很受启发。他介绍了一些数据,比如说充电里程,我们现在是200公里,人家到350,最后是500公里;我们都是小功率的车,他生产了豪华的大功率车;启动时速从0到100公里,4秒钟,我们是10几秒。本来这个电动车的起步我们和西方是同步的,我们并不落后。特斯拉是2003年成立的,2008年生产第一台,2013年的产量是3.5万台,占全世界35万台的1/10。我们国家的纯电动车一年也就3.5万台,他一个公司相当于我们全国的电动车产业。为什么我们同在一个起跑线上,经过了7、8年,却与人家拉开了距离,人家跑到我们前面了?我们要深思一下我们技术创新的体制和机制,要加大对关键技术和核心技术的攻关。

推进工业化、信息化的深度融合,首先是要把新一代信息技术切入到产品制造中。这个产品,只要你切入了电子信息技术,就马上升值,产品的性能、效率附加值就会提升。由此,加工制造的精密度和速度会大大提高,产品加速了升级换代,开拓了市场,拉动了消费。

二是要把信息技术应用到制造业生产里,实现制造工艺和生产线的数字化,现在叫智能化,从而大大提高制造流程的安全、稳定、高效、优质,节省了人力,提高了劳动生产率。

三是用信息技术改变生产方式。几个月之前我去上汽看了一下,以前是清一色的一个品种,现在可以出现不同颜色甚至是不同型号的汽车,这就是信息技术用到了生产流水线上,实现了个

性化、多元化。

四是从制造源头上看,采用大数据知识库和模拟方针技术,实现产品技术的全数字化设计,实现结构性功能的计算优化与仿真,研发的成功率提高了。

还要强调的是,发展战略性新兴产业,一开始就要与新一代信息技术紧密结合,从源头上推进两化深度融合,包括从规划、技术路线、研发、研制、设计、制造、测试,到产业化、市场化、服务化的全过程、全流程,从一开始就要把信息技术应用到其中,把信息技术渗透覆盖到该领域全过程的各个环节,用以提升效率。

三、制造业转型升级要抓住三个环节

第三个问题,我要说说制造业提质增效。转型升级要抓住三个环节,那就是质量品牌、绿色低碳、制造业服务化。

当前我国工业制造业多数行业的技术指标和国际先进指标相比还有比较大的差距,工业经济的质量效益不高,集中表现为工业增加值低。把工业增加值作为分子,销售收入作分母,比值就是工业增加值率。我们前几年的工业增加值率是26.5%,2013年是23%,不但没有提高反而降低了,发达国家是35%到40%。有资料说,2013年美国是44%,我们是23%,差得实在是太多了。这说明我们的工业制造业,量是世界第一了,但是发展的质量和效益不高。推进传统产业优化转型升级,这是工业化、信息化的紧迫任务,也是发展先进制造业的重要领域。

首先说质量,质量是制造业的生命。前不久李克强总理提出质量兴国,就是要把质量提到基本国策的位置。德国、日本甚至韩国在工业化时解决了这个问题,我们到现在为止还没解决。二要加强标准化体系建设,要及时修订更新产品质量技术标准、服务标准,而且把长期积累的经验提升到质量标准中。用信息化新技术、新方法来强化制造基础,突破基础元器件、零部件的制造,努力提高新材料,推进高效制造新工艺流程,总之要提升我们制造业的基础。三是要以市场评价、用户体验为标准,严格质量监管体系和诚信体系。

(下转第92页)

关注五轴数控工具磨

中国机床工具工业协会 邵钦作

【摘要】 本文对数控机床和数控刀具的作用和市场需求，五轴数控工具磨的技术特点、结构形式、关键技术和重要配套件作了论述，并介绍了国外五轴数控工具磨的典型机型，提出加快国产五轴数控工具磨的建议。

数控机床、数控刀具、数控量仪称为现代机械制造业的三大支柱。数控机床是工作母机，数控刀具和数控量仪被喻为数控加工的牙齿和眼睛。三大支柱的技术进步推动现代制造业在加工精度、效率和制造方式的不断升级。

“高精度、高效率、高可靠性和专用化”的现代高效刀具，业界习惯称为数控刀具，由于数控刀具材料一般采用高性能高速钢、硬质合金和超硬材料，磨削成为数控刀具的主流加工工艺，数控工具磨床作为数控刀具的工作母机发挥了关键作用。数控刀具的多样化决定了数控工具磨床的多品种，如数控钻头刃磨机、数控铣刀刃磨机、数控拉刀刃磨机、数控滚刀刃磨机、数控绞刀刃磨机、数控丝锥磨床、数控圆锯片刃磨机等发挥了各自加工相应数控刀具的独特作用。近二十年来，多轴联动等数控技术的进步，推动五轴数控工具磨得到了快速发展，由于该机型能够刃磨各种复杂形状的数控刀具，具有万能性和通用性，五轴

数控工具磨已成为数控工具磨床家族中耀眼的明星。

一、市场需求广阔

当今世界，中国已经成为世界最大的装备制造大国。据报道，2013年我国装备制造业产值规模突破20万亿元，是2008年的2.2倍，约占全球装备制造业产值比例的三分之一，稳居世界首位。其中发电设备产量1.2亿千瓦，约占全球60%；造船完工量4534万载重吨，占全球41%；汽车产量2212万辆，占全球的25%；机床产量96万台，占全球的38%。此外，洗衣机、电冰箱、摩托车、空调机、电视机、手机等年产量都据世界前列。机床是装备制造业的工作母机，2002至2013年我国已经连续12年成为世界机床第一消费大国，机床消费量约占全球机床消费总量的40%~45%。据有关统计资料，图2表示2005~2013年我国机床消费量。



图1 五轴数控工具磨加工的数控刀具一览

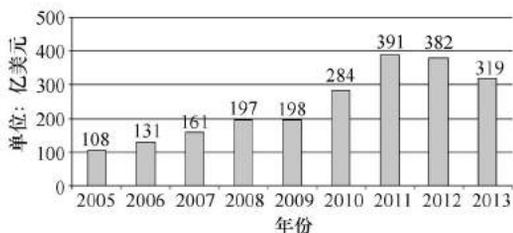


图2 2005~2013年中国金属加工机床消费额

不言而喻，我国也是世界刀具第一消费大国。据悉，2013年我国刀具消费330亿元，其中进口刀具115亿元；国产高档刀具（数控刀具）所占比重，已经从“十一五”规划初期的15%，上升到25%，呈现良好态势，但发展潜力依然巨大。据工具行业有关资料，图3、图4表示2005~2013年我国刀具市场消费规模和刀具进口规模。

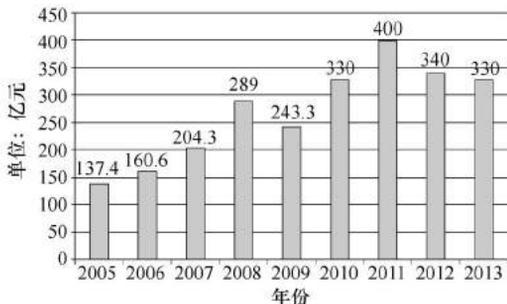


图3 2005~2013年我国刀具市场规模

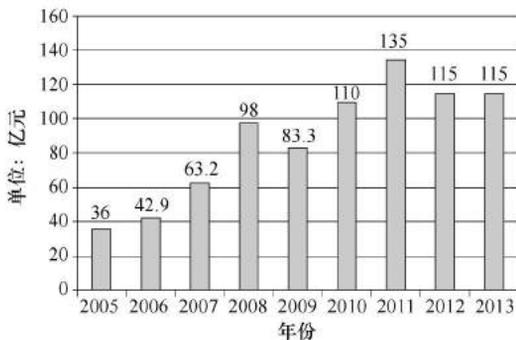


图4 2005~2013年我国刀具进口规模

我国数控刀具需求量的快速上升孕育了数控工具磨床的巨大市场潜力。目前高档数控工具磨床主要依靠进口。据悉：我国主要刀具制造骨干企业进口4-5轴数控工具磨床数量达到百台以上，一些中等规模的刀具制造企业进口该类机床也达到数十台。如某刀具制造骨干企业2012年一次进口4-5轴数控工具磨90台，用汇4403万美元。除刀具制造企业外，许多机械制造企业因本单位

刀具修磨和制造需要，在进口4-5轴数控工具磨床中也占有很大比重。据海关统计资料，图5表示2005~2013年我国数控工具磨床进口额（注：进口数控工具磨床主要品种是4-5轴数控工具磨）。

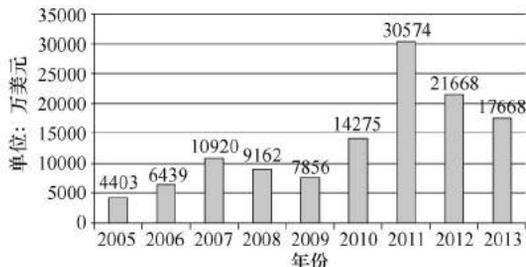


图5 2005~2013年数控工具磨床进口额

二、五轴数控工具磨的技术特点

现代五轴数控工具磨集数控加工技术之大成，主要体现在：

1. 精密

高精度是刀具品质的体现，它直接反映在加工零件的生产质量上。由于现代数控刀具高精度要求，相应五轴数控工具磨具有精密机床的秉性。国外五轴数控工具磨的加工精度达到 2μ 级，因此要求机床结构优化设计，采用高档功能部件，具有良好的静、动和热态性能等。

2. 高速

数控刀具加工形式主要是高速、高精度成形磨削，金刚石磨具和CBN磨具等超硬材料磨具的应用对磨床高速性能提出新要求，如砂轮轴一般采用电主轴，转速超过 $10000\text{r}/\text{min}$ ；要求机床具有优异的机电耦合、伺服优化和高加速性能等。电主轴、力矩电机、直线电机等直驱部件的应用，已经成为国外高档五轴数控工具磨高速性能的新亮点。

3. 复合

多轴联动控制和多工序复合磨削加工是五轴数控工具磨主要技术特征之一。五轴数控工具磨可以实现复杂型面和复合刀具一次装卡全部磨削。由于聚晶金刚石（PCD）和聚晶立方氮化硼（PNCB）等超硬材料应用于数控刀具，使得用金刚石砂轮磨削此类数控刀具显得力不从心。在科技进步的推动下，应用电火花磨削和激光加工数控刀具的技术应运而生，现已开发此类加工数控

刀具机床。目前,5轴数控工具磨用于聚晶金刚石的旋转电火花加工集成砂轮磨削于同一台工具磨床,可供带电极和砂轮更换装置的双主轴和单主轴机型,主要用于金属、木材、陶瓷、塑料等加工行业的聚晶金刚石刀具加工,表明应用放电加工和砂轮磨削二合一复合加工PCD刀具的复合机床也已经成熟。特种加工和复合加工已经成为数控工具磨的重要发展方向。

4. 智能

五轴数控工具磨是智能化技术应用最集中的机型之一。国外先进五轴数控工具磨装备有激光测头、砂轮探针、声纳感应仪、CCD相机等,其机型一般具有机床状态监控和优化,动、热态自动补偿,防碰撞功能,刀具加工在机检测,砂轮在线自动修磨标定和动平衡等功能,提高了刀具磨削的智能化水平。

5. 应用软件

“一半是硬件,一半是软件”这是五轴数控工具磨加工数控刀具的基本特点。没有丰富的数控刀具磨削软件的支撑就无法加工出精彩纷呈、形式多样的数控刀具产品。一般磨削软件包括加工标准刀具模块和非标刀具模块,操作者可以应用数据库或自行设置刀具几何参数形成3D图形仿真加工程序。对于圆锥球头立铣刀等复杂形状刀具的磨削加工,目前国外实力雄厚的公司可以精确地加工出来,因为加工这种刀具需要高精度多轴联动的数控工具磨床以及高精度加工数据计算的高级磨削软件。由此可见,五轴数控工具磨是软件开发应用最充分的数控机床之一。

6. 自动化

机器人广泛应用于数控工具磨床,成功解决了自动交换砂轮和工件自动上下料等问题,因而大大提高了数控工具磨床的加工效率、精度和一致性。工业机器人与数控工具磨的有机融合,形成了自动化的磨削中心(FMC)。

综上所述,现代五轴数控工具磨集先进制造技术于一身,成为当代高新技术综合应用的载体。此外,五轴数控工具磨还可用于医疗零件、IT业和航空航天业特殊材料复杂件等精密加工。可以预见,被喻为“精灵”的五轴数控工具磨,在现

代制造业中将发挥越来越大的作用。

三、五轴数控工具磨的结构形式

五轴数控工具磨主要针对复杂数控刀具进行磨削,为了实现对复杂曲面的磨削,机床加工时要求实现X、Y、Z、A或(B)、C——五轴联动。机床一般由主运动部件(砂轮)、进给运动部件、辅助部件、立柱、机座等组成。五轴数控工具磨运动部件布局结构形式多样,按被加工件主轴线分立式和卧式两大类。现介绍国内外常用的几种机床结构形式。

1. 被加工件轴线立式布局

如图6所示,机床的被加工件主轴线立式布局,实现5轴联动:

- X——工件工作台横向移动;
- Y——工件工作台纵向移动;
- Z——磨头轴上下垂直移动;
- A——工件主轴回转角度 360° ;
- B——磨头轴回转;
- C——工件工作台水平方向摆动。

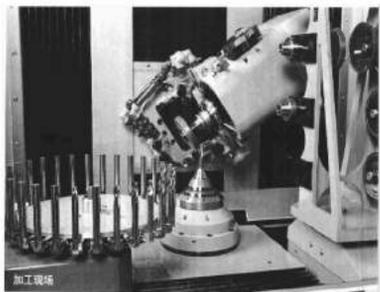


图6 被加工件主轴线立式布局

基于这种布局,砂轮可以从前、后、左、右以任意角度接近工件加工,实现5轴联动,工件在一次装夹中可以实现全磨削。这种磨削方式,机动灵活,效率高;消除被加工件重心影响,加工精度高。

2. 被加工件轴线卧式布局,工件工作台实现A、C轴转动

如图7所示,被加工件轴线卧式布局,工件工作台带X轴,并实现A、C轴转动;砂轮主轴上下左右移动实现Y、Z轴移动。立柱可采用整体龙门式,横梁在立柱上下滑动,砂轮轴在横梁左右滑动,这种组合结构紧凑、刚性优越,砂轮轴移动平稳,工件处于同一水平面运动稳定,操作方便。

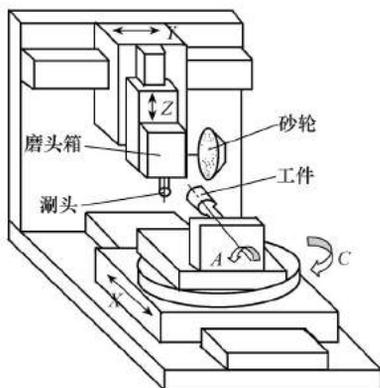


图7 被加工件主轴卧式布局

3. 被加工件轴线卧式布局, 工件工作台 A 轴转动, 砂轮主轴 B 轴转动

如图8所示, 被加工件轴线卧式布局, 工件工作台带有 X 轴、Z 轴和 A 轴, 砂轮主轴带有 Y 轴和 B 轴, 这种组合比较灵活, 结构紧凑, 加工效率高。

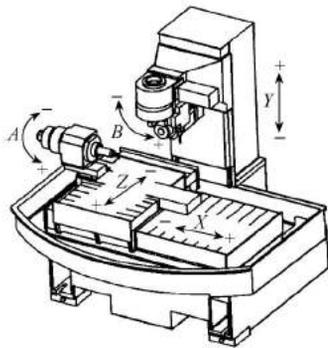


图8 被加工件主轴卧式布局

4. 被加工件轴线卧式布局, 砂轮主轴实现 C 轴转动

如图9所示, 被加工件轴线卧式布局, 工件工作台带有 X、Y、Z、A 轴, 砂轮主轴带有 C 轴, 这种组合增加了 C 轴刚度和砂轮运行稳定性, 提高了砂轮运动精度, 对于砂轮更换十分有利; 工件工作台运动坐标较多, 结构紧凑。

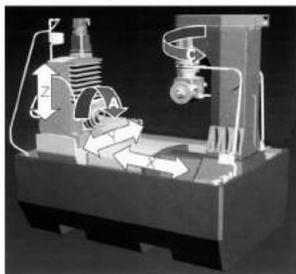


图9 被加工件主轴卧式布局

四、关键技术与重要配套件

1. 关键技术

高端五轴联动数控工具磨, 涉及主要关键技术有以下几个方面:

(1) 用于精密磨削的机床高刚度床身、立柱及主要结构件有限元分析和整机优化设计技术。

(2) 高速电主轴(磨头)结构优化及润滑、冷却技术。

(3) 高速电主轴砂轮虚拟式在线动平衡、检测和修整技术。

(4) 回转轴 - A/B/C 结构设计及高精度运动技术。

(5) 直线轴 - X/Y/Z 设计及重复定位精度控制技术。

(6) 五轴联动工具加工程序编制及系统软件应用技术。

(7) 自动刀具测量和定位系统技术。

(8) 高速磨削冷却液的注入及高压大流量切削液过滤、冷却技术。

(9) 五轴联动数控工具磨床的总装及调试技术。

(10) 工业机器人应用等自动化技术。

2. 重要配套件

(1) 数控系统

高性能五轴数控工具磨要求配套的数控系统具有以下方面特点: 具有开放式体系结构; 高精度纳米插补及运动控制; 网络化全数字系统体系结构; 高效曲面加工性能; 易于数控编程和调试等。数控系统应具有多轴、多通道控制; 具有高速、高精运动性能; 数字化总线通讯; 动态补偿、伺服优化等智能化功能等。

目前国外厂商一般采用 FANUC31i 系统和 SIEMENS - 840D SL 系统。这一类控制系统通用性强。而现在工具磨床厂商又热衷开发专用数控系统和刀具磨削软件, 如 ANCA 公司的 ANCA 系统、WALTER 公司的 HMC500 和 HMC1500/200 系统、阿格顿公司的 AGATHON 系统。这一趋势表明, 专用系统可随机床要求的复杂程度和加工对象, 由模块化组件来增减加工功能, 以实现它的万能性

和经济性。工具磨床专用系统的 CNC 编程技术结合了各种数学方程表达式，因而可实现广泛范围的插补：有直线插补、圆弧插补、渐开线插补、指数函数插补、螺旋线插补、样条函数插补等功能，能解决各种复杂形状刀具的高精度加工。

我国华中数控股份公司、大连光洋科技工程公司、广州数控设备公司开发的高档数控系统也已经为国产五轴数控工具磨配套使用。

(2) 数控刀具磨削软件

国外数控工具磨床配置的刀具磨削加工软件可分为两类：一类是由专业的刀具磨削软件公司开发的软件，如瑞士 MTS 公司开发的刀具磨削软件 tool-kit PRO - FESSIONAL，瑞士 NUM 公司开发的刀具磨削软件 NUMROTOplus 等；另一类是由工具磨床制造商自主开发的软件，这类磨削加工软件中不但包含了工具磨床制造商（国外知名的工具磨床制造商通常也是知名的刀具制造商）的刀具磨削、机床制造知识，更融入了其长期积累的刀具生产实践经验。虽然各公司推出的刀具磨削加工软件在功能、智能化、可视化等方面存在差异，但一般都具有 3D 仿真、图形引导、参数化编程功能、开放式刀具磨削专家库等，以便于实现数控刀具的设计和制造。

我国华中数控股份公司和大连光洋科技工程公司等企业也已经开发了自主知识产权的数控刀具磨削软件。

(3) 功能部件

主要功能部件涉及高性能电主轴（磨头主轴）、高精度滚珠丝杠和直线滚动导轨、高精度直线光栅和圆光栅、直线电机和力矩电机、高精度滚动轴承、高精度数控转台、精密静压轴承、静压导轨等。

(4) 其他配套件

机床的切削液系统需配置高压、大流量过滤冷却站，机床要求配置吸油雾器、防爆灭火等环保安全装置。

机床智能化、自动化功能需要配置工件（刀具）和砂轮自动测量和定位系统、砂轮虚拟式在线动平衡检测装置，以及砂轮库或自动砂轮转换器及机械手，上下料机器人等，以便提高机床智能化、自动化水平，满足日益增长的数控刀具高

效、高精磨削加工需求。

五、国外典型产品简介

1. WALTER 公司 Helitronic Power 型工具磨

如图 10 所示，该机型被加工件轴线卧式布局，龙门式立柱结构，工件工作台带 X 轴，并实现 A、C 轴转动；砂轮主轴上下左右移动实现 Y、Z 轴。一次装卡可以实现 $\phi 3 \sim 320\text{mm}$ ，长 350mm 的回转类复杂数控刀具磨削。该机配套 FANUC31i 数控系统，公司自行开发数控刀具磨削软件。该机床可配置电主轴砂轮、力矩电机转台、刀具自动定位探针、砂轮自动更换装置、刀具



图 10 Helitronic Power 型工具磨

在线轮廓测量仪、刀具自动支撑架、刀具自动上下料装置等。选项有：进给率优化器、刀具平衡仪、一体化测量系统、扭矩自适应控制等。

2. 澳大利亚 ANCA 公司 MX5 型五轴数控工具磨

该机型被加工件轴线卧式布局，龙门式立柱结构，采用 ANCA CNC CONTROL 控制系统，实现 X、Y、Z、A、C——五轴联动。X/Y/Z——540/510/215mm，C/A——264°/360°，主功率 14kW；机床具有 2 套砂轮架系统，砂轮轴转速 10000r/min，其交换时间为 10s，砂轮最大直径 203mm；配有激光连续测量系统，具有机器人上下料系统。加工工件直径 100mm，加工长度 300mm，具有自行开发 3D 仿真磨削软件。

六、加快发展国产高档五轴数控工具磨的建议

总体来看，国产五轴数控工具磨与国外先进水平相比，在加工精度、效率、智能化、自动化、数控和软件技术、可靠性和宜人性等都存在差距，加快发展国产高档五轴数控工具磨，需要国家产业政策和科技政策支持，更需要产业界努力。为此，特提出以下建议：

SPE21250 数控伺服转塔冲床的研发与应用

济南铸造锻压机械研究所有限公司 李 兵

一、概述

数控伺服转塔冲床是数控转塔冲床的第三代产品，集机床制造技术、高速柔性冲压工艺与模具技术、伺服控制技术、数控技术、可靠性技术等关键技术为一体，是构成金属板材柔性生产系统的主要装备。与机械和液压数控转塔冲床相比，它具有技术领先、精度高、加工范围广、冲压速度快、加工效率高、工艺适应性好、节能环保等优势，代表了数控转塔冲床的发展方向。其推广应用有着良好的市场前景，可广泛应用于如电力能源、电器开关、仪器仪表、计算机、家电及轻工等行业。

目前，数控转塔冲床的国内需求大约 3000 台/年，伺服电机驱动主传动式高性能机型约占两成并呈上升趋势。近年来，日本 AMADA、MURATEC

等公司率先将伺服电机驱动式主传动技术成功应用于数控转塔冲床；国内数控伺服转塔冲床研制处于起步发展的阶段，初期与国外先进水平相比有一定差距，缺乏与其抗衡的高性能产品。

数控伺服转塔冲床的技术关键在于伺服主传动技术。在伺服电机驱动主传动系统技术方面，本公司在跟踪与分析国际先进伺服冲压技术的同时，进行了持续深入的研究。不同于其他产品所采用的国外已有技术的主传动模式，创新提出并研制了连杆长度可变曲柄连杆传动机构及数控转塔冲床主传动系统，形成了独有的伺服主传动专利技术。该项技术的应用，不仅实现了以小功率通用伺服电机取代大扭矩力矩伺服电机而达到高效节能、降低成本的目的，同时该技术与数控转塔冲床工艺的紧密结合，使其工况更合理，效率更高，体现出独特的技术优势。

(1) 加大“高档数控机床与基础制造装备”国家科技重大专项对五轴数控工具磨科研、开发、示范和推广的支持力度。

(2) 着力提高国产五轴工具磨的技术水平、产品质量和使用可靠性。对生产企业，建议按五轴工具磨销售额实现增值税先征后返的优惠政策，鼓励推广应用。

(3) 大力发展五轴数控工具磨产品配套所需的功能部件，为产品升级和产业化提供产业链配套支持。

(4) 支持重点骨干企业实施技术改造，提高五轴数控工具磨制造工艺装备水平和试验检测能力。

(5) 鼓励以骨干企业为主导，以市场需求为牵引，“产学研用”结合，特别要加强刀具制造和工具磨床制造两个行业主导企业的合作，推动科技成果产业化。

七、结束语

“工欲善其事，必先利其器”。推动国产五轴数控工具磨提高技术水平和产业化程度，加快发展国产高档五轴数控工具磨，满足我国制造业的需求，已经成为机床工具行业转型升级的紧迫任务。呼吁富有实力的企业和有志之士发力，为加快发展国产高档五轴数控工具磨贡献力量。□

SP 型高性能数控伺服转塔冲床，是本公司为满足电器开关等金属板材加工行业对数控高效、柔性、节能冲压设备的需求，在已研制的 SKY 系列数控转塔冲床等相关技术和成功经验的基础上，持续进行多项技术创新，自主研发制造的新成果。该成果采用十余项创新技术和专利，具有自主知识产权，应用了发明专利的直动变连杆伺服主传动技术，实现了多转模或双排模具转盘、多重模具互换型转模及多子模、X 轴伺服夹钳及 Y 轴双驱的送进系统、一体化人机界面的控制与自动编程等多项创新技术的研究设计与应用，且主要技术指标保持国内领先、国际先进水平。不仅提升了我国此类数控板金加工技术与装备的水平，也为企业开拓了新的产品市场，同时取得了良好的经济和社会效益。

2014 年 2 月参展 CCMT2014 的 SPE21250 型数控伺服转塔冲床（见图 1），荣获中国机床工具工业协会颁发的数控冲床类唯一“春燕奖”，表明了该新产品在自主创新、技术水平以及适应市场需求等方面的优势，也是本公司继 2006 年 SKY 系列数控冲床、2010 年 SKYE 系列数控伺服冲床荣获“春燕奖”之后的再次获奖。



图 1 SPE21250 型数控伺服转塔冲床外观图

二、产品性能介绍

作为新一代产品，SPE21250 型数控伺服转塔冲床具有技术领先、精度高、加工范围广、冲压速度快、加工效率高、工艺适应性好、节能环保等优势。采用新型的伺服电机驱动主传动，不仅保留了传统机械式结构成熟可靠的优点，而且具备了当前液压型的诸多特性，并有其独特优势：

(1) 节省能源：通过适时控制伺服电机，仅在时启动并提供所需能量，冲压完成后停止，节省了飞轮旋转积聚能量及液压系统保压的能耗。

(2) 降低噪声：通过在冲压行程中对滑块的速度进行控制和调节，减轻冲头进入料板时的冲击，从而延长模具的使用寿命，并可有效地降低噪声。

(3) 提高效率：自主研发冲压控制及参数化编程软件，对滑块行程、速度和送料时间进行优化、匹配，充分发挥系统整体性能。

(4) 优化工艺：通过精确设定滑块停止位置，能够提高成型模具的加工精度；通过优化程序来控制滑块以适应各种冲压模式，如静音冲孔、快速单冲、滚压成型、模具校准等。

该产品采用了“单动式连杆长度可变曲柄连杆机构及伺服主传动机构”（ZL2011102191487）的发明专利技术。该技术突破传统设计与工艺模式，实现了以小功率高速伺服电机取代大扭矩伺服电机达到高效率、低能耗的技术创新，成为新一代数控转塔冲床行业的关键领先技术，开创了高效、柔性、绿色伺服冲压技术发展的新途径。

该发明技术实现了显著的应用效果，其刻印速度 1800 次/min、步冲速度 1000 次/min 等指标均达到国际先进水平；同等规格机型相比，其主伺服电机功率仅为国外的 1/3，节能效果显著。

该产品主要技术参数如下：

1	公称压力		kN	220
2	冲压系统	传动类型	Servo V. R.	
		电机功率	kW	16
3	最大板材尺寸		mm	1250 × 5000
4	最大板材厚度		mm	6
5	最大板材重量		kg	150
6	最大冲孔/成形尺寸		mm	φ88.9/114.3
7	刻印速度（最大/同步）		HPM	2600/1800
8	步冲速度 （10mm 冲程）	1mm 间距	HPM	1000
		25mm 间距		500
9	最大送料速度		m/min	110
10	模位数量（含 4 套转模）		38	
11	自动分度 模位	可互换模具类型		C/D/MT6A/E
		可二次分度子模数量		12
12	加工精度		mm	±0.1
13	数控轴数		6 + 1 (X/Y1/Y2/ T/C/G1/A)	
14	数控系统		FANUC 0i - PD	

主要技术指标与国内外同类先进产品对比如下：

主要技术指标		国外		国内	本产品
		EM 型	HPE 型	AC 型	SPE 型
公称压力 /kN		200	200	300	250
冲压系统	伺服传动类型	双电机/曲柄连杆机构	单电机/丝杠肘杆机构	双电机/曲柄连杆机构	单电机/可变连杆专利
	电机功率 /kW	40×2	19	27×2	16
刻印速度 /min ⁻¹		1800	900	1500	1800
步冲速度 /min ⁻¹ (1mm 间距)		780 (5mm 冲程)	500 (3mm 冲程)	680 (4mm 冲程)	1000 (10mm 冲程)
步冲速度 /min ⁻¹ (25mm 间距)		500 (5mm 冲程)	370 (3mm 冲程)	400 (4mm 冲程)	500 (10mm 冲程)
数控系统		AMADA - FANUC		SIEMENS	FANUC

该产品在采用创新专利技术的同时,还进行了多项新技术设计,使其具有以下特点:

(1) 独有发明专利技术的连杆长度可变曲柄连杆传动机构主传动系统,快速高效节能。

(2) 独有发明专利技术的多重互换型模具分度机构,模具安装互换快捷、工艺适应性强。

(3) 独有专利技术的双排模具系统,配置双排工位可有效扩充标准转盘的模具规格和数量。

(4) 独有专利技术的多子模,可集合安装标准型模具的子模,并可任选零位或二次任意分度后冲压,扩展了分度工位模具功能。

(5) 伺服送料系统采用横梁移动、Y轴四导轨双伺服驱动、毛刷钢球复合式工作台固定及浮

动沉降式夹钳等设计,保证板料快速运行时的精度及安全、可靠性。

(6) 转盘设计采用高强度球墨铸铁材料、整体加工成型工艺,使模具安装孔抗磨能力强、寿命长、导向精度高。

(7) 封闭式机身采用分析优化设计,高刚度焊接式结构,去应力退火工艺,保证精度及稳定性。

(8) 可移动操作台、模具视窗、自动翻转台、自动润滑、自动编程等设计,更便于操作和维护。

(9) 配套先进的数控系统及伺服单元,并自主开发完善的控制及编程软件,使整机性能更完善,操作更简便,稳定性更高。

三、新技术应用情况

1. SVR 可变连杆专利技术的伺服主传动系统

(1) 概要

数控伺服转塔冲床的技术关键在于伺服主传动技术,济南铸造锻压机械研究所有限公司近年来在跟踪与分析国际先进伺服冲压技术的同时,在伺服电机驱动主传动系统技术方面,进行了持续深入的研究。不同于其他产品所采用的国外已有技术的主传动模式,公司创新提出并研制了连杆长度可变曲柄连杆传动机构及数控转塔冲床主传动系统,形成了独有发明专利(201110219184.7)的伺服主传动专利技术(见图2a)。该技术突破传统设计与工艺模式,实现了以小功率高速伺服电机取代大扭矩伺服电机达到高效率、低能耗的技术创新,成为新一代数控转塔冲床行业的关键领先技术,开创了高效、柔性、绿色伺服冲压技术发展的新途径。

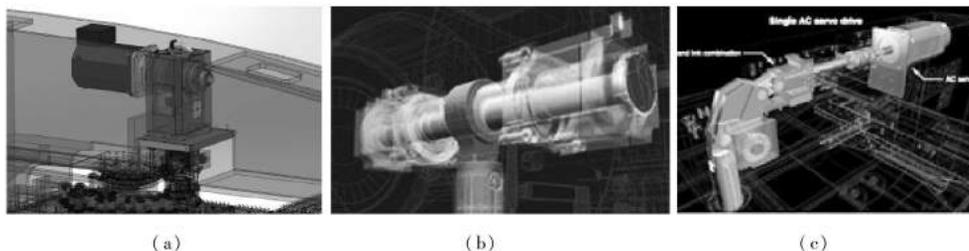


图2 伺服电机驱动主传动类型示意图

该专利主传动技术不仅与国际先进伺服主传动技术同步发展,并具有其独特的技术性能优势。如日本 AMADA 等公司应用于数控转塔冲床的主要

结构类型,一种是双伺服电机主传动系统(见图2b),将同步控制的两台伺服电机分别连接于曲轴的两端的曲柄连杆机构,虽然结构相对简单,但

必须采用大功率双力矩伺服电机，以满足公称压力和冲压速度的要求，使其制造成本及能耗较高。

另一种是单伺服电机主传动系统（见图2），将伺服电机通过丝杠传动副与曲柄肘杆机构相连，利用曲柄肘杆机构特有的增力特性，虽可降低伺服电机的负载扭矩，但结构比较复杂，公称压力和冲压速度也不及前者。

本专利主传动系统技术相比国内外同类产品的独特性在于，将单台通用伺服电机直驱曲柄连杆机构，并通过连杆长度可变的技术创新，不仅解决了采用小惯量低扭矩伺服电机取代大成本大功率力矩电机的难题，而且使通用伺服电机高速、

高性能特性与数控转塔冲床快速、灵活的工艺特点完善结合，发挥出优异的效率、节能及柔性化技术性能优势。

(2) 创新点

①采用高转速、低扭矩的通用伺服电机直接与曲轴相连接，驱动连杆长度可变的曲柄连杆传动机构，在专用数控系统软件的控制下，可实现冲压与送进轴的联动控制运行的传动方案（见图3a）。

连杆为内、外连杆的组合嵌入式结构，由气缸驱动摆杆式机械结构，在快速调节连杆长度的同时，带动垫块补偿连杆长度的变化，实现初始位置和打击位置两种长度的调节（见图3b）。

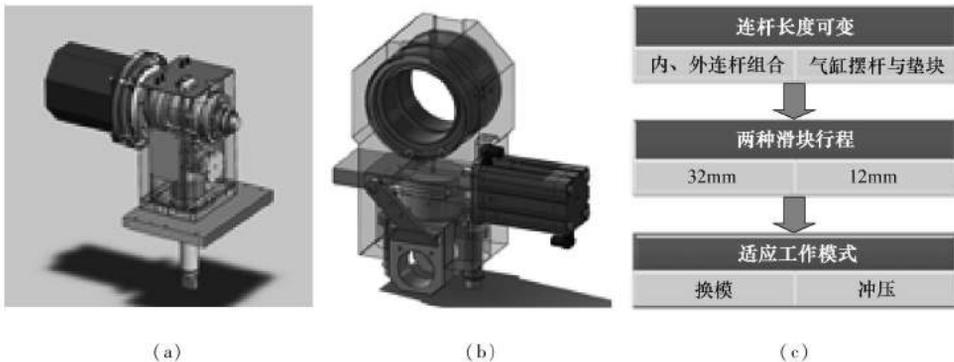


图3 长度可变连杆伺服主传动示意图

将数控转塔冲床的换模与冲压时所需的两种滑块行程，分别通过可变的连杆长度与减小的曲轴偏心距的合理匹配，使公称力矩降低，进而减小其伺服电机的额定力矩和功率（见图3c）。

②长度可变连杆结构采用新型内连杆、外连杆嵌套的形式。在外连杆上开有导向槽，垫块可以在导向槽中自由滑动。内连杆、垫块分别由两侧的连接板连接，外连杆上安装具有导向作用的气缸，导向气缸与外连杆通过螺钉固定，导向气缸活塞杆与垫块固定；内连杆与外连杆之间安装压缩弹簧，弹簧力可以支撑内连杆、销轴、滑块以及打击头的重量。通过采用摆杆式机械结构，使得对于连杆长度的调节更加方便快速，只用一个气缸就可以实现初始位置和打击位置两种长度的调节，以满足特定工艺要求。

(3) 技术特点

①可变连杆及小偏心距曲轴设计，使伺服电机驱动力矩随之成倍减小，与上述日本 AMADA 公

司同类机型相比，满足同等公称压力（200kN）及冲压速率（1800hpm），本专利技术采用通用型高速低功率（16kW）伺服电机，较其大功率（54kW）双力矩伺服电机，具有显著的效率与节能优势。

②采用通用高速低扭矩伺服电机，在满足数控转塔冲床所需较大的模具提升及换位行程的同时，能够通过较小的加工行程实现满载荷冲压及快速步冲等功能，应用于 SP 型数控伺服转塔冲床，其刻印速度 1800 次/min、10mm 行程 1mm、25mm 间距步冲速度分别为 1000 次/min、500 次/min 等指标均达到国际先进水平。

2. 多重模具互换型分度工位及模具系统技术

(1) 概要

模具技术的提升也是数控转塔冲床发展的重要环节，为提高加工效率、扩展机床工艺性能，增加模位规格数量的同时，可分度模位、双排标准模位及多子模等功能配置与应用，代表了先进模

具技术,已广泛应用于国外高性能机型(见图4a)。其中,分度模位上、下模套,由分别装于上、下转盘的两套蜗轮蜗杆驱动装置驱动,同步回转实现内装异形模具的分度(见图4b)。

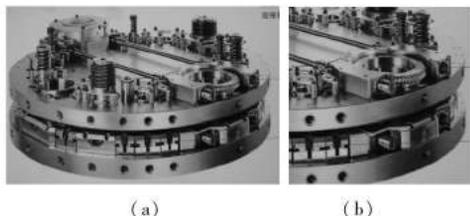


图4 国外模具分度技术及转盘结构示意图

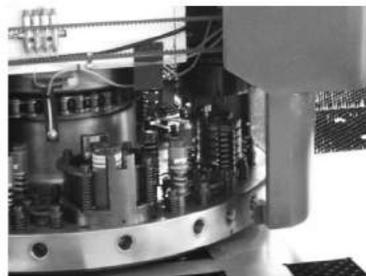
但以上功能应用所需的相应机构及控制模式尚有以下问题:

①模具分度装置结构复杂,且多套配置,成本高;由于安装在转盘上,使其转动惯量增加,不

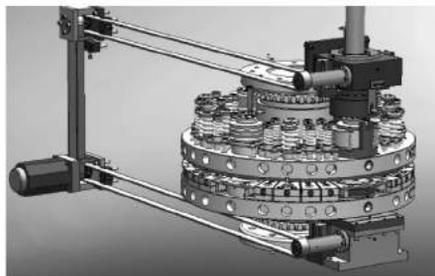
利于快速运行。

②分度工位传动机构通过转盘中轴分布于两端,分度工位数量的扩充不仅受其结构限制,同时因占用空间较大,分度工位的增加将明显减少标准模位数量,双排标准工位也只起到一定的补偿作用,模具数量的扩展必须通过增加转盘直径来满足。

本项目产品创新应用了发明专利(201110241395.0)的多重模具互换型分度工位及模具系统技术(见图5a)。同时,采用分度装置独立于转盘之外的形式,从而使单套蜗轮蜗杆驱动装置即可支持多套分度工位(见图5b),降低了以上功能带来的机械结构复杂程度,减轻了对转盘标准工位及回转性能的不利影响。



(a)



(b)

图5 本专利模具分度技术及转盘结构示意图

(2) 创新点

①对安装于转盘分度模位的上、下旋转套,采用E型标准模(4-1/2")工位模孔并与大规格工位(3-1/2")分度模座互换安装的结构创新设计。

②上分度工位模座装入转盘时,可直接安装D

型(3-1/2")异形模具(见图6a),以及通过标准模具转换套安装C型(2")异形模具(见图6b);上分度工位模座取出转盘时,可直接安装专利技术的6个A型(1/2")多子模(见图6c),或E型(4-1/2")标准成型模(见图6d)。

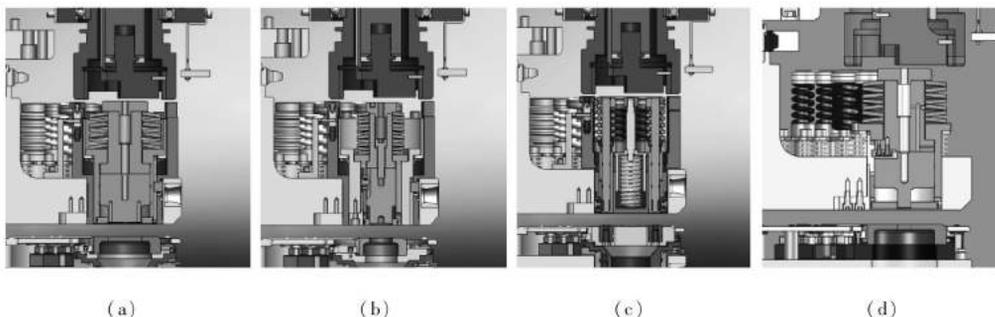


图6 多重模具互换型分度工位结构示意图

(3) 技术特点

①该创新技术实现了多种类型模具的互换安

装,且操作方便;使模具系统互换性提高、规格和数量扩充、工艺适应性增强、功能更完善;通过配

置互换型转模及多子模的转盘，提高了模位的适用性，并可根据需要使模位数变换扩充。

②同现有技术相比，多重互换分度模位的使用，使系统整体结构简单，可有效地利用转盘空间增加模位数量；在丰富模具功能的同时，极大地简化了冲床控制机构；分度模位互换性极强，分度工位数量、位置可根据具体要求设置，受限制因素小。

3. 双位变换冲压装置及双排模具系统技术

(1) 概要

数控转塔冲床双排模具结构可有效增加可供使用的模具数量，扩展设备加工工艺范围；国外现有技术中内外排工位的选择，采用一种可移动

打击头实现，即由气缸带动变换位置的打击头移动装置完成，该装置安装于滑块上并随其上下运动（见图7a）。目前绝大部分主流数控转塔冲床均设有模具分度工位，但由于该结构中打击头移动装置安装在冲压位置上方，模具回转装置只能安装在上、下转盘上，结构尤为复杂，且增加了转盘回转部件重量（见图7b）。

本项目采用双位冲压的创新设计实现了双排模具、多子模、互换型分度工位等功能（见图7c），充分集成了上述伺服主传动及模具分度装置的功能并加以扩展与结构创新设计，形成了发明专利（201120306345.1）的双排模具系统技术（见图7d）。

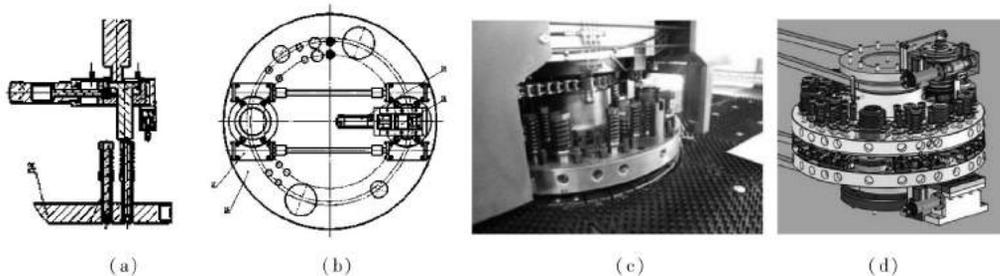


图7 本专利与国外双排工位技术及转盘结构对比示意图

(2) 创新点

①将适用于单排模具的整体式滑块，变为可相对转动的两段组合结构，下端的打击杆头部为靴形，冲压位置有中心主冲位及单侧副冲位，主冲位固定于滑块中心，副冲位可通过分度机构驱动其变位装置围绕主冲位旋转定位；通过功能集成化创新设计，打击杆侧向上下两个销钉与分度驱动套内相应导槽构成打击杆转位的离合机构（见图8a）。

②转盘包括 A、B、C、D 四种标准类型工位及互换型分度工位，其中的 A、B 型工位采用双排设计，可最大效率利用转盘空间，有效增加模位

数量；通过配置双排 A、B 工位即可将 900mm 直径 32 工位标准转盘扩充至 56 (2MT) 工位（见图8b）。

③通过伺服主传动滑块上下与上分度驱动套旋转，驱动打击杆的离合转位，实现内外模位及多子模的选择。当分度装置位于 0° 时，打击杆适于单排工位模具（见图8c）及双排工位中的前排模具（见图8d）冲压；当分度装置位于 180° 时，副冲位可通过分度机构驱动其变位装置围绕主冲位旋转，定位于双排工位中的前排模具（见图8e）冲压。在丰富数控转塔冲床模具配置、扩展设备工艺性能的同时，极大简化了数控转塔冲床结构。

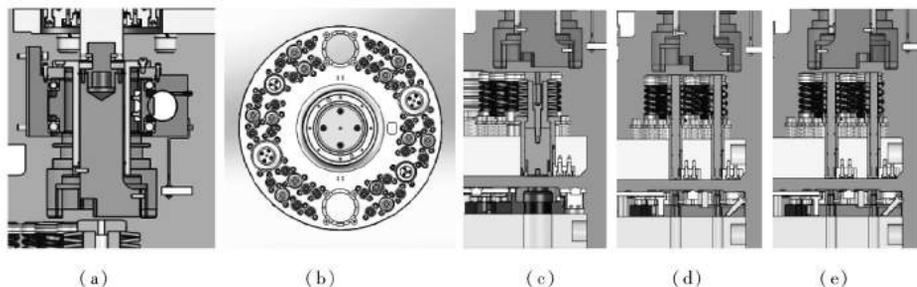


图8 双排工位技术及转盘结构示意图

(3) 技术特点

①整体结构简单, 占用空间小, 可最大效率利用转盘空间, 有效增加模位数量。

②通过打击头的回转功能, 既可以实现多子模、双排模具选择冲压, 更是创造性的实现了多子模的二次分度冲压; 在丰富冲床功能的同时, 极大的简化了冲床控制机构。

4. 装载标准模及可分度的多子模技术

(1) 概要

在数控转塔冲床转盘模位数固定的基础上, 为更有效增加可供使用的模具数量, 扩展设备加

工工艺范围, 需要采用多子模 (见图 9a)。国外技术结构采用在外形尺寸等同 D 工位上下模的模座基础上, 内部安装专用的多支专用型小规格凸凹模 (见图 9b); 并借助于专用的气缸锁定装置与模具回转装置实现子模的选择、冲压 (见图 9c)。上述多子模结构复杂, 成本高, 且只能装载特制的上模, 增加了模具库存种类和数量。

本项目产品创新设计了一种可装载标准模具, 并可实现二次分度冲压的专利 (201120306344.7) 技术的装载标准模及可分度的多子模。

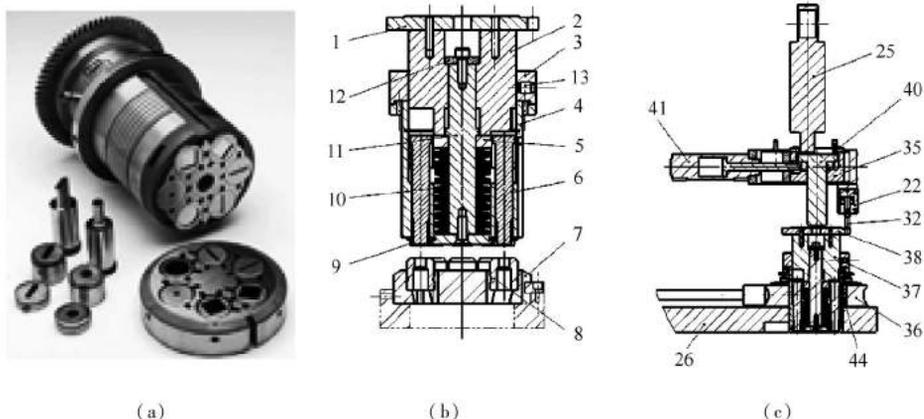


图9 国外多子模技术及模具结构示意图

(2) 创新点

①本项目采用创新设计, 将6个1/2"标准模具组合集成构成多子模并安装于分度工位, 并可实现分度冲压的多子工位复合模具装置 (见图 10a);

模具更换时与标准模具无异, 只需将上下模组件直接拔插入即可 (见图 10b); 多子模采用的专利结构设计的同时, 通过与可变连杆与模具分度功能的集成扩展实现了多子模二次分度 (见图 10c)。

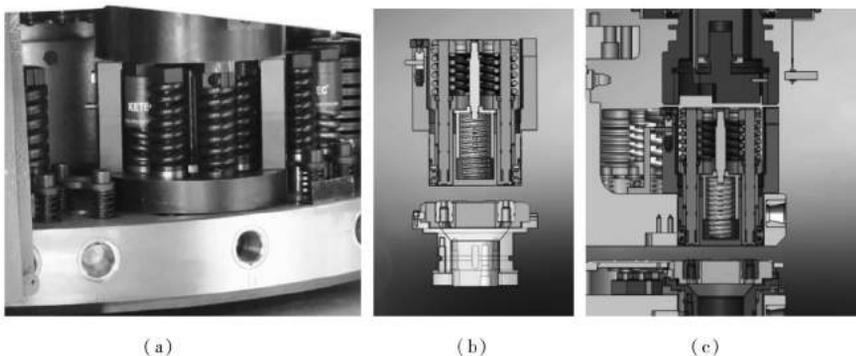


图10 本专利多子模技术及模具结构示意图

②通过变连杆机构、双冲头机构及分度装置对旋转副冲头驱动及离合控制等, 实现两种冲压方式:

第一, 多子模选定及零位冲压; 包含多子模

的上、下模座随转盘旋转至数控转塔冲床打击位时, 多子模位中正前方的子模正好对应打击块的打击部位, 副冲头锁定而分度装置独立旋转的方式可选择任一个子模进行零方位冲压 (见图 11a)。

第二，多子模二次分度冲压：所有子模位均可安装非圆异形模具，其二次分度冲压时首先进行上述子模的选定（见图 11b），然后以副冲头与分度装置同步旋转的方式可使选定的子模实现二次任意分度（见图 11c）。

(3) 技术特点

①可装载标准模具，模具安装方便快捷；减

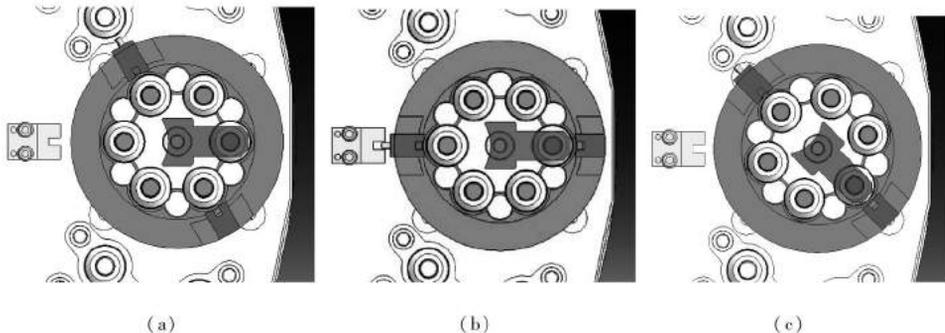


图 11 本专利多子模冲压及控制方式示意图

四、成果应用及推广情况

国际金属板材加工产业技术的发展趋势，主要特征体现为高速、高效、节能、高可靠性、复合化、智能化与网络化等。数控转塔冲床伺服冲压传动技术，以其技术领先、精度高、加工范围广、冲压速度快、工艺适应性好、节能环保等特点，已成为其顺应高速节能化加工发展方向的核心技术，协同高速冲压工艺与模具技术、伺服驱动与控制技术、数控系统技术等，代表了数控转塔冲床的发展水平和方向。

近年来，济南铸造锻压机械研究所有限公司在积极跟踪国际先进数控伺服冲压技术的同时，着力于提高关键技术与核心技术的自主研发能力、提升产品的技术水平、加强创新和前瞻性技术的研究与应用。

本产品以 SVR 可变连杆等多项创新专利技术为核心，主要技术性能指标居国内同类产品的领先水平，并具有自主知识产权，完全可以满足国内电器开关等行业用户对先进数控伺服转塔冲床的需求，并可替代部分进口，市场竞争力强。本产品已在北京兆维电子有限公司等多家企业应用，用户通过选用国产先进的数控伺服转塔冲床设备并获得满意的售后服务支持，节约大量进口设备

少了模具库存种类、数量。

②通过对模具上分度装置模套、滑块以及打击头等相关零部件的创新设计，并进行相关数控轴控制功能扩展，可实现子模分度冲压，极大扩展了多子模功能与转盘模具库容量及模具使用的工艺范围。

采购及维修费用，同时可为用户提高生产效率和产量，带来良好的经济效益和社会效益。

本项目数控、高效、柔性、节能等创新技术与产品的推出，不仅满足了金属板材加工行业对高性能设备需求，也为本行业领域提升技术水平，促进国产数控板材冲压设备的发展起到积极的作用。□

联合声明

据近期市场信息反馈，有厂家冒用四川省自贡金锐机床有限责任公司（原自贡机床厂）的名义及其历史沿革对外虚假宣传，以混淆四川省自贡金锐机床有限责任公司所属“自机”牌机床在市场上推广销售，进行不正当竞争，为此，特作如下声明：

四川省自贡金锐机床有限责任公司（原自贡机床厂）仅与自贡川润机床有限公司进行机床生产项目合作，继续使用“自机”商标，原有产品技术及市场营销渠道保持不变，自贡川润机床有限公司是“自机”牌自贡机床的唯一合法继承者。

声明人：四川省自贡金锐机床有限责任公司
自贡川润机床有限公司

APM 系列翻板卧式加工中心的研发与应用

济南二机床集团公司 任立伟

APM 系列翻板卧式加工中心项目是由济南二机床集团承担的，成都飞机、西安飞机、清华大学、北京航空航天大学共同参与研究的国家科技重大专项课题，应用于航空大型铝合金结构件高速高效加工。机床主机采用落地式结构、高速大功率主轴；配置大型翻板工作台，实现零件在水平位置装夹、垂直位置加工的工艺目的。整机加工区全封闭防护，实现绿色安全加工。机床搭载毛坯测量与加工余量分析系统和接触式原位检测系统，实现毛坯的虚拟划线和零件的在线检测。机床主要性能和技术指标达到国际先进水平。

一、研发目的

飞机上 95% 的金属结构件需要数控机床加工，由于有强度高、重量轻、耐腐蚀等特殊要求，多为深槽腔、小转角、薄壁、具有气动理论曲面的盒形结构。通常采用“整体制造法”，即毛坯为板材、锻件和铝合金挤压型材，通过加工形成薄壁、细筋等结构。统计数据表明，一个金属零件从毛坯加工到成品，材料的利用率仅为原材料的 20% ~ 10% 甚至只有 5%，其余 80% ~ 90% 甚至 95% 的材料都成了切屑。由于飞机结构件的上述工艺特点，为了缩短零件加工占用的大量时间，必须采用高速高效铣削技术。另外，随着切削速度的提高，切削力会随之下降，在高速切削范围内机床的激振频率远离加工工艺系统的固有频率范围，而切削产生的热量绝大部分也被切屑带走。因此，高速高效铣削技术可以最大程度地减少加工中径向切削力、共振和热变形对加工工艺系统的影响。

采用高速高效铣削技术后，加工工艺系统的

落屑和排屑成为问题的焦点。典型的铝合金零件高速加工，每分钟就能产生多达数千立方厘米的切屑。传统的立式加工工艺系统，越来越不能满足用户的需求。这类系统，由于工件水平放置，加工过程中产生的大量高温切屑堆积在薄壁型腔中无法及时顺利排出，并将热量传递给工件、刀具和主轴，导致整个加工工艺系统产生二次热变形。切屑的堆积，还会产生二次切削效应，加剧刀具的磨损，并影响工件的最终加工质量。

为便于落屑、排屑，避免上述不利的结果，必须转变工艺思路：由工件在水平位置完成整个定位装夹和加工过程，转换为工件在水平位置完成定位装夹，然后在垂直位置完成加工。这样可以集立式、卧式机床的优势为一体（见图 1）。加工设备也考虑由水平工作台加立式主轴布局特征的龙门式加工中心，转换为翻板式工作台加卧式主轴布局特征的翻板卧式加工中心。翻板卧式加工中心不仅便于落屑排屑，而且易于实现切削加工工作区全封闭设计，实现了绿色安全加工。卧式的主机结构还便于构建 FMC 或 FMS。

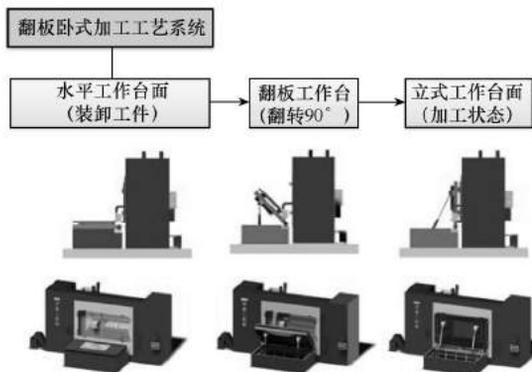


图 1 翻板卧式加工工艺系统

综上所述, APM 系列翻板卧式加工中心就是根据飞机制造企业的工艺及设备需求, 为其量身定做的专用高档数控机床和解决方案。

二、主要技术参数

工作台规格(宽度×长度): 2000mm×4000mm、2000mm×6000mm(或根据用户要求定制)。主轴功率 60kW, 最高转速 24000r/min。X/Y/Z 进给速度 5~20000mm/min。机床定位精度(X/Y/Z): 0.010mm/m, 重复定位精度(X/Y/Z) 0.010mm, 翻板重复定位精度 0.020mm。

三、关键技术创新

机床整体结构布局采用立柱移动式的主机结构。立柱沿 X 轴方向横向左右移动, 采用双齿轮-齿条传动; 主轴箱沿 Y 轴垂直上下移动, 采用双丝杠驱动; 滑枕沿 Z 轴前后水平移动, 采用丝杠驱动。配置可 90° 翻转的大型翻板工作台, 通过双丝杠同步驱动实现翻板工作台翻转。翻板工作台翻转到位后采用楔块定位, 液压夹紧, 钩锁防松确保翻板工作台安全可靠。



图2 翻板卧式加工中心外观图

(图中翻板工作台处于加工位置)

1. 机床全部大件均采用钢板焊接件, 保证机床具有良好的刚度质量比

床身是机床的基础部件, 要求具有良好承载能力和稳定性。设计采用箱式焊接结构, 受力中心通过主壁板, 使之具有良好的承载能力和刚性。

立柱是移动部件, 在具有良好刚性的同时, 要求尽可能地减轻质量, 以满足高速运动的需要。设计采用双层壁板焊接结构, 合理布筋, 开孔减重, 满足加速度等动态性能设计指标。

滑枕采用八边形焊接结构设计。与传统方形滑枕对比, 在相同切削力作用下, 八边形结构滑枕具有更好的刚度, 因而变形更小。

溜板主承重壁板采用箱式焊接结构, 承载导轨支撑壁板也形成箱型结构, 因而具有良好的刚性。

翻板工作台及其支撑结构均采用钢板焊接结构。采用型钢组焊, 相对于钢板焊接, 焊接应力小, 精度稳定。

2. 基于数字化样机设计进行考虑结合面特性的整机有限元分析, 实现机床动静态性能优化设计

在设计阶段, 基于数字化样机, 对机床整体性能进行预估。采用考虑典型结合面特性的机床整机有限元分析方法, 并通过实验对仿真结果进行验证, 进而获取机床整机性能参数, 为机床性能设计提出优化建议。分析中考虑了三向导轨结合面、丝杠螺母接合面、齿轮齿条结合面、主轴套筒结合面、套筒滑枕结合面等结合面特点, 分析影响结合面特性的主要因素, 确定结合面参数, 进而建立考虑结合面特性的整机有限元仿真模型。通过这种方法, 对机床加工过程中不同位置、不同工况下整机的静动热态性能进行仿真研究, 识别机床静动热态性能的薄弱环节并进行优化。计算分析的结果已经在产品研制中得到了部分应用和验证。

3. 进给轴采用高刚度设计, 满足机床高速高精性能的需要

X 轴传动采用双齿轮齿条传动, 双电机电气消除。该传动机构安装在立柱上, 由西门子交流伺服电机经精密减速箱降速后带动立柱沿床身导轨移动。该传动采用通用型齿轮齿条, 结构简单, 可靠性好, 制造调试维修方便, 可实现正常磨损的自动补偿, 保证机床长期高精度稳定运行。

Y 轴传动采用双丝杠重心驱动, 滚珠丝杠采用消除间隙的预载双螺母的结构形式。由西门子交流伺服电机驱动, 经减速箱降速后, 通过滚珠丝杠旋转带动主轴箱上下运动。Y 轴承担溜板及滑枕的上下移动, 需克服较大质量的影响, 采用双丝杠驱动, 可以提高传动刚性, 满足快速响应。

Z轴采用丝杠驱动，滚珠丝杠采用消除间隙的预载双螺母的结构形式。由西门子交流伺服电机驱动，经一级同步带减速后，通过滚珠丝杠旋转带动滑枕前后运动。

各轴传动链短、刚度大，使机床具有良好的增益特性、加速度性能，以满足高速高精加工的需要。

4. 采用大功率电主轴配置，满足铝合金零件的高效加工需求

主轴采用60kW大功率高速电主轴，最高速度可达24000r/min。主轴支承采用大接触角高速角接触球轴承，滚动体为耐高温陶瓷球，以适应轴承高速运行。刀柄采用HSK-A63标准，主轴采用碟簧拉刀-液压松刀，动作准确可靠，有专用传感器用于检测刀具的松、拉、空刀位。电主轴具有自动刀柄吹气功能，以便在换刀时用压缩空气对主轴锥孔和刀具锥柄进行清洁。主轴在运转时发热量很大，为防止其过热烧坏线圈或轴承，在电主轴的定子和主轴轴承套的外壁有液冷螺旋循环套，经过水冷机降温的液体通过其中，带走热量；同时，在电主轴内部设有温度传感器，实现电主轴的温控电气连锁。主轴具有主轴中心出水及外冷功能。主轴套筒采用树脂砂造型、高强度无应力铸铁件。套筒采用锥形结构，保证套筒具有较高的抗弯及抗扭刚度。

5. 双丝杠驱动型翻板工作台，具有良好的重复定位精度和精度保持性

翻板工作台置于主轴的对面，可完成水平和竖直状态的自动转换并定位夹紧，方便工件的装夹。

翻板工作台翻转运动采用消除间隙的预载双螺母双滚珠丝杠传动。西门子交流伺服电机经精密减速箱减速后，带动滚珠丝杠螺母旋转，推动翻板工作台实现其翻转运动。翻板工作台定位夹紧：翻板工作台由水平位置翻转到竖直位置后通过V型块进行定位，然后接着旋转液压缸旋转90°后夹紧翻板工作台，气缸推动防松钩锁动作勾住翻板台，确保工作台不会意外翻落。当翻板工作台由竖直位置向水平位置翻转时，首先气缸拉动放松钩锁松开，接着旋转夹紧液压缸旋转90°松开翻板工作台，然后滚珠丝杠副驱动翻板工作台翻

转至水平位置。

双丝杠驱动同步性好，工作台扭转变形小，精度保持性好；楔块定位机构保证工作台具有良好的重复定位精度。

6. 机床搭载形貌测量系统和原位检测系统，实现毛坯的虚拟划线和零件的在线检测

某些大型航空结构件的毛坯采用精铸件和模锻件，限于目前国内铸造和模锻的整体工艺水平，精铸件和模锻件的精确尺寸控制还是一个难题。毛坯加工中还需人工划线，加工余量分配缺乏量化测量和分析手段。加工余量不均易导致加工出现欠切而报废，严重影响产品的质量和制造周期，造成浪费。形貌测量系统实现三维视觉传感器、国产数控系统、计算机与数控机床的集成，构成航空结构件毛坯测量与加工余量分析系统。

原位检测系统可以实现零件模型和测量点的三维实时仿真，根据检测规划文件生成数控机床可执行的NC测量文件，实现检测软件与数控系统的机床通讯。对数控系统上传的测量数据进行误差补偿、质量评价，生成测量报告。根据误差快速辨识方法，建立误差补偿模型，研发原位检测系统标定技术，对测量数据进行误差补偿，消除整体测量误差。针对大型飞机结构件数控加工过程的特点，实现加工测量一体化应用。

7. 全封闭防护设计，实现安全绿色切削

翻板卧式加工中心属于高速、高效加工机床。由于主轴高速旋转，切削液雾化严重，需要进行封闭防护，以防危害操作者、污染环境。机床主轴转速可以高达24000r/min，加工时铝屑会带着高温快速飞出，对机床操作者构成危险。高速加工时，刀具可能存在的断裂、解体等更高的危险，需要对机床进行全封闭防护。机床高速切削时会产生噪声，是另一个污染源，也需要对机床进行隔音处理。

翻板式加工中心对主机和翻板工作台之间的空间进行全封闭防护构建，使之形成一个封闭的加工区域，与操作区域和外部区域完全隔离。

在封闭的加工区域顶部开设三个吸风口，配置吸雾器将水雾吸走。吸雾器底部设有排液口，将液化后的水雾排至切削液水箱，实现重复利用。

X轴和Y轴采用壁式防护系统。X轴采用铝帘式防护结构，Y轴采用铠甲式防护结构。考虑到Y轴移动范围较大，对于X轴的壁式防护左右两侧设有铝帘卷筒，对卷帘进行支撑、回收或释放。

机床配置旋转视窗，便于操作者对加工区域进行观察。旋转视窗由一个固定部分加一个高速旋转的玻璃结构元件组成。高速旋转的玻璃体将飞溅到上面的冷却液及切屑通过离心力的作用向外甩掉，以保证玻璃体的透明度。

加工区域配置随动式高清摄像头，可自动跟随主轴的移动，实时显示在外置显示器上，对加工过程进行监控。

四、成果应用及推广

2014年4月，APM系列翻板卧式加工中心的第一台样机研制完成，并成功参加了第八届中国数控机床展览会，引起众多关注。为推进该型产品在航空航天工业的应用，2014年10月，济南二机床集团举办了APM系列翻板卧式加工中心技术研讨会，来自成都飞机、沈阳飞机、西安飞机、哈尔滨飞机、洪都航空、上海飞机、天津航天长征火箭

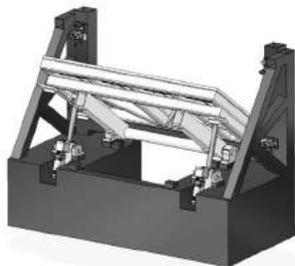


图3 翻板卧式加工中心切削的模拟试件

公司、上海航天设备制造总厂、长征机械厂等18家航空航天企业50余人参加了会议，就技术研发和应用进行了研讨。

未来，根据用户的需求，在翻板卧式加工中心产品系列中，济南二机床将继续研发并推出配置自主知识产权数控双摆角万能铣头（五轴头）的五轴联动翻板卧式加工中心、适应于钛合金加工的重型翻板卧式加工中心、自动化程度更高的带有交换工作台的翻板卧式加工单元、配置有自动物流输送系统的翻板卧式加工柔性生产线等飞机大型结构件加工专用高档数控机床，满足航空工业对翻板卧式加工工艺系统的大量需求，降低企业采购成本，提高经济效益，保障国家安全。□

X轴和Y轴采用壁式防护系统。X轴采用铝帘式防护结构，Y轴采用铠甲式防护结构。考虑到Y轴移动范围较大，对于X轴的壁式防护左右两侧设有铝帘卷筒，对卷帘进行支撑、回收或释放。

机床配置旋转视窗，便于操作者对加工区域进行观察。旋转视窗由一个固定部分加一个高速旋转的玻璃结构元件组成。高速旋转的玻璃体将飞溅到上面的冷却液及切屑通过离心力的作用向外甩掉，以保证玻璃体的透明度。

加工区域配置随动式高清摄像头，可自动跟随主轴的移动，实时显示在外置显示器上，对加工过程进行监控。

四、成果应用及推广

2014年4月，APM系列翻板卧式加工中心的第一台样机研制完成，并成功参加了第八届中国数控机床展览会，引起众多关注。为推进该型产品在航空航天工业的应用，2014年10月，济南二机床集团举办了APM系列翻板卧式加工中心技术研讨会，来自成都飞机、沈阳飞机、西安飞机、哈尔滨飞机、洪都航空、上海飞机、天津航天长征火箭

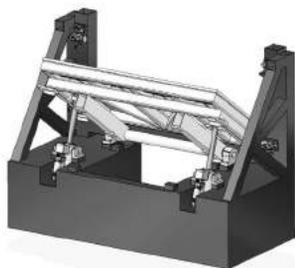


图3 翻板卧式加工中心切削的模拟试件

公司、上海航天设备制造总厂、长征机械厂等18家航空航天企业50余人参加了会议，就技术研发和应用进行了研讨。

未来，根据用户的需求，在翻板卧式加工中心产品系列中，济南二机床将继续研发并推出配置自主知识产权数控双摆角万能铣头（五轴头）的五轴联动翻板卧式加工中心、适应于钛合金加工的重型翻板卧式加工中心、自动化程度更高的带有交换工作台的翻板卧式加工单元、配置有自动物流输送系统的翻板卧式加工柔性生产线等飞机大型结构件加工专用高档数控机床，满足航空工业对翻板卧式加工工艺系统的大量需求，降低企业采购成本，提高经济效益，保障国家安全。□

系列化五轴立式加工中心的研发与应用

大连科德数控有限公司 许 钢

装备制造业是一个国家建设的基石，机床是一个国家制造业水平的象征，而代表机床制造业最高境界的五轴联动数控机床系统，则反映了一个国家的工业发展水平状况。机床设备不但同国家航空工业、船舶制造、军工产业、科技技术、精密器械等设备制造行业有着非常大的关系，而且还与人们的日常生活等方面密不可分。

五轴联动数控机床系统对一个国家的航空、航天、军事、科研、精密器械、高精医疗设备等行业，有着举足轻重的影响力。长期以来，西方工业发达国家，一直把五轴联动数控机床作为重要的战略物资，对我国实行封锁禁运。进入二十一世纪，我国机床行业获得了突飞猛进的发展，现已成为世界第一机床制造国，但高档、大型、精密、高速数控机床以及数控系统依然依靠进口。我国要想成为制造业强国，就必须拥有自己的五轴数控机床技术。

下面笔者就以大连科德研制的典型五轴立式复合加工中心为例，介绍该类型机床的特点和应用。

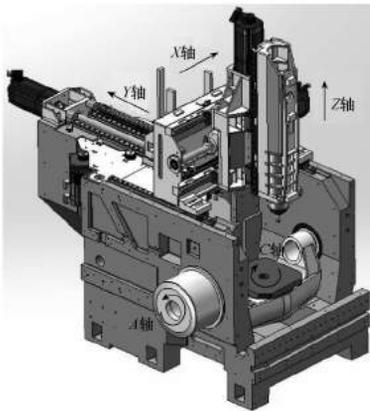
一、机床性能及特点介绍

KMC 五轴铣车磨复合立式加工中心是大连科德数控有限公司在深入研究了国际同类产品的基础上，自主研发制造的具有完全自主知识产权的高档五轴加工中心，并已在国内部分军工企业执行加工任务，替代进口设备，满足用户五轴类型零件的特殊加工需求。该系列机床具有良好的高精度、高刚度和高效率等加工特征。工件一次装夹完成多面加工，数控系统支持工件检测和刀具检测功能，及时有效地检测工件的位置和刀具的

外形尺寸，实时保证零件加工的准确性。

该系列机床目前工作台有 2 个规格，分别是 $\phi 800\text{mm}$ 与 $\phi 400\text{mm}$ ，这 2 个规格的加工中心均采用同样的改良龙门框架结构设计，采用人造大理石材料床身，与铸铁床身比具有极佳的抑振性和抗热变形性能。机床联动轴数 ≥ 5 ，刀具 3 轴移动设计，采用高性能伺服驱动电机直联滚珠丝杠传动，动态性能不受工件限制，实现高动态特性、高效率加工。工作台摆动而主轴不摆动，因而主轴不受摆动影响，刚性好。刀具长度不影响摆臂长度，不影响摆动误差。Y 轴采用四导轨支撑和重心驱动方式。自动拾取式环形刀库与床身融为一体，结构紧凑节省空间，拾取式换刀速度更快（屑对屑时间为 5s）。数控回转摆动工作台实现双壁支撑和单/双驱动，实现 C 轴连续 360° 旋转并支持高速车铣功能，A 轴 $\pm 130^\circ$ 摆动。机床采用通用性设计，兼容 3~5 轴机床扩展功能，A 轴可选单/双驱动控制，C 轴可选铣削/铣车功能，X/Y/Z 轴支持半闭环/全闭环控制，三种规格车铣复合电主轴，多种机床配置形式可满足不同用户的加工要求。同时机床作业空间大，干涉范围小，切削刚度强，动态性能高、安装空间紧凑。其主要参数有 $\phi 800\text{mm}$ 规格的交流工作台承重 $\geq 1400\text{kg}$ ， $\phi 400\text{mm}$ 规格的交流工作台承重 $\geq 200\text{kg}$ 。铣削主轴最高转速 $\geq 12000\text{r/min}$ ，扭矩 $\geq 80\text{Nm}$ 。 $\phi 800\text{mm}$ 规格的车削模式下直驱 C 轴最高转速 $\geq 500\text{r/min}$ ，4800mm 规格的车削模式下直驱 C 轴最高转速 $\geq 1000\text{r/min}$ 。快移速度（X/Y/Z 轴） $\geq 60\text{m/min}$ ，加速度 $\geq 1\text{g}$ ；定位精度 X/Y/Z 轴 $\leq 5\mu\text{m}$ ，AC 轴 ≤ 5 角秒，具有刀具在线测量与工件在线测量能力。机床装备大连

光洋科技研发制造的数控系统，具有3维切削仿真和3维防碰撞功能，机床MTBF达到1500h。



整机方案图



人造大理石床身

二、数控系统的性能及特点介绍

该系列机床装备的GNC62数控系统是大连光洋的旗舰级数控系统，适用于多种类复杂的高速高精、车铣复合加工装备、五轴加工中心和龙门加工中心。

GNC62数控系统使用的三大基础技术奠定了其高性能的基础：高速的信息交互——GLINK光纤运动控制现场总线，采用100Mbps的高速光纤介质，将数控系统的控制指令送达每个伺服驱动装置，并保证严格同步运行；将包括机床各坐标位置、负载率、温度等物理量传回数控系统。精准的高频度控制调度——GRTK实时内核，实现每秒数千次的精确控制任务调度，使运动控制运算、逻辑控制运算、人机交互高效有序运行，对实时钟响应延迟1/100000s，最大限度地充分利用高性能数控系统处理器运算资源。精密的位置/角度感知——传感细分技术，将来自直线/角度传感器的信号进一步进行细分处理，进一步提取1vpp信号中包含有效精度的位置/角度信息，最高提升物理

分辨率达16384倍，细分处理过程在1/5000000s内瞬间完成。

GNC62数控系统为机床结构创新提供更大的空间，其多通道控制技术支持多个控制过程并发，既可以同时控制多个加工过程，又可以控制不同机床上的不同加工任务，也可以控制单台机床上多主轴上的不同加工任务。GNC62数控系统五轴控制技术多种结构的五轴机床控制，包括传统的回转轴线垂直的双摆角铣头、双回转工作台及一摆一转五轴机床结构，扩展支持了回转坐标不垂直不相交的通用五轴机床结构，极大地拓展了数控系统五轴机床的适用性。

为了满足重型机床驱动的需要以及“重心驱动”设计理念在精密机床上的应用，GNC62的双驱控制技术提供了最多4伺服驱动同步控制一个坐标的能力。为了支持数控机床复合加工化的潮流，GNC62数控系统的车铣复合技术对于旋转轴均可以实现主轴和C轴的双重配置，可自由通过M代码切换。GNC62支持极坐标插补功能，可以在车床结构的机床布局下实现丰富三维的铣削功能。GNC62数控系统支持每个坐标的定位误差双向螺距补偿、直线度补偿（包括各向挠度补偿），以及3坐标间垂直度补偿。在GLINK总线技术的支持下，GNC60/61优化了伺服系统的速度前馈、加速度前馈和加加速度前馈，保证了数控机床在高速度下同时兼具高精度。同时GNC62数控系统支持对刀仪和测头接入，支持在线刀具检测和工件检测，可以方便地检查工件是否合乎加工要求，以及刀具具有无破损。GNC62增强了三维在线切削仿真和三维防碰撞功能。其基于CANopen协议的高可靠PLC提供了面向用户多层次的开放，包括用户可编程的人机会话功能。为用户提供了刀尖点坐标直接显示的功能，使用户在手动操作时直接控制工件尺寸，不必进行繁复的刀长反算。其通过GLINK同步采集执行设备（伺服及其他传感器）数据，并支持用户通过PLC程序对其进行数据处理，内置三维显示支持将轨迹和采集的数据绑定，通过不同颜色显示不同的物理量数据，便于将零件加工结果与采集的数据综合图形化进行分析，进一步提升表面加工质量。

YE3120CNC7 高速干切滚齿机的研发与应用

重庆机床（集团）有限公司 黄 强

【摘要】 随着汽车工业的飞速发展，竞争愈发激烈，对齿轮加工的效率、精度、成本和清洁生产提出了更高要求；传统湿式滚齿大量采用切削液，由于切削液中含有大量硫、磷、氯等物质，在滚齿加工时产生飞溅、油（烟）雾升腾等都会对环境 and 操作者造成危害。科学的发展观要求我们的企业在生产发展的同时，必须担负起保护环境的社会责任；因此从环保生态和技术经济的角度，都有废除切削液，采用干式滚齿加工的迫切需求。欧美和日本的用户由于环保节能要求一般会考虑干切滚齿；通过国内用户走访，了解到很多用户面临市场不断扩大产能跟不上、招工难、人力成本上升等难题，同时地方政府对工业污染越来越重视，市场迫切需要一款绿色环保，自动高效的机床产品。

2007年重庆机床集团在湿切滚齿机床基础上开发了YS3116CNC7数控高速干切自动滚齿机，并在浙江中马公司试用了一年，总体来说是成功的，但也发现了一些问题和不足。市场给我们提出了更高的要求，我们需要面向汽车齿轮的干切加工，全新开发一款技术先进、性能稳定可靠的数控高速干切自动滚齿机，以满足用户的迫切需求；同时机床需要具备多种扩展功能，能方便实现自动生产线连线，达到国际先进水平。

YE3120CNC7 数控高速干切自动滚齿机是国家

重大专项“轿车变速箱齿轮生产线项目”和国家863项目“绿色制造技术及装备”下的成果产品。该产品于2014年获得了CCMT2014春燕奖，具有绿色环保、节能高效特点，必将取代目前的湿切滚齿工艺，将成为主流的齿轮加工设备。

一、高速干切滚齿工艺提出及切削机理的研究

1. 以人为本、环保节能的要求

传统滚齿加工中通常采用切削油作为介质，

三、成果应用推广情况

航空航天发动机的叶轮结构为复杂的空间曲面，其用途决定了零件的加工精度及表面光洁度要求高，叶片前尾缘很薄，工件刚性较差，在加工方面普通机床难以达到要求。大连科德数控生产的系列 KMC 五轴铣车磨复合立式加工中心以改良的龙门框架及整机结构设计、直驱技术、双驱技术和重心驱动以及高动态响应技术，使五轴机床具有一次装夹，实现多面加工的能力。目前该机床已成功在

中国航天科工集团 31 所应用，正式批量生产某型号冲压发动机的复杂叶轮部件，在加工质量、效率等方面均媲美进口，达到了用户和使用单位要求。同时也验证了国产五轴数控机床的可靠性和稳定性。该系列机床也已经应用到中航集团的多家航空发动机企业，用于小型航空发动机的机匣产品加工，实现了替代进口。该系列加工中心也已出口到德国，开创了全自主知识产权的国产高档五轴数控机床出口到发达国家的先河。□



对滚刀和齿坯进行冷却和润滑，带走大量切削热量，并冲刷收集切屑。由于传统切削液中含有大量硫、磷、氯等物质，滚齿加工时产生飞溅、油（烟）雾升腾等都会对环境和操作者造成危害；切削油的泄漏和带油的切屑搬运处理，最终都会对水源、土地和空气造成污染。随着人类对环境污染的重视程度增强，对传统湿切滚齿加工中采用切削液对环境和人造成的污染和危害认识加深，从以人为本的思想出发，随环保法规的完善，特别是 ISO14000 环境标准和 ISO16000 健康标准通告执行后，企业面临的环保压力更大，对切削液的控制处理费用不断增加，目前使用切削液的费用已上升到齿轮成本的 15% ~ 20%，所以从环保生态和技术经济的角度，都有废除切削液、采用干式滚齿加工的迫切需求。

2. 高速干切滚齿的机理研究

如果取消切削液，滚齿加工中的热量如何带走，这是需要解决的首要问题。高速切削机理很好地解决了这个问题。20 世纪 30 年代德国研究人员通过切削试验发现：随着切削速度的不断增加，切削温度上升直到一个峰值，这时随切削速度的进一步提高，切削温度达到峰值后反而下降，切削温度达到峰值时的切削速度称为临界切削速度。

滚齿加工中，滚刀切削速度提高到一定范围时，切屑随刀具的高速旋转而“高速流出”，切削热在未充分传导到刀具和齿坯之前，就被切屑吸收并带走了；从图 1 干式切削过程示意图中可知：由于干切刀具的复合涂层有润滑隔热效果，因而切削热量传递到刀具涂层面时，被阻隔返回，大量热量被有适宜厚度 t 的切屑吸收带走；传递到滚刀的热量份额最少，传递到齿坯的热量也有限，因而齿坯温度也不会上升很高，从而能满足在不要切削液的情况下，正常干式滚齿加工。经试验研究，通常高速干切滚齿中能量的理想分配是 80% 的切削热量随切屑带走，15% 的热量传递到工件；5% 的热量传递到刀具，因而刀具和齿轮的温度不会上升很高，就使高温下切削刀具硬度下降、磨损快、寿命急剧降低的现象得以避免，高速干切就是在这一切削理论的基础上出现的。

重庆机床在初期 YS3116CNC7 基础上进行了大

量试验，为新一代干切机床研发设计提供了实践依据；并且随着刀具技术的提升，面向全干式切削全新设计开发的 YE3120CNC7 高速干切滚齿机床实现了真正意义上的全干式滚齿加工，技术性能与国外先进机床产品水平相当，是替代进口的高端数控机床。

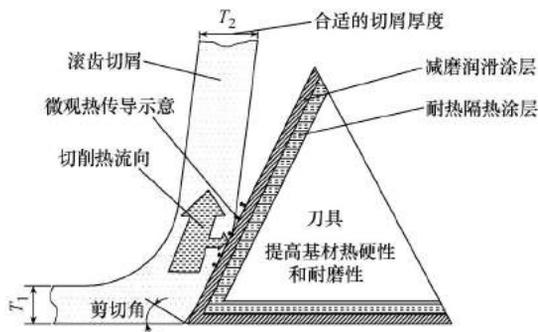


图 1 干式切削过程示意

二、机床性能介绍

YE3120CNC7 是面向齿轮干式滚齿加工工艺而全新设计开发的具有当今国际先进水平的新一代数控高速干切自动滚齿机（见图 2）。该机床是七轴、四联动环保型数控滚齿机，代表世界制造业环保、自动化、柔性化、高速、高效的发展趋势，体现了以人为本、绿色制造的设计理念。特别适合汽车、轿车变速箱齿轮大批量、高精度的超干式滚齿加工。高速干切滚齿加工效率较高，刀具平均滚切线速度可达 180m/min 以上，加工效率为湿切滚齿加工的 2 ~ 3 倍；齿轮精加工精度可达 GB/T 10095.1—2001 的 6 - 6 - 7 级；摒弃了传统滚齿加工的冲屑冷却油方式，采用了多点压缩空气喷射冷却技术，无油烟产生，同时配置大功率吸尘器，实现了真正的绿色环保制造。同时机床具有很好的扩展性，配置不同的上下料机构，为组合柔性自动生产线提供了接口空间。

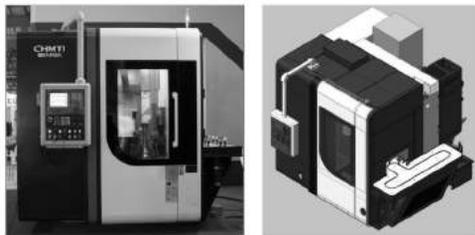


图 2 产品外观及数字化样机

三、新技术应用情况

YE3120CNC7 高速干切滚齿机在开发设计上针对干式滚齿这一新型齿轮加工工艺,做出了从机床布局、主轴系统、单机自动上下料系统、零编程人机界面系统,以及与生产线相适应的零件物流传输系统等几个方面进行研究开发。在整个研发过程中该产品实现了以下创新和突破:

1. 为适应干切加工需要,机床采用了全新结构布局

根据干切加工机理,利用刀具高速滚切加工和刀具良好断屑性能,让铁屑带走大部分切削热。根据这一特点,考虑到传统滚齿机由于冲屑冷却油的存在,其布局不适合干切滚齿机加工。YE3120CNC7 在研发时一改传统滚齿机布局(见图3),采用了全新的布局形式——大立柱偏置式布局(见图4)。该布局大立柱偏置在床身后侧,大

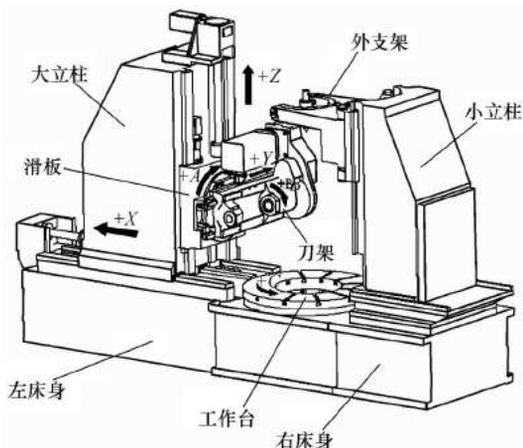


图3 传统滚齿机布局

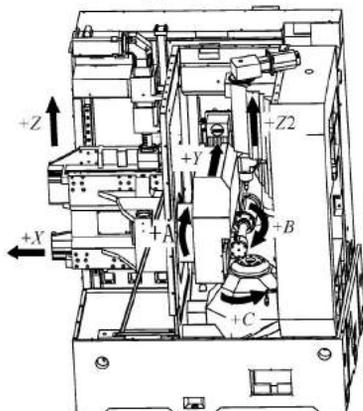


图4 YE3120CNC7 偏置式布局

立柱与床身及后立柱分别刚性连接,在切削加工区域的床身部分可形成大角度漏斗结构(见图5),利于快速排屑。同时该布局利于内防护布置,把加工区域与X轴和Z轴移动滑板完全隔离,有效降低机床在连续加工时的铸件热变形,从而保证机床的精度稳定性。

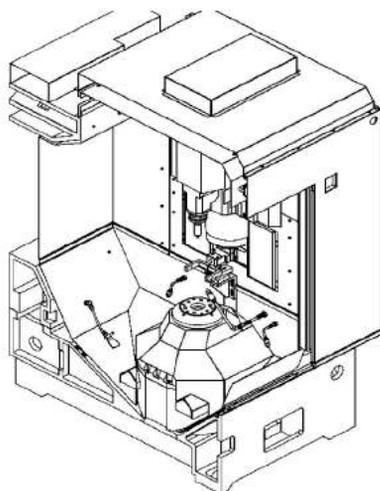


图5 漏斗式排屑及能防护

2. 高精度、高转速滚齿主轴系统

滚齿干切加工对主轴转速的需求比湿切机床要高出50%以上,同时对主轴润滑、冷却及主动平衡提出了更高的要求。针对这些要求,研发该机床时做出了以下对策:

(1) 在传统滚齿刀架齿轮传动中,采用了高精度齿轮副,将惰轮齿数增加,减少传动比,提升主轴转速,同时保证精度。

(2) 末端主轴采用高速轴承支承结构,轴承采用油浴润滑,并通入压缩空气增压回油,保证主轴在高速连续加工状态下的稳定性。

(3) 齿轮箱末级齿轮采用了一齿差消隙机构,有效地保证了主轴的传动精度。

(4) 刀柄与主轴连接方式采用了一种类似OTT公司HSK 63标准的一种拉紧结构,不同的是我们采用的是刀柄锥度外部变形的的方式形成过盈配合,提高了刀杆与主轴的连接刚性。该结构及制造工艺已申请了国家专利,具有自主知识产权。滚刀主轴系统如图6所示。

(5) 工作台主轴采用高速高精度齿轮副传动,并配备了液压阻尼系统,能完全满足干切加工对

转速、精度和可靠性的要求（见图7）。

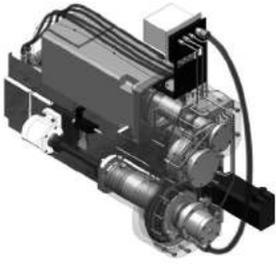


图6 滚刀主轴系统

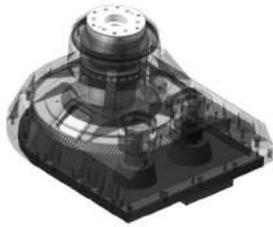


图7 工作台主轴系统

3. 单机自动上下料系统

由于机床的高效性，如果再采用传统的人工上下工件，工人劳动强度大，操作频率高，也存在一定安全性风险，所以YE3120CNC7集成了自动上下料系统。该系统由倒置式双工位回转机械手（见图8）和循环送料仓组成，并由主机数控系统控制，机床操作者只需在料仓上进行简单的装卸工件操作。该机械手已获得国家专利权。

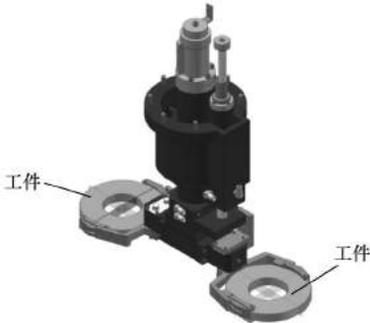


图8

4. 零编程人机界面系统

该系统是我公司在西门子840Dsl数控系统基础上进行二次界面及加工编程开发的一套系统。用户只需根据导向式界面，对加工工件的参数和滚齿工艺参数进行简单的输入，即可得到相应的加工程序进行加工，无需进行手动编写加工程序，极大地提高了工作效率和操作难度。该界面系统涵盖了圆柱齿轮加工所需的所有设定，同时具有工艺参数推荐专家系统和加工误差补偿修正界面系统，并且具有实时直观反映加工时机床能耗及各轴状态的监控界面。该系统具备存储下加工工件编号、参数、加工工艺参数、工装夹具编号等相关信息，具备计数、刀具寿命监控报警等功能，可

方便辅助进行单机生产管理。

目前这种类似系统一般只出现在高档数控机床设备上，在国内同行属首创，达到了国际先进水平。



四、成果应用及推广情况

本机床项目研究的干切滚齿机，具有高精度、高效、节能环保、操作简单、自动化程度高、扩展性好等优点。通过对干切滚齿加工工艺进行深入研究、设计和研制高性能干切滚齿机，并集成应用于自动化生产线，为汽车工业提供先进精良的制造装备和合理的齿轮生产线解决方案，填补国内空白，整线性能完全可以达到国外同类生产线的先进水平，部分技术指标到达国际领先水平，替代进口产品，降低了国内用户设备采购成本（该机床目前仅为进口机床的一半价格左右）。该机床及配套该机床扩展的自动生产线目前已在国内多家大型知名企业应用，如浙江双环传动、重庆蓝黛、比亚迪等，该机床有幸成为日产首次选用的中国设备，为企业获得了良好口碑和可观的经济效益。□

光栅测量技术在数控机床上的应用

——光栅尺篇

长春禹衡光学有限公司 吴宏圣 王忠杰 林长友

光栅尺是光栅线位移传感器的简称，是一种利用光栅原理实现线位移测量的传感器。光栅线位移传感器主要应用于直线移动导轨机构，可实现移动量的精确显示和自动控制，广泛应用于金属切削机床加工量的数字显示和 CNC 加工中心位置环的控制。

1. 光栅尺分类

光栅尺的种类很多。

(1) 按照测量载体介质的不同，可分为玻璃型光栅尺和钢带型光栅尺，如图 1 和图 2 所示。

通常，玻璃型光栅尺测量长度可达 3m，长度再增加的话，需要用钢带型光栅尺了，而钢带型光栅尺测量长度可达 100m。



刻有绝对位置码道和增量码道的主光栅

图 1 玻璃型光栅尺



图 2 钢带型光栅尺

(2) 按照光学成像方式不同，可分为透射型光栅尺和反射型光栅尺。透射型光栅尺的测量载体通常是玻璃，多用于数控机床领域；反射型光栅尺的测量载体是以钢带为主，少量使用玻璃载体，多用于以坐标测量仪、集成电路设备等领域。图 3 是透射型光栅尺示意图；图 4 是反射型光栅尺

示意图。

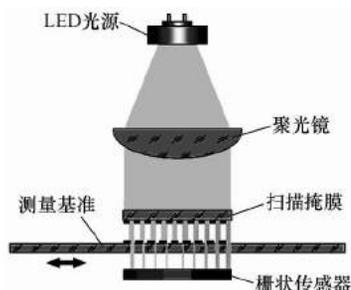


图 3 透射型光栅尺示意图

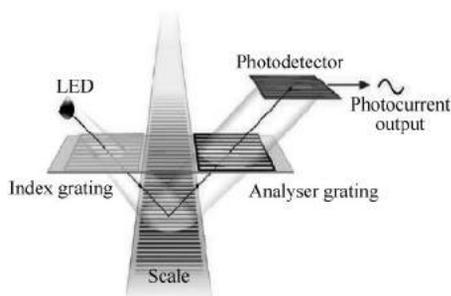


图 4 反射型光栅尺示意图

(3) 按防护性能不同，可分为封闭式光栅尺和开放式光栅尺。图 5 是封闭式光栅尺示意图。图 2 是开放式光栅尺示意图。



图 5 密封式光栅尺

封闭式光栅尺是通过尺壳与密封胶条将测量主尺保护起来，具有特定的抗污染能力，封闭式光栅尺多用于数控机床或其他抗污染要求较高的场合；开放式光栅尺的主尺处于敞开状态，抗污染能力稍差，多用于工作环境比较洁净的场合，

读数头与主尺通常是非接触测量方式，机械寿命较长。

(4) 按计数方式不同，可分为增量式光栅尺和绝对式光栅尺。

二者的区别在下一节介绍。

2. 增量式光栅尺与绝对式光栅尺区别

先从常用的长度计量工具“格尺”或“尺子”说起，“格尺”的基本组成包括：材料载体，载体上的刻线以及数字。材质载体可以是钢材、塑料或者是木材等，如图6所示。图7是去掉数字部分后的“格尺”，仅保留了起始点的数字“0”。通常，我们用格尺测量物品时，找个测量起始点，比如零点，读出物品末端对应的格尺读数即可；但是，去掉数字后，我们只能以数字“0”点为参考点，按刻线的条数进行计数，进而算出物品的长度。很明显，后者的测量方式比较繁琐。绝对式光栅尺类似前者，增量式光栅尺类似后者。



图6 格尺示意图

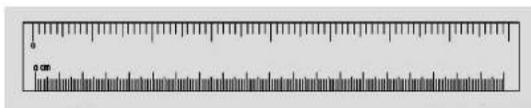


图7 去掉数字后的格尺示意图

增量式光栅尺的组成包括：标尺光栅（也称主光栅）和读数头两部分。标尺光栅是测量基准，标尺光栅可以是玻璃或钢带，在其上刻有等间隔周期的栅线，类似图7中的格尺，栅线密度通常比格尺刻线密度高很多。读数头是标尺光栅位置的读出部件，它相对于标尺光栅在纵向方向上可以相对运动，读数头利用光学莫尔条纹原理将光栅信号放大到可以读出的幅度，相对与标尺光栅移动时，实时记录所走过的栅线数，从而实现相对位置的测量。

绝对式光栅尺的基本组成与增量式相同：标尺光栅和读数头。不同点在于：标尺光栅上刻有两条码道图案：绝对码道和增量码道。读数头是光栅尺中的核心部件，用来实现对标尺光栅的位置扫描。读数头中集成了光源、透镜、指示光栅、

集成化光探测器、信号处理电路等部件，读数头的光电扫描原理见图8：光源发出的光经准直透镜形成平行光，经标尺光栅及指示光栅后，将标尺光栅的编码投影于集成化光探测器。集成化光探测器获得两个码道的光电编码信号，送入信号处理器，并算出读数头所在标尺光栅的绝对位置值，通过高速通讯接口将位置值输出至后续电子设备。

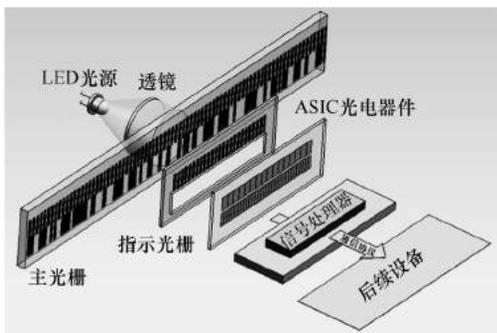


图8 绝对式光栅尺工作原理图

3. 绝对式光栅尺是数控机床测量部件的发展方向

从上个世纪50年代到70年代，栅式测量系统从感应同步器发展到光栅、磁栅、容栅和球栅。由于光栅测量系统的综合技术性能优于其他4种，而且制造费用又比感应同步器、磁栅、球栅低，因此光栅发展得最快，技术性能最高，市场占有率最高，产业最大。目前光栅在栅式测量系统中的占有率已超过80%。

(1) 半闭环控制与全闭环控制

目前，数控机床伺服控制系统分为半闭环与全闭环控制系统两种。数控机床运动控制链为：数控装置——伺服编码器——伺服驱动器——电机——丝杠——移动部件。

半闭环控制进给伺服系统将位置检查装置（如角度编码器）安装在驱动电机的端部或丝杠的端部，用来检测丝杠或回转马达的回转角，间接测出机床运动部件的实际位置，经反馈送回控制系统。其缺点是：由于测量方式是间接测量，会带来一系列测量误差：如滚轴丝杠的节距误差、反向误差，加速力、切屑力、摩擦力引起的驱动系统变形，滚轴丝杠热膨胀带来的定位误差等。

全闭环控制进给伺服系统将位置测量装置

(如光栅尺)安装在机床运动部件上,并对移动部件进行实时的反馈,通过数控系统处理后将机床状态告知伺服电机,通过系统指令自动进行运动误差的补偿。其优点是:由于实现了运动部件的直接的终端位移测量,克服了半闭环系统的间接测量误差,系统精度更高。

(2) 绝对位置测量与相对位置测量

应用于数控机床,与增量式光栅尺相比,安装有绝对式光栅尺的机床或生产线在重新开机后无需执行参考点回零操作,就立刻重新获得各个轴的当前绝对位置值,因此可以马上从中断处开始继续原来的加工程序,大大地提高数控机床的有效加工时间;并对重要部件的状态进行实时监控,提高机床的可靠性;另外,还可以在任何时间确定机床运动部件所处的位置,通过在数控系统中作相应的设置可以省去行程开关,提高了机床使用时的安全性。

目前,在西方发达国家的数控机床市场,采用全闭环控制的数控机床已经占领半闭环控制的半壁江山;而在国内机床生产市场,半闭环控制的金切数控机床占95%左右,而全闭环控制的数控机床仅占5%左右,市场悬殊非常之大;而半闭环控制方式的数控机床基本定位于中低端市场,从这一点也可以说明国内数控机床的整体水平仍然比较落后。为什么半闭环控制的数控机床仍然占据绝对市场呢?笔者认为主要有以下几方面原因:

第一,从技术层面上讲,国内半闭环控制的数控机床经历十多年的发展,技术比较成熟,机床稳定性比较好;而全闭环控制的数控机床虽然在精度上更高一筹,但是对机床数控系统、驱动轴提出更高要求,多数机床厂家不具备制造全闭环数控机床的能力。此外,测量部件——绝对式光栅尺属于国外垄断产品,价格偏高,国产全闭环数控机床不具备市场优势。

第二,从应用层面上讲,全闭环数控机床属于精度更高的机床,价格稍高,国内用户在选择时,对国内全闭环数控机床信心不足,通常优先考虑国外数控机床。

技术在进步,国家近年来在机床制造业,从

政策上给予了大力支持,并设立了04数控专项,支持机床行业的发展。相信不久的将来,随着关键功能部件的国产化,机床行业产业发展水平将有一个显著提升。

4. 国产绝对式光栅尺逐步进入数控机床市场

目前,国产绝对式光栅尺研究进展喜人。中科院长春光机所历经5年的时间,突破了绝对式光栅尺的单轨绝对位置编码、单场扫描等关键技术,创造了自己的专用光电信号接收芯片,研发成功了高性价比的、具有自主知识产权的绝对式光栅尺,期间,得到国家04数控专项的支持。目前,绝对式光栅尺开始进行产业化,实施单位是长春禹衡光学有限公司。产品已经在多个华中数控、华西数控、长春二机床、大连机床、大连光洋、广州数控、坎门机床等企业开始使用。图9是大连光洋生产的装有绝对式光栅尺的5轴联动加工中心。图10是大连机床生产的装有绝对式光栅尺的数控车床。

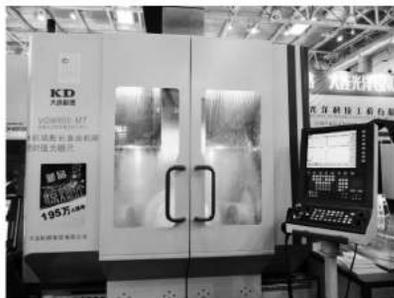


图9 大连光洋生产的装有绝对式光栅尺的5轴联动加工中心



图10 大连机床生产的装有绝对式光栅尺的数控车床

绝对式光栅尺的国产化将打破国外技术垄断,有利于降低机床制造成本,提高产品竞争力,对国内数控机床行业发展起到积极推动作用。□

钛合金材料高速切削加工的刀具 选用原则及应用实例

山高刀具（上海）有限公司产品管理部 冯浩

钛合金材料材料性能越来越被广大用户所认可，因此钛合金材料在各行各业的应用越来越广泛，如航空航天、石油天然气、能源、医疗、体育器材等，特别是在复杂工作条件和对材料要求比较高的场合得到应用，其需要承受较高的压力、较高的温度，需要承受足够的耐腐蚀性能、抗变形性能。

随着钛合金材料应用的推广，各种新型的钛合金合金材料也不断投入工业应用，以应对不同场合对其材料性能要求的不同需求。例如，在早期被大家广泛应用的 Ti6Al4v 钛合金，到 Ti-5-5-3 钛合金，即从 $\alpha + \beta$ 相钛合金到 β 相钛合金。众所周知， $\alpha + \beta$ 相钛合金机械加工性要比 β 相钛合金相对来说要好一些。也就是说，广大的用户在面临钛合金加工时，面临的挑战越来越大。

针对钛合金的机械加工挑战，有以下问题需要考虑：

(1) 被加工材料的特性，即钛合金是哪种类型的钛合金，其化学成分、机械性能、热处理情况如何。

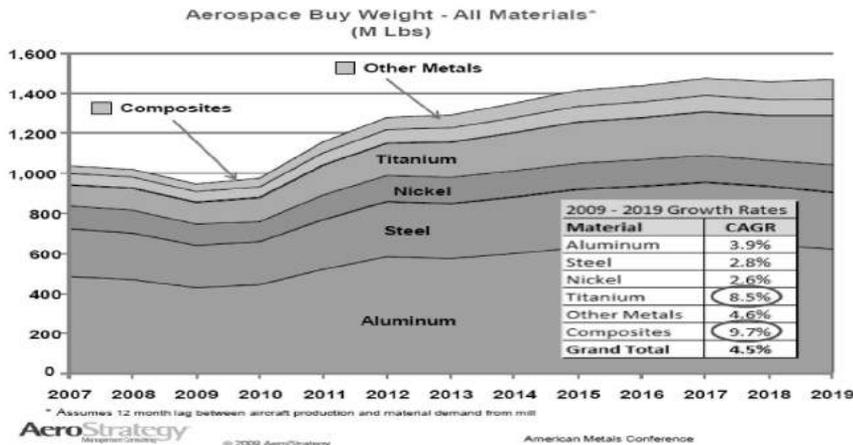
(2) 被加工零件的零件特征如何，加工的难点在什么部位。

(3) 何种加工策略比较适合该零件的加工，机床是否能够实现。

(4) 选择哪种类型的刀具，刀片的材质，涂层，几何槽型，刀片的基本形状等。

本文将针对以上问题就钛合金材料高速切削加工的刀具选用原则以及部分加工案例进行讨论。钛合金在航空航天领域应用最为广泛，因此我们选择该行业进行阐述。

如图所示，将来随着航空飞行器产量的增加钛合金用量在航空领域的比重会进一步加大，钛合金和复合材料的用量是增长最快的。不同类型的钛合金分别用到了其各类的零件中，如飞机起落架、发动机叶片、燃料喷嘴、发动机吊架、机翼滑枕、舱门轨道等。据估计每一架空客 A380 成品飞机钛合金的使用量为 11340 公斤，而其零件毛坯的总重量为 90718 公斤。仅从这一数据就可以看出钛合金的加工量之巨，将有近 80000 公斤的材料被去除。毛坯成品材料去除比为 8:1。





钛合金加工难点

(1) 钛合金材料强度高，并且导热率低，这将会导致切削时切削热急剧增加。

(2) 在达到一定的切削温度时，钛合金化学活性比较高，容易与切削刀具中的材料发生化学反应，形成刀具的化学侵蚀，导致刀具磨损，因此加工需要大量切削刀具。

(3) 加工硬化，以及粘屑都会导致刀具的快速磨损。

以上就是导致加工钛合金时刀具寿命低和加工效率低的主要因素。那么如何改善或者充分发挥刀具加工钛合金的机械加工性并降价加工成本：

(1) 足够的钛合金切削加工经验知识。

(2) 能够到达高效钛合金加工某些特定条件，即：机床刚性和刀具系统的刚性；能够满足高材料去除的高扭矩；优化冷却和润滑性能降低刀具成本；考虑刀具的走刀路径，以及刀具路径对刀具的影响。

钛合金加工一个比较大的障碍就是如何处理切削热，切削热限制了加工钛合金的加工参数，并且使硬质合金材料变软，导致非正常磨损。切削热来自两个方面：①切削变形做功的能量转换为切削热；②摩擦产生的切削热。由于产生的切削热比较高以及钛合金自身的耐高温特性，加工钛合金是我们要考虑一下参数：

a_c 径向切宽，80%、20% 还是 2% 的刀具直径，将会大大影响我们对刀具寿命的预期。 V_c 线速度，同样也会大大影响我们对刀具寿命的预期； F_z 每齿进给量，即切屑载荷，将大大影响切屑在前刀面的流向，从而影响刀具寿命； a_p 轴向切深，将会影响切削刀具的稳定性，如果有震动刀具寿命将降低。

冷却和润滑

我们需要关注刀具和切屑的接触面，在这个区域切削热来自两个部分：刃口剪切材料做功，转换为热量；切屑沿前刀面流动时，切屑与前刀面摩擦，摩擦产生切削热。我们需要冷却方案将切削产生的热量带走，并且增加切屑与前刀面的润滑。

总之，要想高效加工钛合金，我们需要：刚性好的机床；良好的工装；机床和刀具减震装置；高扭矩主轴，良好的润滑冷却 - 高压，高流量；正确的走刀路径（如动态铣削策略）。

加工刀具选用原则

(1) 铣削加工钛合金刀具选择原则：

① 刀体选择刚性比较好的粗壮的刀体。

② 刀体的悬伸要尽可能短，直径尽可能的粗，以增加刀具刚性。

③ 选择疏齿刀具，有足够的容屑空间，便于

排屑，避免二次切削。

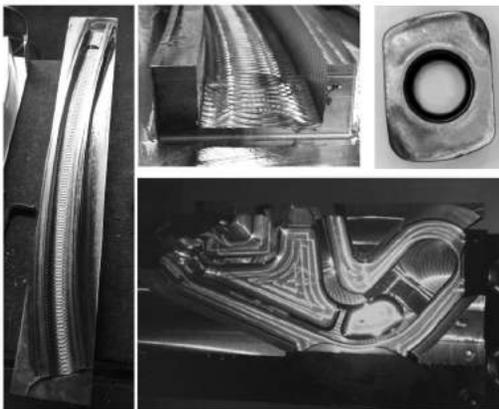
④刀片基本形状尽可能选择强壮的几何槽型，如圆形、方形。

⑤刀片几何槽型的选择应选择中等锋利的槽型。刃口过于锋利加工钛合金强度不够寿命短，刃口太钝切削力大，容易引起震动。

⑥刀片材质选择韧性较好的中等材质等级。

⑦涂层应该选择 PVD 涂层，且涂层不易与钛合金发生化学反应的涂层。如：山高材质 MS2050。

⑧冷却液，尽可能选择高压冷却，或者微量润滑 MQL。



加工案例 1:

加工策略：插铣

机床：Haas VF1 (DIN40 刀柄)

材料：Ti6Al4V

刀具：R217.21 - 01.25LP0604A (直径 32mm)

刀片：LPHT 060310TR M06 MS2500

参数： $V_c = 54\text{m/min}$

$F_z = 0.1\text{mm}$

$a_p = 26\text{mm}$

$a_e = 3.5\text{mm}$

LOC = 560mm (零件走刀长度)

寿命：1 个零件/刃口

18min/刃口

加工策略：快进给铣削

材料：Ti6Al4V 44HRC

刀具：R217.21 - 2020.3 - 06.2AN (直径 20mm)

刀片：LPHT 060310TR M06 MS2050

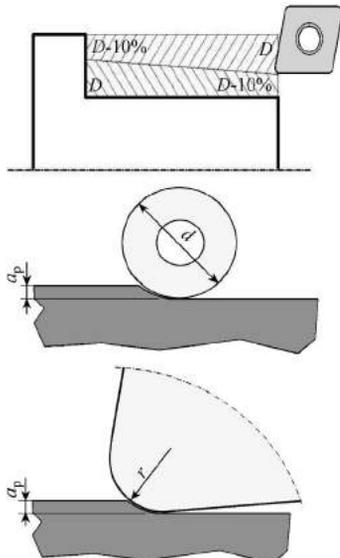
参数： $V_c = 50\text{m/min}$

$F_z = 0.75\text{mm}$

$a_p = 0.7\text{mm}$

$a_e = 16\text{mm}$

寿命：45min/刃口



(2) 车削钛合金刀具应用原则：

①粗壮的车刀杆。

②车刀片基体强壮，但刃口锋利，如圆刀片。

③刀片涂层选择 PVD 涂层。

④选择比较耐磨的刀片材质，或者 PCD，CBN 材质。

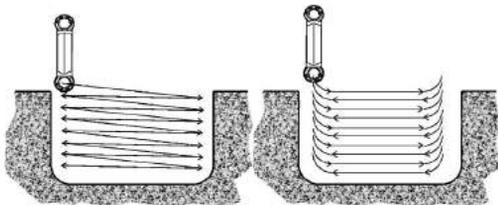
⑤尽可能保持比较小的主偏角车削。

⑥切深不超过刀尖圆角（如果选择圆刀片，切深不超过刀片直径的 25%，最好 15%；如果非圆刀片，切深不超过刀尖圆角半径的 30%）。

⑦变切深车削。

⑧尽可能减少走刀次数。

⑨高压冷却。



(3) MDT 多方向车刀的加工钛合金策略的一些建议：

①斜坡车槽。特点：一般用于钛合金粗加工，圆刀片，适用于加工深腔类盘轴零件，有助于防止沟槽磨损，将切削热分散到比较长的切削刃

区域。

②摆线车削。特点与斜坡类似。

由于车削与铣削不同，多数情况下，车削属于连续切削，往往客户面临的问题是车削钛合金不断屑问题。针对这个问题，我们强力推荐山高最具特色的产品是飞流系列（Jet-stream），即高压水射流产品系列。这款产品研制最初是为了解决英国某著名飞机发动机供应商加工机匣时遇到的问题而研发的，主要解决航空航天高温合金切削时产生的不断屑，切削效率低下的问题。这款产品的冷却和断屑效果明显，极大提高了切削效率，改善了刀具寿命，客户对该产品使用效果非常满意，对山高所付出的努力表示认可。



车削案例：

车削策略：插车槽

零件：轮盘

材料：Ti6Al4V

机床：DMG（刀柄：HSK100）

刀具：非标刀柄

刀片：WCMX080412-86 HX

参数： $V_c = 80\text{m/min}$

$F_r = 0.2\text{mm/r}$

$A_e = 16.2\text{mm}$ 最深处

$A_p = 10\text{mm}$ 插车

冷却压力 80bar

主轴最大负载 16%

寿命：45min/刀口，断屑良好

钻削钛合金时用户常面临的挑战：

①钻头寿命短。

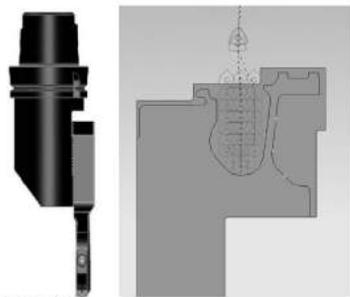
②钻削效率低。

③残余应力。

④加工硬化。

⑤出口毛刺。

钻削钛合金的应用原则，尽可能地优化钻头



槽型减少切削热：

①选择钻头的倒锥较大的钻头。

②选择刃带较窄的钻头。

③刃口经过研磨处理。

④选择后角较大的钻头。

⑤钻体经过抛光，不带涂层的钻头。

⑥当选择刀片式钻头时，选择 PVD 涂层的刀片和锋利的刀片槽型。



钻削钛合金案例 1：

零件：管板

材料：Ti6Al4V

机床：Mazak（Horizontal with Hydraulic Chuck）

孔深：12mm

钻头：SD203A-8.00-27-8R1-T

参数： $V_c = 50\text{m/min}$

$f_r = 0.16\text{mm/r}$

寿命：加工 80 个孔后，切削力，机床扭矩无变化，钻头无明显磨损。

加工轴类件新型夹具的开发

沈阳机床股份有限公司沈一车床厂 金丽英 薛亮

车床在加工轴类零件时，为了减少装夹零件辅助时间和减轻工人劳动强度，很好地保证加工工件外圆与中心孔的同轴度，经常会采用离心卡盘代替标准卡盘结构。此夹具只需成套更换卡爪，就可加工不同外圆规格范围零件，且每套卡爪可夹持某一规格范围内的工件，操作极其方便。本文就此卡盘的具体结构进行分析论述，并通过理论计算验证其可靠实用性。

一、离心卡盘的工作原理

该卡盘是利用车床主轴的高速旋转，带动卡爪转动产生离心力的原理夹紧工件。在机床主轴高速旋转时，几个卡爪同时产生离心力夹紧工件，克服切削时产生的切深抗力，当主轴旋转停止后将工件自动松开。本文论述的夹具为三爪夹紧结构，且充分遵守了六点定位法则，即，三个卡爪的同时夹紧限制工件 X 、 Y 、 Z 五个自由度，通过车床主轴锥孔内的顶尖顶住工件的中心孔，限制了最后一个 X 自由度。

二、离心卡盘结构分析

该夹具主要由花盘、固定座、滑座、卡爪、外罩等组成（见图1）。此夹具以车床主轴头的锥面定位，通过双头螺栓连接与主轴把合在一起。使用该离心卡盘时，用卡爪夹持工件外径，通过固定在车床主轴锥孔内的顶尖顶住工件的中心孔，承受切削时产生的进给抗力，可使工件的回转中心与机床主轴保持一致且同步旋转，从而保证了被加工工件外圆与中心孔的同轴度。

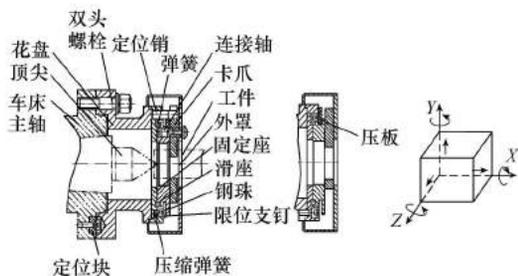


图 1

车床旋转夹具的结构设计原则是：装卸方便、质量均匀、使用安全可靠。

钻削钛合金案例 2:

材料: Ti6Al4V

机床: DMG

孔深: 137mm

钻杆: SD505 - 29 - 145 - 32R7

刀片: SCGX09T308 - P1, T250D

SPGX0903 - C1, T400D

参数: $V_c = 50\text{m/min}$

$f_r = 0.072\text{mm/r}$

结果: 孔壁质量良好

5m/刃口

结束语

综上所述,山高刀具公司在钛合金加工应用领域积累了丰富的应用经验,特别是在航空典型零件的加工,有很多独到的应用知识和解决方案。我们利用这些经验和知识与客户一道解决一个又一个在加工钛合金时遇到的挑战。如果您也在加工钛合金时遇到了这样或那样的问题,山高愿随时为您提供力所能及的帮助。□

该夹具为了装卸方便,承上启下的花盘用主锥面定位、定位块找正把合孔位置,再通过双头螺栓与主轴把合为一体。为保证卡盘整体质量均匀,该夹具的卡爪、压板及连接轴等数量均为三件,且均匀分布在夹具主体上。由于滑座与固定座之间可相对转动,当主轴高速旋转时,三个卡爪同时绕着各自固定在滑座上的连接轴摆动,从而产生离心力夹紧工件。因此,滑座与固定座连接只能通过把合在固定座上的压板卡在滑座的限位槽内,让其轴向保持一定转动间隙。考虑到三个卡爪夹持工件时的夹紧力应保持一致,故在固定座上过盈打进定位销,限制卡爪摆动角度相同,实现工件被夹持受力均匀;又因卡爪摆动的角度应受到一定范围的限制,故在固定座上用压缩弹簧顶起一个钢珠,在卡爪转到角度极限时,此钢球会掉入在滑座上限位支钉 120° 窝内,将滑座锁死(见图 2)。

对于车床高速旋转夹具、被加工零件首要考虑的应

是安全问题,因此,通过螺钉连接将外罩把合在连接轴轴头上,则将滑座、卡爪等被防护在其内,与固定座之间产生相对转动。由于外罩固定在连接轴上,卡爪工作时要求运动自如的夹紧、松开工件,所以用连接轴长度调整卡爪、滑座、外罩之间的摆动间隙,这样就实现了夹具的安全可靠性。另外,考虑到工件被切削时,滑座及卡爪、外罩在离心力的作用下相对于固定座转动一定角度,如果在机床主轴旋转停止后还会存在惯性矩,很难较快的松开工件,所以如图 3 所示,在固定座及滑座之间设置了复位弹簧,让弹簧的一端固定在固定座上,另一端固定在滑座上,当固定座随主轴旋转停止后,靠弹簧的拉伸作用带动卡爪较快复位松开工件。另外,还在卡爪夹持工件部位设有 90° 的网纹槽,增大工件与卡爪的摩擦力。

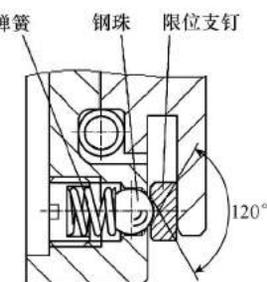


图 2 限位结构放大图

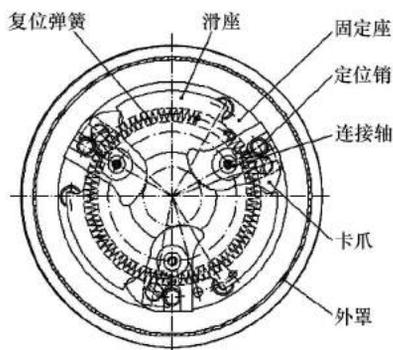


图 3 夹具工作示意图

它的操作方便、安全可靠,其次除结构合理外,更重要的是夹紧力与切削力的关系,即安全系数。

下面就以加工 $\phi 40 \sim \phi 48\text{mm}$ 规格轴类件为例,对该夹具进行验证。

第一步,夹紧力计算:

单个卡爪质量 $m = 0.14\text{kg}$,卡爪重心旋转半径 $R = 65\text{mm}$,机床主轴转速 $n = 1120\text{r/min}$ 。

单个卡爪离心力可按式计算:

$$P_1 = mR\omega^2 \quad (\text{N}) \quad (1)$$

$$\omega = 2\pi n \quad (2)$$

式中: m ——卡爪的质量, kg;

R ——卡爪的质量中心到回转中心距离, m;

ω ——卡爪的角速度, rad/s;

n ——机床主轴的转速, r/min。

由式 (1)、式 (2) 得:

单个卡爪离心力 $R_1 = mR(2\pi n)^2 = 0.14 \times 65 \times 10^{-3} \times (2\pi \times 0.14 \times 1120)^2 \approx 8832.7\text{N}$ 。因此,得出该离心卡盘夹紧力 $P = 3P_1 = 3 \times 8832.7\text{N} = 26498.1\text{N}$ 。

第二步,切削力计算:

选用被加工轴类件 $\delta_b = 0.588\text{GPa}$ 的热轧碳素结构钢,用 YT5 硬质合金刀具车削外圆,所选主偏角为 $\kappa_r = 75^\circ$,前角 $r_0 = 10^\circ$,刃倾角 $\lambda_s = -5^\circ$,刀尖圆弧 $r_s = 2\text{mm}$,工件最大外圆直径 $D = \phi 48\text{mm}$,切削深度 $\alpha_p = 5\text{mm}$,进给量 $f = 0.3\text{mm/r}$ 。

检验车床夹具的夹紧力是否可靠,主要考虑切深抗力的大小即可,其计算公式为:

$$F_y = C_{F_y} \alpha_p^{x_{\alpha_p}} f^{y_{\alpha_p}} v^{z_{\alpha_p}} = 9.81 C_{F_y} \alpha_p^{x_{\alpha_p}} f^{y_{\alpha_p}} (60v)^{z_{\alpha_p}} K_{F_y} \quad (\text{N}) \quad (3)$$

$$\text{式中: 切削速度 } v = n\pi D/1000 \quad (\text{m/s}) \quad (4)$$

$$\text{修正系数 } K_{F_y} = K_{m_{F_y}} K_{\kappa_{F_y}} K_{\lambda_{F_y}} K_{\gamma_{F_y}} K_{\lambda_{F_y}} K_{\gamma_{F_y}} \quad (5)$$

D ——被加工零件最大直径, m。

三、计算验证夹紧装置的可靠性

判断车床旋转夹具的成功与否,首先要考虑

广告客户索引 Advertisers' Index

第14届中国国际机床展览会 (CIMT2015) 广告号码 20
 The 14th China International machine Tool Show front Cover
 约翰内斯·海德汉博士 (中国) 有限公司 广告号码 41
 Heidenhain inside front cover
 重庆机床 (集团) 有限责任公司 广告号码 128
 Chongqing Machine Tool (Group) Co., Ltd. inside back cover
 沈阳机床 (集团) 有限责任公司 广告号码 36
 Shenyang Machine Tool (Group) Co. Ltd. back cover
 哈斯自动数控机械 (上海) 有限公司 广告号码 119
 HAAS Automation Asia Co., Ltd. P1
 北京凯恩帝数控技术有限公司 广告号码 138
 Beijing KND CNC Technique Co., Ltd. P2
 海克斯康测量技术 (青岛) 有限公司 广告号码 101
 Hexagon Metrology - Brown & Sharpe Qingdao, China P3
 郑州市钻石精密制造有限公司 广告号码 486
 Zhengzhou Diamond Precision Manufacturing Co., Ltd. P4
 北京北一机床股份有限公司 广告号码 47
 Beijing No. 1 Machine Tool Co., Ltd. P5
 健椿工业股份有限公司 广告号码 459
 KENTURN NANO. TEC. Co., Ltd. P6
 江苏新瑞重工科技有限公司 广告号码 264
 Jiangsu Shinri heavy Industry Science & Techology Co., Ltd. P7
 TMTS2014 台湾国际机床展
 Taiwan International Machine Tool Show. P8
 斯维福特南通精密机械有限公司 广告号码 10
 Swift Nantong Precision Machinery Co., Ltd. P9
 武汉华中数控股份有限公司 广告号码 90
 Wuhan Huazhong Numerical Control Co., Ltd. P10
 马波斯 (上海) 商贸有限公司 广告号码 414
 MARPOSSP11
 北京凯奇数控设备成套有限公司 广告号码 460
 Beijing CATCH CNC Equipment Co., Ltd. P12

洛阳鸿元轴承科技有限公司 广告号码 28
 Luoyang Hongyuan Bearing Technology Co., Ltd. P13
 南京工艺装备制造有限公司 广告号码 70
 Nanjing Technical Equipment Manufacture Co., Ltd. P14
 涌镇液压机械 (上海) 有限公司 广告号码 486
 Yongzhen Hydraulic Machinery (Shanghai) Co., Ltd. P15
 河北博纳机床附件制造有限公司 广告号码 46
 Hebei Bona Machine Tool Accessories Manufacturing Co., Ltd. P16
 保定向阳航空精密机械有限公司 广告号码 34
 Baoding Xiangyang Avitation Precision Machinery Co., Ltd. P17
 上海华谊精细化工销售有限公司 + 品牌 广告号码 322
 Shanghai Huayi Fine Chemicals Co., Ltd. P18
 德国 LANG 牌自动化上下料系统和高精度多功能虎钳 广告号码 489
 LANG TECHNIK. De P19
 四川长征机床集团有限公司 广告号码 337
 Sichuan Changzheng Machine Tool Group Co., Ltd. P20
 深圳市南护群山胶木有限责任公司 广告号码 422
 NANHUQUNSHAN P21
 济南二机床集团有限公司 广告号码 100
 Jinan No. 2 Machine Tool Group Co., Ltd. P23
 上银科技有限公司 广告号码 398
 Hiwin Technologies Corp. P24
 天津第一机床总厂 广告号码 88
 Tianjin No. 1 Machine Tool Works P25
 北京阿奇夏米尔技术服务有限责任公司 广告号码 24
 Agie Charmilles P27
 意大利展览会 + WMEM.
 29 Bi - MU, Italy P109
 品牌整版 + WMEM 广告号码 29

由 (4) 式得:

$$v = (1120/60) \pi \times 48/1000 \approx 2.81 \text{ m/s}$$

根据实例条件, 经查表得 $C_{F_y} = 199$, $x_{F_y} = 0.9$, $\gamma_{F_y} = 0.6$, $n_{F_y} = -0.3$, $K_{mF_y} = 0.90$, $K_{KF_y} = 0.62$, $K_{\gamma_{aF_y}} = 1.0$, $K_{\lambda_{F_y}} = 1.25$, $K_{\gamma_{F_y}} = 1.0$ 。

因此, 由式 (3)、式 (4) 得:

$$\text{切深抗力 } F_y = 9.81 \times 199 \times 5^{0.9} \times 0.3^{0.6} \times (60 \times 2.81)^{-0.3} K_{F_y} \text{ (N)} \approx 866.6 K_{F_y} \text{ (N)}$$

由式 (5) 得:

$$\text{修正系数 } K_{F_y} = 0.90 \times 0.62 \times 1.0 \times 1.25 \times 1.0 \approx 0.7$$

$$\text{故切深抗力 } F_y = 866.6 \times 0.7 = 606.6 \text{ (N)}$$

第三步, 对该夹具的安全系数 S_z 进行验算:

$$S_z = \frac{P\mu_{sp}}{F_y} \quad (6)$$

式中: μ_{sp} ——卡爪和工件间的摩擦系数 (可取

$$\mu_{sp} = 0.12)。$$

由 (6) 式得:

$$\text{安全系数 } S_z = \frac{26498.1 \times 0.12}{606.6} \approx 5.24$$

综上所述理论计算验证, 该离心夹具的夹紧力可以满足切削要求, 此夹具安全可靠。

四、结束语

经生产实践证明, 这种夹具不但结构精巧, 而且成本低廉、操作简单、使用方便, 很受操作者欢迎, 也减轻了劳动强度, 提高了加工精度, 收到了满意的质量效果。□

参考文献:

- [1] 陈日翟. 金属切削原理 [M]. 械工业出版社, 1985.
- [2] 北京机床研究所译 (美). 夹具 - 非标准夹装置 [M]. 械工业出版社, 1974.