

WMEM

世界制造技术与装备市场

World Manufacturing
Engineering & Market

No.4 2015
2015年8月
August 2015

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 潘云虎 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

2015年第4期(总第139期)

WMEM世界制造技术与装备市场

资讯 News

- 29 2015年机械行业运行形势严峻等3则消息
Serious state of mechanical industry in 2015 etc 3 items

特别报道 Special Report

- 30 智能制造: 热浪中的冷思考 杨青
Intelligent manufacturing: logical thinking among the hot discussing
33 下行压力加大, 何时探底成关注焦点 兰海侠
——中国机床工具工业协会理事长工作会在宝鸡召开
When will be the bottom of machine tool industry become the hot topic
35 经济低迷, DMG MORI逆势强攻 张芳丽
DMG MORI makes progress under decreasing situation

产销市场 production & Marketing

- 37 2015年上半年中国机床工具行业运行和市场发展分析 机床协会
Analysis of China machine tool and tool industry in the first half year of 2015
39 工具行业2015年中期发展形势 沈壮行
Developing trend of tools industry in the middle term of 2015

专题综述 Topical Review

- 42 中国制造业现状及国际先进制造技术发展趋势 柳百成
Present state of Chinese manufacturing industry and the trend of
advanced manufacturing technology

展品评述 Exhibits Review

- 44 第十四届中国国际机床展览会特种加工机床评述(上) 特种加工分会
Review the special machine on CIMIT2015 NTMI
52 第十四届中国国际机床展览会刀具展品综述 杨晓
Summarize of cutting tool exhibited on CIMIT2015
64 金属成形(锻压)机床的现状与发展动向 徐刚
——CIMIT2015锻压展品评述
Present situation and developing trend of metal forming machine
70 从CIMIT2015展会看自动线发展 陈洪军
Development of automatic production line according to CIMIT 2015

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

2015年第4期 (总第139期)

产品与技术 Products & Technology

- 72 对车床类可调式刀具综合工具系统的复杂性与模块化协同设计的
研究推广建议 范亚炯等
Advices about modular collaborative design and adjustable complexity of
integrated tool system for turning machine
- 77 BL-2.8*2000全自动数控落料线研发与应用 济南二机床
Development and application of BL-2.8*2000
- 80 新型金刚石磨块的研发与应用 广州奔朗
Development and application of new diamond grinding cake
- 82 大型数控回转工作台的结构分析与装配工艺要点 王 雷等
Key spot of assemble technology and structure analysis of large NC rotary table
- 86 浅谈提高汽车覆盖件模具加工的效率 江凤振等
Measures to improve the efficiency of machining the automobile panel dies

海外市场 Overseas Market

- 90 台北TIMTOS2015展会观感 机床协会
Report of TIMTOS2015
- 96 聚焦俄罗斯国际机床展览会 机床协会
Focus on the Russia International Machine Tool fair

企业风采 Enterprise Report

- 102 齿齿相依驱向世界“重机牌” 王碧霞
Chong Ji Brand is becoming the world brand
- 105 做智能化工厂的探索与实践者 董庆富
To be the researcher & doer of intelligent factory
- 38 广告客户索引
Advertisers' Index
- 消息 News (32、79、81、85、89)

WMEM

世界制造技术与装备市场

World Manufacturing Engineering & Market

编者的话

当前，机床行业下行压力加大，形势不容乐观。

在不久前召开的中国机床工具工业协会理事长工作会上，中国机床工具工业协会常务副理事长兼秘书长陈惠仁作了“行业经济运行及市场变化特点分析”报告，他通过具体统计数据对行业现状进行了客观分析判断，总结分析了行业运行的四大特征，并对未来走势给出了上述基本判断（详见P33页相关报道）。

中国机床工具工业协会刚刚发布的“2015年上半年中国机床工具行业运行和市场发展分析”报告也指出，上半年机床工具市场主要表现为两大特征，即：需求总量持续下降，以及需求结构加速升级。不难看出，今年下半年行业运行仍处于下行空间。

低迷的市场让人不免担忧，但也没必要过于悲观。我们知道，尽管这几年中国经济增速放缓，机床市场下行压力加大，但中国依然是全球最大的机床消费市场，特别是在中高端领域的潜力依然较大。近几年来，不少外企扩建厂房，增大产能，高调进军中国市场就是最好的佐证，让不少经营本已艰难的国内企业更加的雪上加霜。

机床属于典型的传统制造行业，需要长期的技术积累和传承，不切实际地想要弯道超越，在很短的时间内达到或超越国外先进水平，充其量只是一个美好的梦想。要想最终摆脱当前经营困境，机床人要回归机床制造的根本，要耐得住寂寞，克服浮躁心态，并抱有坚定的信心和持之以恒的毅力。

如今，智能技术、机器人、3D打印技术等早已成了人们议论和追逐的热点，然而相比之下，大家对于关键基础原件、功能部件，以及材料等基础性技术的关注就显得明显不足，浮躁、盲从心态暴露无遗。要改变这些，需要相关政策的支持，体制机制的保障，更需要企业管理者在思想上的认可。

思想决定意识，意识决定行动。转型之路注定艰难，没有捷径可走，需要我们付出百倍的努力！

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)2015全球创新成长百大企业第37名

入选美国NASDAQ股市机器人指数型基金(ROBO-STOX)权重排名第一

工业4.0 优质伙伴

INDUSTRIE 4.0 Bester Partner



2001~2015连续15年荣获台湾精品金质奖



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



直驱电机CNC回转工作台
Direct Drive CNC Tilt
Rotary Table



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
Direct drive Motor



伺服驱动器
Servo Drive



AC伺服电机
智慧型伺服电机
AC Servo Motor & iMotor

中国子公司

上銀科技(中国)有限公司
HIWIN TECHNOLOGIES (CHINA) CORP.
江苏省苏州市苏州工业园区唯新路59号
Tel : (512) 8068-5599
www.hiwin.cn

全球营运总部

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

关系企业

大銀微系統股份有限公司
HIWIN MIKROSYSTEM CORP.
台湾40852台中市精密机械园区精科中路6号
www.hiwinmikro.tw
business@hiwinmikro.tw

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

以色列
www.mega-fabs.com

HIWIN大陆专属经销商

天津隆创日盛科技有限公司
Tel: (022) 2742-0909

上海诺银机电科技有限公司
Tel: (021) 5588-2303

上海玖征机械设备有限公司
Tel: (021) 3471-8911

昆明万辰科技有限公司
Tel: (0871) 6830-1918

上海台银机电科技有限公司
Tel: (021) 5480-7108

深圳海威机电有限公司
Tel: (0755) 8211-2058

金太客传动科技(苏州)有限公司
Tel: (0512) 6690-9815

乐为传动科技(苏州)有限公司
Tel: (022) 2339-3860

河南广原精密机电有限公司
Tel: (0371) 8658-1630

厦门聚锐机电科技有限公司
Tel: (0592) 202-1296

索取资料请将号码09填入读者服务卡

2015年机械行业运行形势严峻

日前，中机联专家委组织召开了第二季度行业运行形势会商会。会议由中机联顾问蔡惟慈主持，执行副会长陈斌、各协会负责人和中机联相关部室等30余人出席了会议。

首先中机联介绍了机械工业上半年运行形势：2015年上半年机械工业运行形势严峻，主要经济指标逐月回落，预计年初预测的全年8%的增速指标需要下调。接着，工程机械、汽车、电工、内燃机、石油石化设备、农机、重机、印刷机械、机床、紧固件、液气密、通用机械、轴承、文办设备、仪器仪表等相关行业协会代表对本行业形势进行了介绍和分析。从交流情况看，各行业上半年运行情况都要差于去年同期，对下半年的预期

也不是很乐观。少数行业预计今年运行保持小幅增长或与去年持平，多数行业预计全年下行的可能性很大。行业运行分化程度进一步加大，与投资类相关的行业运行较差，与消费相关的行业运行相对稳定。从反映的问题看，主要集中在如何应对经营困难和“去产能、去库存”方面，特别是汽车行业目前已经进入“高基数、低增长”的运行状态，投资拉动效果明显减弱。在应对经济波动的考虑方面，不少行业协会要提出跟踪国家“走出去”和“一带一路”战略实施进展，加强产能走出去工作。同时也希望政府能出台和加强稳定实体经济和基础工业方面的产业政策，帮助行业渡过难关。

(杜智强供稿)

DMG MORI Microset新款UNO系列刀具预调仪上市

UNO系列刀具预调仪不仅操作舒适而且技术配置齐全，体现出DMG MORI Microset长期积累的成熟技术以及持续的技术发展。除触控显示屏外，RFID芯片系统以及适用于所有标准数控系统的后处理器，大量潜在设备都成为全新选配，例如自动对焦和自动驱动。UNO自动对焦功能不同于手动UNO之处在于：它自动聚焦被测切削刃。实践证明外圆上有多个切削刃时，该选配尤其能节省大量时间。此外，UNO自动驱动功能可以自动定位切削刃。用户不需要特殊知识，只需按下按钮该机就能全自动地测量多刀刃的复杂刀具及阶梯刀具。也就是说，UNO自动驱动功能相当于另一名刀具预调操作人员。如果需要，这两种设备和配置都还提供标配版的手

动操作。DMG MORI Microset的UNO自动对焦和UNO自动驱动功能的标配版配有操作舒适的系统柜及22”触控屏。

UNO系列刀具预调仪有两种规格。UNO 20|40的Z轴行程达400mm，而UNO 20|70的行程达700mm。这两种机型都为台式，配19”显示器。还可选配22”或23”触控屏以及操作舒适的系统柜。突出特点是可测量的刀具直径达100mm，即使标配版也支持卡规原理，因为X轴行程从+200mm到-50mm。除标配支持的SK 50刀柄外，通过主轴适配器，也当然支持全部常见刀柄，例如HSK、Capto、VDI、KM或BMT。

勇克荣获博世全球供应商奖

近日，德国埃尔温勇克机器制造有限公司荣获博世集团颁发的“2015博世全球供应商奖”。勇克获得的是非直接采购类奖项。总计共有来自11个国家的58个供应商获得嘉奖。今年是技术及服务供应巨头博世第14次颁发全球供应商奖。颁奖典礼于7月16日在斯图加特举办。

勇克集团领导人Rochus Mayer对获此殊荣十分自豪：“我们与客户一起研发运用于各领域以及复杂工件加工的定制化磨床。通过与客户的紧密对话，我们发展出独树一帜的方案能力，这确保我们始终处于磨削领域的巅峰。我们衷心感谢博世的莫大信任以及诚挚感谢我们员工的辛勤付出。”



工具分会在成都召开七届三次常务理事会议

中国机床工具工业协会工具分会七届三次常务理事会议于2015年6月26~27日在成都召开。今年上半年全行业面临持续走低的经济运行态势和市场状况,会议的召开因此受到各企业的高度关注,分会17家常务理事单位的主要领导和分会秘书处共30人到会。

会议的主题是研究当前工具行业的经济运行形势和企业关注的热点问题,交流当前形势下各企业改革发展的经验和转型升级的思路。

分会秘书处向常务理事会报告了对2014年工具行业市场规模以及进出口情况的分析,通报了今年上半年工具行业的总体运行情况,汇报了有关会员发展、组织会员企业签约《中国机床工具行业反不正当竞争公约》、进行通用量刃具成本价格调查以及加强信息统计工作的有关情况。

与会常务理事通过充分交流,形成以下共识:今年

1~5月我国工具消费市场呈现持续下行的态势,下行的主要原因是传统标准工量具销售下降明显,但高端产品需求仍稳中有升,说明市场需求结构发生变化。因此产品结构调整是全行业一个长期持续的战略,瞄准高端市场的同时要用新的方法把传统产品做到最好,提高质量控制标准,通过高品质产品来提高竞争力,淘汰落后产能;面对当前困难局面,各企业要通过差异化发展,在细分市场寻找机会;同时,工具行业企业要开阔视野,将自身转型升级与国家“一带一路”战略相连接,有针对性地“走出去”。会议还结合恒锋工具和广陆数测的成功经验,对传统工量具企业进入资本市场谋求更大发展进行了探讨。会议号召全体会员企业在目前中低端市场需求减缓、需求档次升级、市场下行压力加大的大背景下,要进一步规范行为,抵制假冒伪劣产品,不打价格战,保证企业和行业的经济运行质量。(工具分会秘书处 供稿)

帝目集团接到来自中国的又一大订单

近日,帝目集团接到了来自中国南昌格特拉克(江西)传动系统有限公司的又一大订单,从而进一步巩固了其在亚洲市场的领先地位。该订单,格特拉克共向帝目集团订购了12个变速箱检测台和预测工位,用于检测最新一代变速箱7DCT300。帝目集团所提供的检测台能在一个工序内完成包括校准和诊断在内的所有功能的测试与检查。

帝目集团是全球最大的自动化检测设备供应商,可为汽车工业,医疗技术与太阳能技术等领域,提供最具创新和高柔性化的自动化解决方案。在变速箱检测领域,公司专注于技术复杂的DCT双离合变速箱和混合动力变速箱的检测。这些技术复杂的功能检测台均配备了公司自主开发的具有高度灵活性的检测系统软件,以便收集工序数据。

帝目集团至今已经交付完成200多台乘用车变速箱



可用于批量生产的帝目标准化变速箱检测台

检测台,成为这一领域内全球市场供应商的领先者。目前,帝目集团在中国苏州和金坛拥有两个全资子公司。公司约45%的营业额来自于亚洲市场。

日立汽车系统将在重庆建汽车关键件工厂

6月19日,日立汽车系统项目正式签约重庆两江新区,将建汽车关键零部件工厂,这将成为日立汽车系统公司在中国最大的汽车零部件生产基地之一。这也是世界500强日立制作所在重庆的第一个制造业项目。

据悉,此次签约,日立汽车系统公司拟在重庆两江新区投资建设新的汽车关键零部件工厂,项目占地17万平方米,主要产品包括汽车底盘产品以及发动机零部件等。

目前,日立汽车系统在中国的上海、苏州、广州等

地均有生产基地,其产品涉及发动机管理系统、动力总成系统、行驶控制系统以及车载信息系统等,主要供应商有日产、通用、福特等。

未来,日立汽车系统公司将把在汽车领域先进的技术、高附加值的产品投入到重庆基地。这些零部件的生产,将提高重庆市汽车零部件的制造水平和供应能力,将确保以重庆为中心、扩大内陆发展的整车厂的本土化采购,促进重庆市汽车产业更好发展。

(来源:车讯网)

智能制造：热浪中的冷思考

中国机床工具工业协会 杨 青

由山崎马扎克（中国）有限公司以“智能化工厂探索与实践”为主题的《智能制造高峰论坛》，7月16日在宁夏银川其小巨人工厂成功举办。

论坛邀请了中机联、汽车协会、模具协会、内燃机协会、工程机械协会、仪器仪表协会的负责人和机械院、航天科技、清华大学等专家，机床工具协会受邀以调研组的方式参加论坛考察调研。

马扎克中国以其丰富的智能化工厂经验而著称，建于2000年的宁夏小巨人工厂，被誉为中国第一座智能网络化机床制造工厂，而在每年例行的面向用户的开放日活动后，举行高规格论坛还是首次，看来智能制造确实是一个很火的议题，同时小巨人也担得起智能工厂样板之称。

背景

正如中国机床工具协会常务副理事长陈惠仁在嘉宾致辞时所说，“智能制造正日益成为全球制造业最为显著的发展趋势，同时也成为全球制造业尤其是中国制造业最热门的话题，现阶段涉及智能制造的论坛和研讨会很多，也很热。”

陈惠仁进一步分析智能制造热潮的产业背景：以互联网为主要载体的新一代信息技术正在蓬勃发展，由此带来的新一轮产业变革正在我们身边发生。包括机床制



造业在内的机械制造业，也在悄然发生深刻的演进。作为工作母机，机床产业所服务的各个门类的制造业，也在发生显著变化。由于信息流动与共享的日益充分，使得机床用户的需求在两个方面发生显著变化：一是个性化、定制化需求日益增多；二是用户产品使用习惯的改变周期在不断缩短。

以市场导向为主要特征的机床制造业，近年来明显感受到来自用户端的变化带来的挑战，它使得机械制造的离散型特点愈加突出，对制造系统提出更高的柔性 and 效率要求。陈惠仁指出，智能制造无疑成为应对上述挑战的必然选择。他进一步指出中国机床消费市场的深刻变化，其基本特征为一方面需求总量明显减少，另一方面需求结构显著升级。而需求结构升级的主要方向又表

现为自动化、个性化和广泛的换挡升级，其中对自动化及智能化的需求尤为明显，这除了各个机床用户领域的转型升级需要外，还有中国劳动力供求关系已经发生拐点性变化所致。

陈惠仁对本次论坛给予积极评价：其“依托马扎克公司长期以来智能化工厂建设的丰富实践成果，以小巨人数字化工厂为物理平台”举办的论坛，“不仅能讨论智能化工厂的方向、理念、理论和方法，更重要的是，关于智能化工厂的底层技术、构成元素、实现方式和路径等等，在这里都有非常具体的展示。”

样板

小巨人机床有限公司是当之无愧的数字化工厂典范。

日本山崎马扎克公司1919年成立，是机床制造业的全球领导者之一，也是自动化加工线和智能化车间的较早实践者。据介绍早在上世纪80年代初，他们就开始生产并向客户提供FMS，到了90年代中后期，马扎克已经将IT技术应用于生产制造中，以网络化为先导进行工厂布局，打造智能化工厂(Cyber Factory)。这一点很重要，马扎克起步较早，已经数十年如一日，在智能制造领域里坚持不懈。

建于2000年的小巨人工厂，被誉为中国第一座智能网络化机床制造工厂。目前，小巨人工厂已经拥有3,100多家客户，向客户提供了15,000余台机床，尤其以自动化、制造单元形式提供给客户的机床销量逐年增加。

可以说，马扎克真正地将机床带入了智能化时代。装备智能化、生产智能化、管理智能化、服务智能化、产品智能化是马扎克以及小巨人引以为自豪的五大特点。

其实，马扎克最大的特点是他们奉行的“三不原则”：不上市、不贷款、不与其他大公司合资并购。按我们流行的热衷资本运作、尽快获取利益最大化的经营理念和范式，马扎克的观念和思路是相当保守的，他们的沉稳与执著反衬着当下国内多数企业浅尝辄止的浮躁和投机心态。而这正是真正实现智能制造的大忌。



思考

问题一：我们对智能制造的认识对吗？

在此特举中国航空制造工程学科创始人李哲浩先生在上世纪80年代末的一个观点为例。在为北航研究生作的一次有关制造工程发展的专题学术报告中，先生指出：在落后的工艺基础上搞自动化是没有出路的。先生早年的观点对我们今天发展智能制造仍有极大的现实意义。德国等发达国家的现代制造业，是经过了几百年的发展和积累，从工业1.0(机械化)走过了工业2.0(电力化、自动化)、工业3.0(信息化)，开始向工业4.0时代迈进，在制造业这个发展过程中，每一个阶段都有其需要解决的问题和自身发展的内在节奏和规律，而每一个进阶都是建立在对现有阶段的成熟建设和丰富经验之上。人家是一步一个脚印走过来的，现在根据自身的发展要求提出工业4.0，是水到渠成。

“未来将有约四成以上的世界500强企业因为在数字化方面的失守而濒临倒闭。这一趋势从包括德国、英国、美国、日本以及中国在内的各国陆续公布的战略规划就不难发现。市场格局正在重塑，新变革中的需求——由互联网、数字化构建起的智能化显然已经呼之欲出”，这是山崎马扎克商品战略部长室长崛部和也先生在论坛报告中的一段话，听后陡升紧迫感。

那么，搞智能制造到底要慢慢来还是赶紧做？其实上述两段话都有道理。国家战略规划《中国制造2025》将智能制造放在下个十年的主攻方向上，可见其重要，也因为我们与世界先进的明显差距。既有差距就要追赶，但不可能以大噱大轰的方式一蹴而就，也没有什

么弯道超车的便宜事儿。靠投入行吗？确实需要持续投入，但不是仅有投入就能实现的；靠技术行吗？确实有赖创新驱动，但不是有了核心技术就可实现的；靠管理行吗？确实期盼体制改革，但即便有了先进的企业制度就能坐享智能制造的成果了吗，答案显然都不是。

值得一提的是，论坛上现为中国工程院制造业办公室专家的屈贤明先生，在充分肯定小巨人在数字化智能化取得成果的同时指出，“我认为小巨人的工厂是一个有较强智能功能的数字化工厂，还不是严格意义上的智能工厂。” CIMIT2015期间，马扎克向中国市场介绍了新的制造理念——Smooth Technology，并推出了新一代智能工厂“iSF”概念。事实上已经在智能制造占据行业领先地位的马扎克公司，不仅没有放慢他们前行的步伐，而且在不断扩大优势。

可见，智能制造是一个过程，甚至不是目的。它不是哪一天突然降临，而是在日积月累中水到渠成。事实上我们正在经历的变革并非从今天才开始，其发生发展有着自己内在规律，不以人的主观意志所左右，只有循序渐进因势利导才能真正达到目标。

问题二：小巨人为什么不怕你看？

自2004年起，马扎克中国每年举办一次“制造未来”展示会，小巨人工厂已经连续成功举办了11届。累计有超过4000家客户的上万人次管理者和专家考察了全面开放的小巨人智能化工厂，了解马扎克工厂智能化的主要元素。今年参加论坛的所有来宾包括机床行业的同行专家，也都由主办方安排了近两个小时的现场参观，小巨人将加工、装配、检测等全部工艺流程开放，

并允许拍照，马扎克自信及开放的心态不言而喻。

曾几何时，日本企业的谨慎和戒备性格在业内有目共睹，而现在马扎克所表现出的开放与自信从何而来？两个小时的参观，外行看热闹内行看门道，而即使真真切切把小巨人看了个遍，也未必就把马扎克最本质的东西看了去。

据马扎克中国总裁董庆富介绍，小巨人有800多员工，其中只有5个日本人，而且并不在主要领导岗位，主要决策由中国人做主。但做的是日本制造，搞的是日本管理，为什么中国人进了日本人的公司，素质和理念就变了，董庆富认为：人的观念和素质是决定企业成败的决定性因素。

小巨人产品线检验岗位的年轻工人，在验收一台以专业眼光看都无可挑剔的床子时，能鸡蛋里挑骨头把一条条质量瑕疵，写满两张纸，按照这个标准，我们国内同行的产品大概能写满更多张纸。而这些问题的修正需要打回到各个相关工序，大家领回去会以精益求精的态度完成工作，决不会发生我们熟悉的“哥们，你干嘛故意难为我”的桥段。5S管理在多数企业都在实施，但如小巨人数十年如一日，每天都以十二分的认真去做的工作，并不多。即便是清洁地板这样一件最为简单的工作，做成了常年没有卫生死角、没有一点油渍的境界，可见这个企业的过人之处。他们称此为“工匠精神”。

这就是马扎克的世界，也就是我们常说的企业文化。把800个中国人组织在一起，成就了一个先进的日本企业。也许他们的实践对我们中国同行向智能制造的进发，能有所启示。□

传统数控机床升级具备3D打印功能

美国制造（美国国家增材制造创新机构）近日宣布，首次将传统的数控机床立式加工设备进行升级，使其能够采用激光工程化净成形实现金属3D打印。

该项目获得美国制造资助，由Optomec公司牵头，项目团队包括MachMotion公司、TechSolve公司、洛克希德丁公司和美国陆军贝尼特实验室。该项目通过采用模块化设计方式，嵌入最新的控制系统、轨迹规划系统和质量监控系统，能将任意的数控机床升级使其具备3D打印功能，从而经济有效地实现增材

和减材制造工艺的结合。

该项目证明了美国制造有效加速增材制造技术向主流制造技术过渡的使命，这一成果将有望对制造业产生改变游戏规则的影响。一台机床同时具备增材和减材功能，将极大地影响企业的加工能力和成本效益。此外，美国制造还将与行业专家进一步讨论数控机床升级3D打印技术，并探讨在车间集成先进增材制造技术的挑战机遇及长期影响。

（来源：中国特种加工网）

下行压力加大

何时探底成关注焦点

——中国机床工具工业协会理事长工作会在宝鸡召开

中国机床工具工业协会传媒部 兰海侠

7月24~25日，2015中国机床工具工业协会理事长工作会议在宝鸡召开，会议由中国机床工具工业协会轮值理事长、秦川机床工具集团股份有限公司董事长龙兴元主持，轮值理事长（7月26日始为当值理事长）济南二机床集团有限公司董事长张志刚、轮值理事长北京北一机床股份有限公司董事长王旭，及理事长、副理事长单位相关负责人等共60余人参加了会议。

会上，中国机床工具工业协会常务副理事长兼秘书长陈惠仁作“行业经济运行及市场变化特点分析”报告，陈惠仁通过具体翔实的统计数据对行业现状进行了分析判断，向与会者提出了值得关注的最新市场变化，并对今明两年行业发展态势进行了基本预估。

机床工具行业此轮下行始于2011年下半年，至今已整整4年。这4年中行业的现状发生了哪些变化？呈现出怎样的特征？陈惠仁在报告中总结了眼下行业发展的四个显著特征。

行业运行呈现四大特征

特征一：行业主体仍然处于下行区间，并且下行压力进一步加大。根据中国机床工具工业协会统计数据，无论是全行业，还是细分到金属切削机床、金属成形机床以及工量具子行业，今年1~5月行业主要经济指标累计值同比，即主营业务收入以及利润总额都在下降。全行业主营业务收入同比下降4.3%，利润同比下降17.8%，库存同比上升3.5%，订单同比下降5.9%，其中金切机床利润总额下降最大，行业唯一的亮点是金属成形机床新增订单同比在上升。

陈惠仁指出，特别值得注意的是，几个子行业变化明显，一些之前表现强势的子行业呈现下行趋势。比如前几年相对稳定的工具行业，今年上半年开始呈现下降



会议现场

态势；此外一直表现抗跌的金属成形机床今年上半年也开始出现下降态势。

特征二：行业需求总量明显减少，需求结构显著升级的市场变化特征日益明显。2011年行业下行伊始，行业发展即呈现需求总量减少，需求结构升级的趋势，现在看，这个特征越来越明显。根据中国机床工具工业协会统计数据，2011~2014年，中国机床消费市场总量一直在下降，在总量下降的同时，需求结构显著升级。

陈惠仁总结，需求升级主要体现在三个方面，即自动化、客户化、换挡升级。以某用户行业4年来进口加工中心的数据为例，该行业4轴以下加工中心在进口加工中心总量占比逐年下降，从2011年的占比51%下降为2014年的22.2%。这一方面反映了用户行业需求升级，另一方面也表明国产加工中心快速进步，在一定程度上实现了替代进口。

特征三：多方面的行业结构分化开始显现。多年来，业界一直有国有、私营、外资三分天下的说法，但是这种格局已经被悄然打破。根据国家统计局和海关数据，2014年全行业主体构成情况，私营企业主营业务收入占比已经接近80%，利润占比超过80%，出口占比接近60%，私营企业数量占比达到80%。再看一下从2011年到2014年的数据变化，无论是全行业，还是金属加工、工具量具子行业，国有企业主营业务收入、利润总额和企业数量都呈大幅下降趋势，外资企业也在下降，只是幅度较小，个别指标微弱上升，而同一时期，私营企业无论是主营收入，还是利润总额、企业数量都呈现显著上升趋势。

数据表明，私营经济已经是机床行业的绝对主体，国营和外资则各有长短。可见，在经济下行的大环境中，不利于国有体制的发挥。陈惠仁总结，4年来，受冲击最大的是两个群体，一是长期占据市场主导地位的大企业，一个是处于行业价值链最低端的小微企业，与此同时，部分民营企业逆势上扬，显示强劲的增长实力，这种变化是结构性的。

此外行业的结构分化是多方面的。根据中国机床工具工业协会2011~2014年金加机床主体构成变化情况统计数据，2012年，金切和成形产出和增长率开始明显分化，成形明显优于金切。另外，金切机床2014年和2011年主要指标的对比，无论主营业务收入还是利润总额都是大幅下降，而成形机床的主营业务收入下降很小，利润总额下降幅度也远远小于金切机床。

特征四：行业转型调整过程中呈现积极变化。一个直接的表现就是行业数控化率大大提升，2011年我国机床产值数控化率是64.2%，2014年达到75.3%。

（上接第1版）另外，市场结构也出现显著变化。2011年出口在整体市场中占比8.5%，2014年这一比例上升到13.9%。除了这种产业结构的积极变化，陈惠仁强调，行业企业用户意识普遍增强，为重点服领域提供服务的能力不断提高等，都是在行业下行区间呈现的积极信号。

值得关注的拐点性变化

机床市场发生的变化，有些是周期性的，但有些是拐点性的。陈惠仁认为：首先，中国经济的重化工业高速发展阶段，已经趋于结束，对机床工具市场产生显著影响，尤其是对重型机床市场影响巨大。其次，国家经济发展动力的结构性变化，对中国机床消费市场也产生重要影响。从2011年开始，消费连续4年开始超过投资，成为第一拉动力。例如受益于智能手机市场的火爆，立

式加工中心市场这两年逆势上扬。再如汽车，用于消费的乘用车市场明显优于用于投资的商用车市场。这些变化都表明，随着中国经济结构的逐步调整，消费品制造形成的拉动力将越来越强。

陈惠仁强调，今年上半年用户市场有两个变化需关注。一是汽车市场产销量显著下降，上半年汽车产量增长2.6%，回落6.9个百分点，销量增长1.4%，回落7个百分点，特别是6月份，产销双下降，汽车一直是机床行业稳定的用户市场，今年的下行多年未见。二是手机市场也开始下跌，根据国统局数据，今年一季度手机市场是负增长，同比下降13.6%。

对未来走势持稳健判断居多

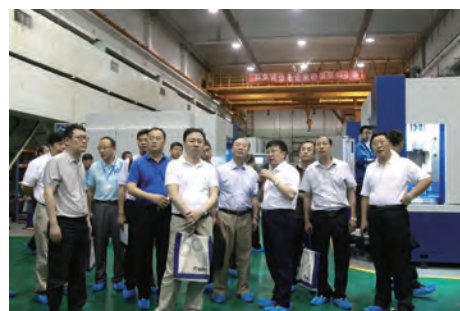
7月15日国家统计局发布数据，我国上半年GDP增长7%，对此评价是中国经济成功稳住阵脚。陈惠仁指出，对行业未来走势，现在有不同看法，乐观的看法是经济正从底部开始爬升，稳健的看法是今明两年是新常态下的艰难期，经济可能明年年中探底，然后缓慢回升。

事实上，我国经济发展的突出问题还是结构失衡，具体表现为经济资源脱“实”向“虚”，只有扭转这种局面，经济的回升才有基础。这个扭转需要时间，不可能一蹴而就。基于这一判断，陈惠仁对行业今明两年的基本估计是：第一，中国机床消费市场的基本特征和变化趋势将更加明显；第二，行业运行还将承受更大的下行压力；第三，市场格局、企业竞争的结构性分化将进一步显现；第四，政府和企业的积极作为将有效对冲下行压力。

此外，中国机床工具工业协会高级顾问邵钦作在会上做了“中国机床工具2020（讨论稿）”编制说明。同

时，会议还提交了关于开展“中国机床工具工业协会标准”的工作议案。

会议还特别邀请睿行通泰（北京）管理顾问有限公司董事长王志军作专题讲座——“互联网+OTO(Online To Offline)+精细化管理——机床行业创新转型与有效突破的必然选择”。□



代表们参观秦川机床生产现场

经济低迷 DMG MORI逆势强攻

中国机床工具工业协会传媒部 张芳丽

2015年7月20-23日，机床行业仍在水深火热中承受煎熬之际，DMG MORI在其日本伊贺事业部举办了盛大的创新日开放活动，邀请了全球机床用户和专业媒体代表前去参观、交流。来宾们参观了大型机床展厅和工厂设计室及车间。

持续创新，多台全球首发机床集中展示

DMG MORI的此次活动类似在中国天津工厂举办的开放日活动，只是规模更为盛大。此次在伊贺事业部集中展示了58台最新机床，全部配装DMG MORI自行研发的CELOS控制系统，并搭载着最新功能和应用程序。这58台金切机床，按不同应用分别摆放于汽车制造、航空航天、模具制造、医疗器械等几大不同的功能展区。功能区和相关机床都进行了精心设计和布局，体现了DMG MORI对其主攻领域的专注和用心。

值得关注的是，此次展出的机床中，有7台全球首发机床，分别是：NLX3000车床、ecoMILL 600V/800V/1100V铣床、LASERTEC4300 3D加工机、WASINO系列A-18S和G-07。总裁森雅彦对LASERTEC4300 3D加工机进行了较详细的介绍，该机是在5轴车铣机床上融合了最新激光3D打印技术，进一步提升了工件表面质量和精度，特别适合大型精密部件的加工。WASINO A-18S也是该公司特别推荐的创新产



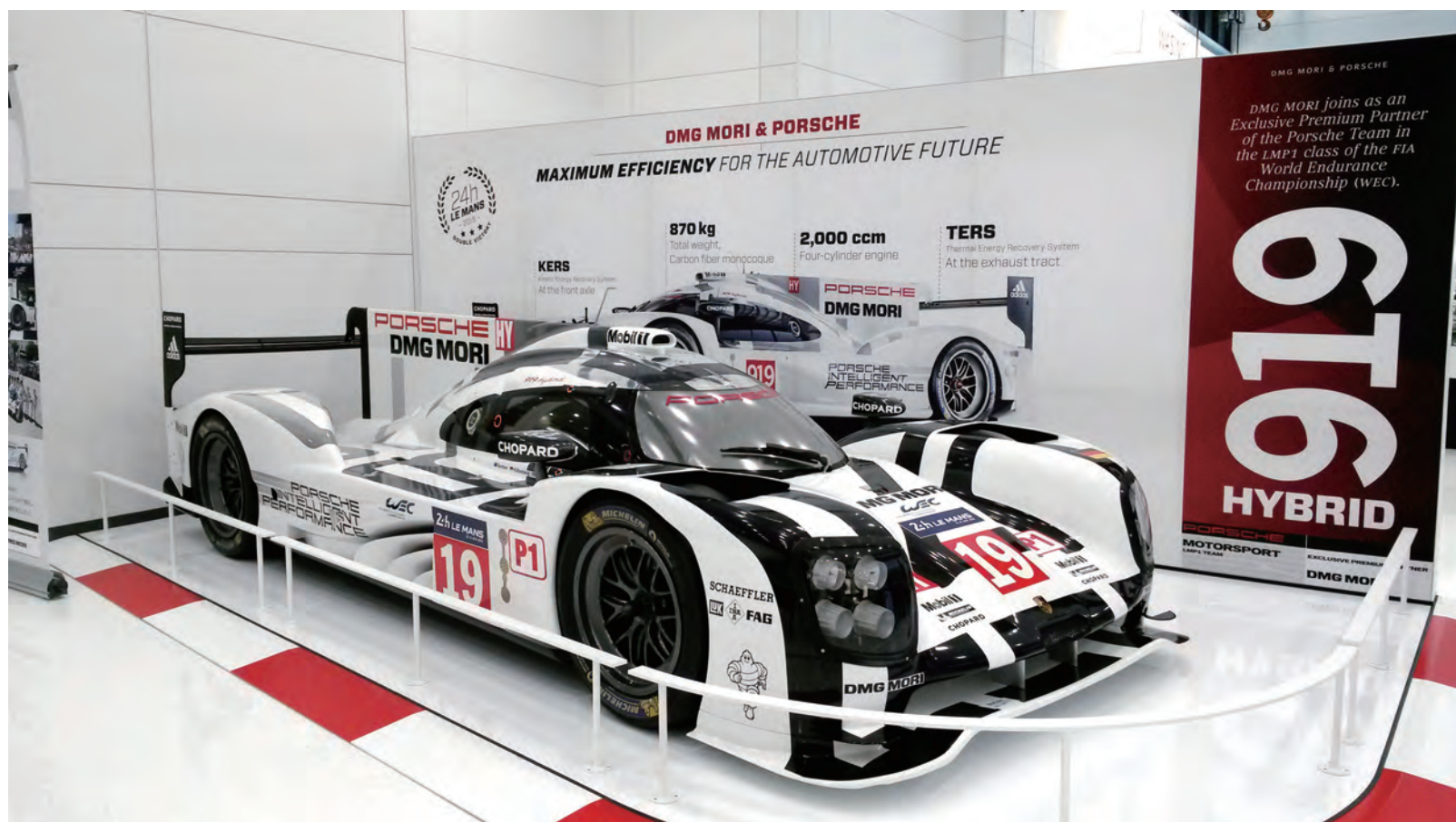
LASERTEC4300 3D加工机外观

品，这是一台紧凑型多功能复合车削中心，可在最有限的空间内进行多轴车削。

注重用户需求，业绩连年提升

DMG和MORI自2013年名称合并后的两年内，于2015年5月实现财务全部合并。从2015年的财务年报显示，DMG MORI集团2014和2015年的销售额和销售收入等主要财务运行指标逐年提升，2015年的营业收入同比增加8.2%，净收入同比增加8.7%。DMG MORI机床的主要市场在美洲、日本和欧洲，占比分别为36%、32%和20%，在中国的销售占比为7%。

目前DMG MORI的核心业务主要有各系列机床产



与汽车领域用户进行深度合作

品、用户解决方案和售后服务及配件，主要服务领域是航空航天、汽车制造、模具制造和医疗器械等。其产品更新速度很快，不断推出创新产品。同时，十分注重满足不同领域用户的最新需求，并在汽车等重点需求领域开展深度合作。DMG MORI在世界各主要基地都配备有专家级技术人员，能够及时为各种加工需求提供最佳解决方案，伊贺事业部号称拥有全球最大解决方案中心。在产品设计研发中注重产品的复合化、高效率 and 低成本，连小小的LED照明灯都体现了为用户节约成本的考虑。其外围备品备件也能满足最便利、快捷的技术支撑。

工厂参观中，看到了实时售后服务的操作流程和生

产实时监控情况。通过GPS远程监控，公司能够及时了解遍布全球的机床运转情况，在接到故障报修信息时，能够快速启动维修服务流程。在车间生产环节，也能够通过大屏幕监控器，实时了解每个工位、每台机床的具体情况和操作人员姓名。

毫无疑问，DMG MORI的经营策略和不断创新的理念，应为我们中国机床工具行业企业带来启发。在全球经济低迷、特别是机床市场连年下滑的情况下，DMG MORI能保持销售和收入增长，与其近几年不断创新产品、提升用户服务不无关系。其用户领域分布广泛、充分了解用户需求，并及时满足用户需求的经营策略，也值得我们参考和借鉴。□

2015 年上半年中国机床工具行业运行和市场发展分析

中国机床工具工业协会

2015 年上半年中国机床工具行业和市场延续下行走势,并进一步呈现结构升级和分化的变化特征。根据中国机床工具行业重点联系网络和海关的统计数据,对中国机床工具行业和市场上半年的运行和发展趋势进行分析。

一、上半年行业运行概况

在市场需求持续疲弱的影响下,机床工具行业 1~6 月份运行呈现明显的惯性下滑趋势。行业重点联系网络 6 月份统计数据显示,主营业务收入、工业总产值和销售产值呈现同比下降的企业已经接近全部的 70%,其中亏损企业占比接近 40%。上半年行业运行突出反映以下情况。

1. 需求进一步疲弱,销售持续下降

2015 年 1~6 月,金属加工机床新增订单同比下降 6.3%。其中,金属切削机床新增订单同比下降 8.7%;金属成形机床新增订单同比增长 4.3%。同期全行业主营业务收入同比下降 4.6%,金属加工机床主营业务收入同比下降 6.4%。其中,金属切削机床主营业务收入同比下降 6%;金属成形机床主营业务收入同比下降 8.7%。

2. 生产大幅下降,库存仍然处于高位

2015 年 1~6 月,金属加工机床产量同比下降 15.3%。其中,金切机床的产量同比下降 14.8%,金属成形机床的产量同比下降 17.5%。同期全行业产成品存货同比增长 4.1%,金属加工机床产成品存货同比下降 0.9%。其中,金切机床同比下降 0.5%,金属成形机床同比下降 3.3%。

3. 利润持续下滑*,亏损面处于高位

2015 年 1~6 月,全行业利润总额同比下降

16.6%,金属加工机床利润总额同比下降 29.9%。其中,金切机床同比下降 207.1%,金属成形机床同比下降 10.9%。同期全行业亏损企业占比为 39.4%,金属加工机床亏损企业占比为 43.5%。其中,金切机床为 48.6%,金属成形机床为 18.2%。

4. 出口保持增长,增速回落

2015 年 1~6 月,机床工具商品出口总额 53.93 亿美元,同比增长 2.3%,增速较去年同期下降 16.2 个百分点。其中,金属加工机床出口额 15.59 亿美元,同比增加 3.7%;金属切削机床出口额 10.44 亿美元,同比增加 8%;金属成形机床出口额 5.14 亿美元,同比下降 4%。

二、上半年市场最新特征

1. 需求总量持续下降

在国内市场需求低迷和投资增速下降的影响下,上半年国内机床工具产出和进口均呈现走弱的趋势。2015 年 1~6 月,全社会固定资产投资完成额累计同比增长 11.4%,第二产业固定资产投资完成额累计同比增长 9.3%,增速较去年同期分别下降 5.9 和 5 个百分点。同期机床工具商品进口总额 73.9 亿美元,同比下降 9.3%;金属加工机床进口额 42.42 亿美元,同比下降 14.1%;金属切削机床进口额 33.82 亿美元,同比下降 15.3%;金属成形机床进口额 8.61 亿美元,同比下降 9.2%;工量具进口额 7.5 亿美元,同比下降 2.6%。因此,上半年国内机床工具消费市场规模总量进一步下降。

广告客户索引 Advertisers' Index

约翰内斯·海德汉博士(中国)有限公司	广告号码 41
Heidenhain	front Cover
开天传动技术(上海)有限公司	
KTR Co., Ltd.	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
GF 加工方案	
GF Machining Solutions	P1
西门子(中国)有限公司数字化工厂集团	广告号码 89
Siemens Co. Ltd.	P2
埃马克机床(太仓)有限公司	广告号码 428
EMAG Machine Tools (Taicang) Co., Ltd.	P3
亚德客国际集团	广告号码 491
AirTAC International Group	P4
卡尔蔡司(上海)管理有限公司	广告号码 488
ZEISS Co. Ltd.	P5
上海松德数控刀具制造有限公司	广告号码 492
Shanghai Sunder NC-tools Manufacture Co., Ltd.	P6
健椿工业股份有限公司	广告号码 459
KENTURN NANO TEC Co., Ltd.	P7
山东法因数控机械股份有限公司	广告号码 38
Shandong FIN CNC Machine Co., Ltd.	P8
涌镇液压机械(上海)有限公司	广告号码 486
Yongzhen Hydraulic Machinery (Shanghai) Co., Ltd.	P9
北京阿奇夏米尔技术服务有限责任公司	广告号码 24
Agie Charmilles	P10
武汉华中数控股份有限公司	广告号码 90

Wuhan Huazhong Numerical Control Co., Ltd.	P11
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
江苏科瑞斯机件有限公司	
Jiangsu KRIUS Machine Parts and Accessories Co., Ltd.	P13
南京南特精密机械有限公司	
Nanjing Grinding-Tec Precision Co., Ltd.	P14
三一重型机器有限公司	
SANY Heavy Machine Co., Ltd.	P15
美孚工业润滑油	
Mobilindustrial Co., Ltd.	P16
保定向阳航空精密机械有限公司	广告号码 34
Baoding Xiangyang Aviation Precision Machinery Co., Ltd.	P17
米兰欧洲机床展	广告号码 332
EMO MILANO2015 Show	P18
柯昆(昆山)自动化有限公司	
COMAU Co., Ltd.	P19
北京北一机床股份有限公司	广告号码 47
Beijing No1 Machine Tool Co., Ltd.	P21
上银科技有限公司	广告号码 398
Hiwin Technologies Corp.	P22
天津第一机床总厂	广告号码 88
Tianjin No.1 Machine Tool Works	P23
南京工艺装备制造有限公司	广告号码 70
Nanjing Technical Equipment Manufacture Co., Ltd.	P25
马波斯(上海)商贸有限公司	广告号码 414
MARPOSS	P26
博恩斯坦电子(太仓)有限公司	
Bernstein AG	P27

2. 需求结构加速升级

市场需求结构加速升级从行业运行和进口统计数据中均有反映,具体表现为:

(1) 金属加工机床产品产值数控化率持续上升,主要原因是非数控机床产品产出大幅下降。2015年1~6月,金属加工机床产品产值数控化率为75.3%,较去年同期增加4.3个百分点。

(2) 切削刀具方面,国产切削刀具中比重较大的低端产品(高速钢钻头)大幅下降,而以满足中高端市场需求为主的进口切削刀具保持快速增长。

三、变化与估计

(1) 以投资拉动为主的传统重化工业需求正在被以消费拉动为主的新兴制造业快速赶超,在

此过程中不同细分市场、分行业和企业运行正在进一步分化。

(2) 从全行业看,无论是金属加工机床,还是工量具、功能部件和数控系统都面临低端普通产品市场需求大幅萎缩的情况。由于行业产品结构的低端普通产品比重较大,所以加快产品结构升级将是应对市场需求结构变化的首要任务。

(3) 出口在总量和结构上都在发生积极变化,金属加工机床出口保持较快增长,在全部出口额中的比重不断提高。加强出口业务,可利用国际市场和经济体间的波动周期差,分散依赖单一市场波动对企业运行的影响。

(4) 预计2015年中国机床工具市场规模将小幅下降,行业运行还将处于下行区间。□

工具行业 2015 年中期发展形势

中国机床工具工业协会工具分会秘书处 沈壮行

一、进入 2015 年，我国工具市场的复苏势头遭遇新的挑战

进入 2015 年以后，我国宏观经济形势总体平稳，但制造业的下行态势影响到工具销售体系，相当多的工具企业销售形势比去年严峻。根据工具分会的统计数据，2014 年下半年，有 2/3 的会员企业销售保持了稳中有升的良好态势，扭转了连续两年的下滑趋势，实现了销售和效益双增长，出口也表现了较强的回升势头。



图 1 最近三年国内刀具市场规模及进口、国产刀具所占份额

进入 2015 年以后，始于 2014 年 4 季度的销售形势恶化加剧，参加统计的企业中不到 1/4 实现销售增长，全行业出现平均近 10% 的负增长。与此形成对比的是，今年以来在华外企销售增长的比例超过半数，总体情况好于国内企业。

下面从宏观和微观两个层面，分析今年以来国内工具市场复苏过程出现波折的原因和企业应采取的对策。

二、我国宏观经济形势的焦点分析——经济下行压力的来源和稳增长的对策

在官方有关经济形势的报告中，有一句话不

断重复出现。就是“经济运行总体平稳，但也面临着较大的下行压力。”而下行压力尽头在哪里？走势如何？

分析认为，制造业下行压力主要表现在部分行业产能过剩。但问题的实质是最终需求不足，导致销售不畅。而需求不足的根本原因，仍是经济增长换挡期、结构调整阵痛期及前期刺激政策消化期“三期叠加”的影响。

为了改变这种状况，近年来国家提出了扩大内需、转变发展方式的明确指导方针，并且着力推行。但统计数据显示，提高消费率很难，当前稳增长的措施还得靠投资。在总结过去粗放型发展模式经验教训的基础上，政府提出对不同领域的投资进行分类指导，制定有侧重的发展政策，定向发力，把资金用在刀刃上，发挥最大效果。对基础设施、房地产和制造业等三大领域的投资各有侧重，区别对待。

(1) 关于基础设施投资。有关专家指出，中国在基础设施建设方面有很大的空间，还可以依靠大量投资拉动 GDP。但目前的问题是，基础设施建设主要靠地方政府投资，这是发生各种弊病和风险的根源。因而，扩大基础设施投资必须坚持两条：第一、选对项目，力求有市场，有长期回报，把资金投到符合发展方向的地方；第二、资金来源多元化，能否吸引社会资金积极投向基础设施建设，是稳增长的关键。为此，要整体推进财税、金融和投资体制的改革。

(2) 关于房地产投资。房地产业对稳增长有关键影响，因为它能为上下游几十个产业创造大量的需求，是我国经济发展的重要支柱，也是当前稳增长的重要抓手。但多年来在地方政府土地财政、货币超发以及资本市场发展滞后等多种原

因作用下，房地产业成为投资首选，促使其畸形发展，引发经济和社会风险。新一届政府在总结经验教训、深化改革的基础上，通过出台一系列政策取得了明显成效。但当前房地产业的整体情况，仍处于深度调整中。

(3) 关于制造业投资。制造业是国民经济的基础，这在全球已形成广泛共识，制造业投资是稳增长的重要方面，自不待言。但我国经济学界多数意见，希望政府不要直接干预某个产业的发展。过去的经验证明，即使是战略性新兴产业，政府插手，各地都会一哄而上，其后果是重复投资、产能过剩，甚至引发恶性竞争。倒是企业在发展中根据市场需要，确定产业和产品结构调整的方向，才是最切合实际的。广大企业更希望，政府要把主要精力放在建立公平竞争秩序方面。同时，金融要坚持为实体经济服务的方向不动摇。从现实情况看，政府要通过深化改革为企业发展创造一个更加宽松的环境，仍然任重道远。

从以上分析可以看到，引发当前经济下行的原因，是许多积累已久的深层次矛盾凸显。所以，靠老办法来稳增长是不行的，必须通过深化改革，化解矛盾风险，激发新的动力，才能奏效。我国经济发展进入新常态，既有新挑战，也有新机遇。

最近几年的经验告诉我们，工具市场的波动，和产业链上各个环节对经济前景的预期密切相关，广大企业需要多下功夫、多做调研，防止对形势发生误判。

三、工具企业在新常态下应有更好的作为

面对严峻形势，广大企业要充满信心，攻坚克难，争取在新常态下有更好的作为。通过下面对全球和中国制造业发展态势的介绍和分析，广大企业就会看到，我国和全球工具市场发展前景良好，机遇大于挑战，只要紧跟现代制造业发展的步伐，瞄准提高劳动生产率这个永恒的主题，调整产品结构，提高服务水平，就一定会有更好的作为，为企业发展打开新局面。

1. 抓住新常态带来的巨大发展机遇

全球金融危机后，在各国政府的重视下，全球机械制造业正出现加速增长的良好态势，工具

市场发展前景良好

2008年全球金融危机以后，发达国家总结了产业空心化对经济造成危害的教训，大力加强了对制造业发展的关注。奥巴马重振制造业已初见成效，一些美国制造企业开始回迁本土，新兴产业发展势头强劲；日本则始终把提高制造业出口竞争力作为重振经济的主要手段；而制造业强国德国推出了“工业4.0”，这个标准的核心是“智能制造”，德国总理默克尔声称要把这个标准推向欧洲，以至全球，在新一轮制造业竞争中发挥推动和引领的角色。我国是世界制造业第一大国，但大而不强始终是制约制造业进一步发展的最大障碍。李克强总理在今年政府工作报告提出，要实施“中国制造2025”，坚持创新驱动、智能转型、强化基础、绿色发展，加快从制造大国转向制造强国。在这一过程中，智能制造是主攻方向，也是从制造大国转向制造强国的根本路径。

请大家注意，在全球经济复苏缓慢，脆弱的增长势头不时遭遇一波三折的背景下，各国毫无例外都在大力扶持制造业的发展，可见制造业在现代经济发展中的重要地位。由此可以确信，工具行业稳定的市场前景是得天独厚的。广大工具企业一定要珍惜这种机遇，把它转换成“转方式、调结构”的强大动力。当然与此同时，也要看到，在为现代制造业服务的能力上，我们和发达国家的同行相比，差距很大。所以，今后在为赢得国内、国际市场份额的竞争中，我国工具企业还要面临严峻的挑战。

关于全球制造业加速发展的态势，美国 KENAMETAL（肯纳金属）公司发表了一份调研材料（见图2）。从图2可以看出（绿色圆形符号表示加速增长），除了少数地区的部分行业以外，全球各大洲都呈现出制造业普遍加速增长的态势。肯纳公司的调研还显示，东欧、韩国、拉丁美洲、印度、中国等新兴市场需求将会更快增长。

SANDVIK（山特维克）公司表示，在全球制造业平稳向好的背景下，对工具的需求年增长率将保持在4%~5%的水平。但跨国工具集团，由于其强大的实力，其销售增长率要高于平均水平。例如在中国的销售，该公司的评价是，尽管中国



图2 全球制造业普遍呈现加速增长的良好态势

经济增速在下行，但对工具的需求仍然旺盛。据悉，2014年该集团下属各公司在华销售增长在8%~10%之间。可见，工具的销售业绩，和国民经济的增长率之间，并无绝对的正相关关系。这一点，在经济低增长的日、美、欧各国表现得更为明显。如日本OSG工具公司历年销售都快速增长，其中2015年一季度，其全球销售同比增长12.7%，亚洲销售同比增长20%，这都无法从低迷的宏观经济数据中得到任何印证。由此可见，机械行业以至工具行业的销售形势有其自身的规律，简单地根据GDP指标的变化来推测会出现很大偏差。

2. 工具企业要主动迎接新常态带来的挑战

在现代制造业加速发展的背景下，我国工具企业产品结构落后，整体服务水平差的矛盾再次凸显。

这个问题是我们行业讨论了十几年的老话题，问题的焦点是：现代制造业需要配套的是“三高一专”的现代高效刀具，而国内工具企业能够大批供应的则是低效率的传统标准刀具。这种配套能力的差距造成的后果是，新世纪初我国现代制造业加速发展的时候，所需的“三高一专”高效刀具，几乎全部依赖进口。那几年，进口刀具在中国的销售，可以用爆炸式增长来形容。图3是山特维克公司公布的2001~2006年在中国销售猛增的情况。

最近几年，随着国内工具企业的发展进步，这种情况正在发生变化。国产高效刀具从无到有，取得了长足进步。目前，在制造业高端刀具市场上，国产刀具的比重已经上升到25%~30%。但是，现在情况又出现了新的变化。如前所述，全球

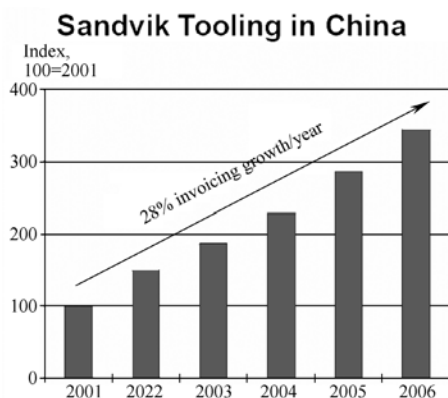


图3 2001~2006年山特维克在中国销售年均增长28%

加速推进制造业现代化，对高端刀具的需求日益提升。国内制造业在转方式、调结构的过程中，淘汰落后产能，减掉了对传统标准刀具的需求，增加了对高端刀具的需求。这一减一加之间，就产生了新的缺口，凸显工具企业产品结构调整的速度，再一次大大落后于客观需要。主要表现在两个方面：①传统标准刀具需求下降速度加快；②我国工具企业为制造业提供解决方案的能力不足，服务水平偏低，这已成为进一步转型升级的重大瓶颈。

目前国内有少数工具企业开始在提高整体服务能力上下功夫，并初见成效，但这还远远不够。从现代制造业发展的需求看，进入这个领域的所有工具企业，都要把为制造业全面“提质增效”出谋划策的整体能力，作为必修课。

3. 工具企业要正确认识新常态的深刻内涵

经济学界指出，去年中央提出经济新常态的概念，有着深刻的战略内涵。是对我国经济发展阶段性特征的高度概括，是对经济转型升级的规律性认识。从现阶段看新常态有三大特点，一是经济从高速增长转为中高速增长，二是经济结构不断优化升级，三是发展动力从要素驱动、投资驱动转向创新驱动。从这三条看，第一条，经济从高速增长转为中高速增长，已经成为现实。目前的任务是要稳住增长，防止经济下滑趋势。第二条，经济结构不断优化升级，正在进行，但从工具企业的现状看，结构调整速度落后于发展需要，应加快步伐。第三条，发展动力要转向创新驱动

中国制造业现状及国际先进制造技术发展趋势

清华大学 柳百成

【摘要】 本文是中国工程院院士、清华大学机械工程系柳百成教授，在2014年10月25日的JIC投资论坛“全球高端制造业发展和机遇”上的主题演讲实录，论述了制造业的现状、面临的挑战和先进制造技术的发展趋势。根据录音整理，未经本人确认。

我今天的报告题目是中国制造业现状及国际先进制造技术发展趋势，主要从学科的发展角度跟大家做一个介绍。我的报告主要分三个方面，第一是制造业的现状；第二是制造业面临的新挑战；第三重点讲一下国际先进制造技术发展趋势。

一、制造业的现状

大家知道，制造业，特别是装备制造业是国民经济和国防建设、建设创新型国家的支柱型产业，具有重要的战略和现实意义。我国制造业取得了举世瞩目的成就，比如30万吨的油轮、国防的轰炸机和歼击机等，但我今天着重要谈的是，我国已经是制造大国了，我国制造业已经从2011年开始超过美国成为了世界第一制造大国，但还远不是制造强国。为什么不是制造强国？主要表现为创新能力不强。根据统计数据，我国的研发投入占GDP的2.08%，这在原来的基础上已经是

有了突飞猛进的发展。但是，与工业发达国家相比，仍然较低，美国在2.9%的基础上还要追加。国际上投入比较高的，比如说瑞典，都大于3%。从企业研发投资来讲，我国企业研发投入平均在1.2%，国际上的规则，不大于3%的企业是不可持续发展的。美国、德国、日本分别是4.9%、2.9%、3.8%。我国整个的研发投入很高，可是人均研发投入方面我们只是德国、美国、日本的18%、22%、36%。我们目前芯片80%是进口的，我们的数控系统70%是进口的。根据2012年的统计，我们国家机床的出口是27.5亿美元，而进口是136.6亿美元，最近保持在1:6的阶段。这是我想谈的第一个问题，所以我们要提升制造业，发展高端制造业。

二、制造业面临的新挑战

首先，我国缺少核心关键技术，基础设计和

动，这一条可以说是新常态下转型升级的核心和关键，可以说，没有创新驱动，就不可能有发展方式的真正转变。在不久前举行的工具分会常务理事会上，一些企业领导提出，长期以来，在这个重要议题上，大家的认识往往十分狭隘和片面。如：把产品和技术创新等同于全部创新。其实，在改革实践中，组织创新、制度创新等往往能形成

更强大的发展动力。

在协会会议上，这种对改革议题的深入探讨，得到了广泛的认同和响应。我们期待着工具行业的改革和发展，在广大会员沟通和交流中，在认识和实践两个方面，都得到不断深化，从而对加快全行业转型升级的步伐，发挥有力的助推作用。□

制造技术薄弱,低端过剩、高端尚未形成。我国的大飞机 C919 进展很快,正在上海组装,但里面的发动机都是依赖于进口。我国有 16 项科技重大专项,其中一个就是高档机床,我们投入了 400 多个项目,但都因为可靠性差,很多项目没有得到验收,所以我们还是低端过剩,高端缺乏。另外,我们资源浪费,污染严重,我国 GDP 在 2010 年占世界的 7.5%,我们的人口占全世界 16.6%,我们靠了大量的能源、劳动力才取得了 GDP 占世界的 7.5%,我们单位能耗是世界平均能耗的 2.6 倍,空气污染十分严重,我国的资源浪费和污染严重必须要改变。

其次,制造业又面临了新的挑战。工业发达国家要重新发展制造业,金融危机以后西方国家痛定思痛,发展以信息技术与制造技术深度融合为主要特征的新一轮的科技与产业革命,既是挑战也是机遇。比如说数字化、智能化的制造技术已经成为国际制造业发展的趋势,包括互联网技术、云计算、大数据。最近美国称其大数据有很大的优势,因为全世界的超级计算机美国占了一大半,全世界重要的工业软件 80% 是美国开发的。我们的造船工业、航空工业,有不少软件都是美国开发的,同时新能源、新材料等新的发展也推动了产业革命。

先看下美国的例子,美国的 PCAST 是美国总统科技顾问委员会,美国 2012 年提出来要重振制造业在全球的领先地位,而且绘制了路线图。2012 年 3 月,美国宣布成立制造创新网,这是国家的研究中心,其中第一期就是 3D 打印、数字化制造和设计、轻量化材料的制造等。第二期正在试点,计划要建 15 个。

德国工业科学院提出了工业 4.0,它特别强调把物联网与服务应用到制造领域,能自我预测、自我维护和自我组织学习。美国、英国也不甘落后,比如说航空发动机企业融合于网络的发展,形成网络化、数字化、智能一体化。航空发动机公司已经从过去卖发动机到提供服务,从制造业发展成了现代制造服务行业。

三、国际先进制造技术发展趋势

工业发达国家要重振制造业,当然也是给我

们提供了机遇,我重点讲一下国际先进制造业的发展趋势,可以归纳为四个方面:

趋势一,制造技术与高技术的集成。我仍然举航空发动机的例子,我们发动机需要研发耐高温技术,需要在叶片上有冷却,表面要经过陶瓷涂层,这个陶瓷涂层可以保持 300 多摄氏度的高温,可以使叶片工作在 1700 摄氏度的温度中。

趋势二,现在比较普遍的数字化、智能化的制造技术。大家知道波音 777,是第一台无图纸飞机上线的典范,全部用计算机设计。最近发展到 787,我们国家刚刚引进了几架,787 里面有比 777 超前的一部分。发展到 787,研发速度快,设计速度快,所以设计、制造、研发全生命周期都短。下面可以举一些例子,比如说,波音公司原来的 767,花了大量的金钱和时间。现在到了数字化时代,用了超级计算机,大大提高了效率,这是最近的例子。关于数字化、智能化的问题,美国国防高级研究计划署早就提出来了,过去研发周期从飞机的起落架材料一直到起落架产业化要 12 年,时间太长了。美国的口号是,发展先进制造技术要比原来的研发周期缩短一半,比原来的研发成本降低一半。还有很多例子,美国通用电气公司采用超级计算机模拟优化,模拟和优化了航空发动机喷嘴的燃烧过程,大大降低了制造成本。这时提出来要做到工艺组织性能模块化,在制造以前就可以预测到工艺是优化的。美国最近提出了材料基因技术,前提就是发展一个集成计算材料工程。它的目标是降低研发费用,缩短研发周期,比如说航空发动机的叶片,美国可以做到成品率大概在 80% 到 90% 左右。这方面,我们也通过了国家 973 等项目,是清华大学和航空材料研究院一起研发,对于真正的航空发动机叶片,我们采取了工艺组织性的探索,能够大大降低废品率,提高成品率。

趋势三,极端工作条件下的制造技术。我们国家已经做出了世界上最大的铸件,520 吨,国外最大的是 400 吨。但是,我们的铸件质量和国外仍有相当的差距。因此,我们和中国一重开展了研究,就是如何降低废品率。

(下转第 51 页)

第十四届中国国际机床展览会 特种加工机床评述（上）

CIMT2015 特种加工机床评述专家组

【摘要】 通过对第十四届中国国际机床展览会（CIMT 2015）展出的各类特种加工机床的现场调研、资料收集及与参展商的座谈交流，对国内外电火花加工机床、激光加工机床、增材制造设备等新产品、新技术、新工艺及其发展趋势进行了比较深入和系统的评述，并对市场需求进行了分析。

第十四届中国国际机床展览会（CIMT 2015）于2015年4月20~25日在北京举行，展出面积达13.1万m²，创历届规模之最，包括世界机床制造业百强企业在内的28个国家和地区的1554家知名机床工具制造厂商参加了展会，其中境内展商780家、境外展商774家。

特种加工机床国内外展商共65家，其中，国内（包括中外合资）44家、国外21家；共展出129台机床设备，其中，国产机床89台，包括数控电火花成形机床11台、单向走丝电火花线切割机床7台、往复走丝电火花线切割机床23台、电火花微小孔加工机床5台、电火花工具磨床3台、激光加工机床30台、水切割机床4台、增材制造设备5台、等离子弧切割机1台；国外参展机床40台，包括数控电火花成形机床5台、电火花微小孔加工机床1台、单向走丝电火花线切割机床8台、激光加工机床16台、增材制造设备8台、水切割机1台、等离子弧切割机1台。可以看出，特种加工机床参展的主要产品仍是各类电加工机床和激光加工机床。

一、数控电火花加工机床

1. 数控电火花成形机床

本届展会上，国外有5家、国内有11家公司展出了数控电火花成形机床（NCSED），这些机

床不论在技术性能、还是工艺指标方面都有所进步。

（1）从单机自动化→成套加工技术→初步柔性制造系统

从单机自动化到成套加工技术到成套自动化加工系统，瑞士阿奇夏米尔公司15年前就有所准备，它先后并购了以HSM生产为主的瑞士米克朗公司，以精密工装夹具和机器人（机械手）生产为主的system 3R公司，经过多年的磨合，才使成套加工技术水到渠成。2015年干脆将公司名称改为“GF加工方案”。

从单机自动化到成套加工技术再到成套自动化加工系统有个发展过程。即开始是“开式”单台的，是针对某一工件（模具）需要由NCSED、HSM或精密电火花线切割等各自单独的自动化加工来完成，而逐步发展为由供应商提供成套加工设备（机床）、成套加工工艺及这些机床通用精密夹具等，以完成零件全过程的加工。例如，2014年GF在LED模具生产线上有上百台设备，就是NCSED、HSM、电火花线切割机床（WEDM）组成的成套设备及成套加工工艺技术；日本牧野公司一年捆绑销售NCSED、HSM达400台之多，足以说明这是从单机销售向成套销售发展，成为交钥匙工程，也是技术服务日益成为装备制造企业重要的发展趋势。

成套加工技术的进一步发展将成为由 NCSED、HSM、system 3R（刀具/电极、工件自动交换传递）系统及直线测量系统组成的成套自动化加工系统。NCSED 和 HSM 是当前型腔模具加工的核心装备，瑞士 GF 采用 system 3R 将它们组成自动化加工系统。system 3R 带有工件库和电极（刀具）库，机械手可以正确地将带有识别码的工件及电极（刀具）安装到加工区域，根据系统设置和加工程序，以完成需要由 NCSED 和 HSM 共同完成的模具（零件）加工。其中，HSM 既可进行模具（零件）的机械铣削加工，也可进行电极铣削加工。

这次展会展出的成套自动化加工系统已发展到更高阶段，GF 将其称之为自动化的柔性加工系统（见图 1）。GF 加工方案展出的柔性加工系统是由一台移动的 system 3R TRANSFORMER（机械手）将高速铣 HSM400LP 和 FORM200 精密 NCSED 连接，system 3R 进行工件/电极库中的工件/电极自动交换，并通过小车与海克斯康三坐标测量机的电极测量和自动补偿系统连接起来，整个系统 GF 称之为自动化柔性加工系统。system 3R 系统可实现 $2\mu\text{m}$ 定位精度，system 3R TRANSFORMER 将需处理的工件/电极均固定在托盘上，将带有识别码芯片的工件/电极从物料库中迅速而准确地放置在机床加工区，而托盘上的芯片确认系统还要依靠 system 3R cellmanager 处理单元，该单元的关键部件是一个高效数据库，它用托盘上的芯片确认系统正确识别物料库中的工件/电极并进行传递。



图 1 GF 加工方案的柔性加工系统

这种自动化柔性系统大大缩短了机床待机时间，无需操作人员对加工过程的干预，使零部件不间断加工制造成为现实，且由于免除了人的干预，从而保证加工工艺参数的一致性。目前 GF 的

自动化柔性系统已在先进的模具制造厂应用，使传统的模具制造发展为“模具制造系统”。

应该指出，这种加工制造系统特别适用于批量零部件的加工制造，对于模具制造基本不存在批量问题，必定使系统调整更为频繁。

(2) NCSED 在航空航天工业中具有良好的市场前景

1) 航空航天工业中发动机等零部件加工制造市场潜力巨大

本届展会上，航空航天发动机的需求受到了业内人士的重点关注。当前，航天工业的发展方兴未艾，航空工业的发展同样潜力巨大。据了解，在航空运输自由化和城市化日益上升的大趋势下，旅游、运输业飞速发展，预计全球需要 36000 架新飞机，有近 5 万亿美元的市场价值，若每架飞机需要 2 台发动机，则发动机的需求量为 72000 台；再者，未来 20 年内的飞机将努力实现提高燃油效率、减少二氧化碳和单氮氧化物的排放量、降低噪音水平等，这些都促进了发动机的不断创新发展，需不断满足新的发动机市场需求。

航空航天工业的发动机制造特点主要体现在两个方面：一是难加工材料，如钛合金、钛铝合金、高温耐热合金、碳化硅基复合材料等；二是难加工结构，如复杂曲面结构（叶轮、叶片、机匣等），低刚性工艺结构件（小孔、深孔、窄槽等）、精密偶件（喷油嘴）等，这些正是 NCSED 的用武之地，所以在航空航天工业中 NCSED 将仍有较大的商机。

2) NCSED 在航空航天工业中的应用

这次展会上，瑞士 GF 以飞机舱形式布置了航空航天室，还召开了航空航天小型研讨会，现场演示了航空发动机叶盘、支架零件以及叶片冷却孔的加工过程，还展示了专为加工叶片冷却孔的 DRILL300 五轴电火花钻孔机床。西班牙欧纳公司在展台的背景墙和样本中重点介绍了在航空航天工业中的应用，给出了用于航空航天领域中的叶片型面、密封圈、密封槽、前缘、后缘等关键件的加工实例。

通过国家科技重大专项的研发，国内 NCSED 在航空航天工业中的应用取得了明显进展。苏州

电加工机床研究所有限公司展出的 DK7140 精密 NCSEDm (见图 2) 可实现 X、Y、Z、A、C 五轴联动, 可进行对带冠整体涡轮盘扭曲叶形及其他复杂型面的加工, 实现对高温耐热合金、钛合金等材料进行高效稳定加工, 最佳表面粗糙度 R_a 0.1~0.2 μm 。该



图 2 DK7140 五轴联动电火花成形机床

设备已在我国航天航空发动机制造企业得到应用。

北京迪蒙数控技术有限公司展出了 A 系列机床、北京迪蒙卡特机电设备有限公司展出了 CTM 系列机床等多款面向中、高端市场的产品。北京迪蒙数控技术有限公司展出的 A30 精密数控电火花成形机床 (见图 3), 采用有限元技术分析设计, 其安全方面全面贯彻国家安全标准, 精度高于国家标准, 曾获得行业的“标认定优等产品”证书。机床对复杂型面结构、难加工材料的电火花加工进行了研究, 解决了大扭曲整体叶轮电火花加工问题, 为航天、航空相关重点企业解决了带叶冠整体涡轮盘、发动机整体闭式叶轮等加工难题。北京迪蒙卡特机电设备有限公司展出的 CTM550-ABC 机床, 搭载了二维精密转台、六工位工具电极库, 扩大了机床的应用范围, 并具有多轴联动及在线监测



图 3 A30 精密数控电火花成形机床

功能, 可实现空间任意角度的点位、沟槽及复杂曲面的加工, 可用于航空航天工业中相关零件的加工。

北京安德建奇数字设备有限公司展出了 AF1300 四轴全功能数控电火花成形机床 (见图 4) X、Y、Z、C 四轴都可伺服加工, 配备 4 工位电极自动交换装置, 配合 C 轴的旋转功能, 能实现任

意方向的圆形和方形平动, 可进行扩孔加工及球形等三维平动加工。可提供铜、石墨加工高温耐热合金, 铜加工硬质合金及铝、石墨加工钛合金等加工工艺, 最



图 4 AF1300 四轴数控电火花成形机床

佳表面粗糙度 R_a 0.1 μm , 可应用于航空航天工业中相关零件的加工。

(3) NCSEDm 几个值得关注的问题

我国 NCSEDm 的发展, 特别是在近期国家数控机床重大专项相关课题的支撑下, 虽然已取得相当大的技术进步, 这次也展出了多台五轴联动 NCSEDm, 但与国外先进水平和发展思路相比, 还存在不小的差距, 有一些值得我们关注的问题。

1) 满足高速拾刀功能的机床结构

NCSEDm 自从采用高速拾刀技术后, 加速度和移动速度大幅提高, 现在采用的牛头式三轴叠加的机床结构会造成巨大冲击, 故应研究在大悬伸、大惯量下有高速拾刀要求的新的机床结构。当前 NCSEDm 的机床结构形式更接近于 HSM 结构, 今天的 HSM 已采用直线电机驱动, 移动速度和加速度都有大幅提高, 也与 NCSEDm 高速拾刀、高速返回、低速接近 (电极与工件) 的运动方式相似。而 HSM 已采用高低轨布局、同步双驱、重心导向等新技术, 对 NCSEDm 来说都有参考价值。日本牧野公司的 NCSEDm 结构就是采用加工中心的结构形式。

直线电机在 NCSEDm 上应用, 日本沙迪克公司已有十几年历史了。由于直线电机具有很好的高速性能, 所以首先用于高速拾刀, 加速度达到 1.0g 的水平, 对深型腔加工起到重要作用, 但对机床刚性提出了更高要求, 因此对机床结构都进行了改进。

2) 智能随形控制技术

一般来说, 型腔在加工过程中的加工面积会产生变化。有的变化很大, 需人工编制转换加工

能量的程序,往往很复杂,且不准确,搞不好会出现加工面积突变时的电极过度损耗,甚至发生烧弧等现象。由于以往对加工过程中面积的变化采用人工编制转换加工能量程序的方法存在诸多问题,因而采用了工件型腔和电极的 CAD 建模技术,即使型腔在 HSM 预铣的情况下,也可利用预铣的 CAD/CAM 技术及电极的 CAD 技术,在加工过程中不断“随形”改变加工参数及相应的伺服抬刀等参数。这里主要需完成不断变化的面积(图形)计算、系统参数的设定等软件的开发工作,以保证复杂型面、渐变型面、突变型面等平稳、安全、高效加工。这种“随形”技术在 NCSEDM 加工中有非常重要的意义。

3) 航空航天工业中的 NCSEDM 加工工艺技术

以带冠涡轮叶片加工为典型对象以及对航空航天特殊零件、特殊材料的加工工艺需要进行系统研究。带冠涡轮叶片是一种变截面三维通道加工,需五轴以上的 NCSEDM,因此需对特定轨迹的坐标组合方式、加工余量的分配、加工效率及表面质量等加工工艺进行研究。特别是加工表面完整性的研究,在航空航天工业中显得尤为重要,如各类高温耐热合金、各种超硬材料 NCSEDM 加工能量(单个脉冲能量)与表面变质层、表面裂纹的关系进行试验研究,提出有指导意义的试验研究报告,这对 NCSEDM 在航空航天工业中的应用具有重要价值。

4) 模具加工的 R_{sm}

电火花成形加工现在可实现精密复杂型腔的直接加工,但对有些模具来说,不单是 R_a 的要求,还有 R_{sm} (表面粗糙度波峰与波谷宽度的算术平均值)的要求。研究表明,较大的 R_{sm} 值可实现易脱模、少粘接及塑压件的时尚纹理外观。对于半导体塑封模来说易脱模、少粘接具有重要意义,因为半导体塑封模一般都利用树脂成形,较大的 R_{sm} 值象征着具有均匀平坦的放电表面,这能提高 IC 模具的脱模性、减少成形时的残留树脂,延长模具的寿命和模具维修周期,提高生产效率。本次展会中,日本沙迪克公司开发的 IC PIKA 电源与其他电源相比,在同样的 R_a 条件下,可实现较大的 R_{sm} 值(图 5),但在这方面还没有引起我国厂商的

重视。

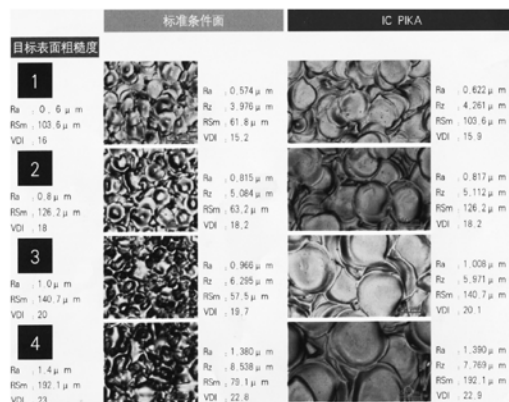


图 5 标准条件加工面与 IC PIKA 加工面的比较

5) 重视成套加工技术的研究

如前所述,国外已从开式的成套加工技术发展成为采用 system 3R、NCSEDM 及 HSM 组成的成套自动加工系统,并进一步发展初步的柔性制造系统,而我国还处于单机生产阶段。因此,在我国可考虑 NCSEDM 与 HSM 的开发、生产企业进行合作,研究成套工艺技术,开发通用夹具,为用户提供成套解决方案,改变单机生产服务方式,并逐步向成套加工系统发展。

2. 电火花线切割机床

(1) 单向走丝电火花线切割机床

本届展会单向走丝线切割机床参展数量共有 15 台,其中,国外品牌有 8 台,国内品牌 7 台。与上届展会比较,单向走丝线切割机床的主要加工指标未有重大突破,国外厂家的展机主要在一次切割的直线度、多次切割性能等细节方面有明显进步,国内厂家线切割机床的总体性能有所提升。本届展会单向走丝线切割机技术性能指标从最佳表面粗糙度 $R_a 0.6 \mu m$ 到 $R_a 0.008 \mu m$,最大切割效率从 $200 \sim 500 mm^2/min$,产品销售价格从每台 30 万到 200 多万不等,各层次技术性能指标的单向走丝线切割机都有展示。

1) 提高性价比的市场竞争策略

日本和欧洲几大著名电加工厂家为了争夺中国这一目前世界单向走丝线切割机床的最大市场,纷纷采取不同的竞争策略,采取高、中、低价位和技术水平不同档次的数控单向走丝线切割机床产

品布局,最大限度地满足不同层次客户使用,同时,在市场销售量最大的中档技术性能指标的单向走丝线切割机床上开发新的实用技术,提高切一修一、切一修二的零件表面粗糙度与零件加工精度,如日本沙迪克公司的 SL400G 机型、阿奇夏米尔公司的 CUTE350 机型,吸引更多的客户购买这类产品。一些后起单向走丝线切割机床生产制造厂商只能采取价格与新技术应用的策略,来分得一些市场份额。台湾机床已开始使用直线电机驱动技术,同时,台湾该类机床比日本和欧洲几大著名电加工厂家同类机床的市场价格低。北京安德建奇数字设备有限公司公司 AE400 机床同样是定位于一些企业资金不是很足、客户在加工设备升级换代时,需要机床有良好的切一修二性能(最佳表面粗糙度 $R_a \leq 0.5\mu\text{m}$, 零件加工形状精度 $\pm 3\mu\text{m}$),同时机床又有较低的市场价格,通过高性价比的方式努力去争夺单向走丝线切割机床的市场份额。

2) 重视一次切割直线度的技术提升

往届展会厂家往往偏重于宣传最高加工效率指标,本次展会更多的厂家更注重实用化,向用户宣传的是实用的加工性能指标,即更加切合用户实际需求的切一修一或切一修二的综合加工效率、零件加工精度和加工表面粗糙度等使用的性能指标要求。本次参展的众多展机中,最大的亮点在于一次切割时直线度的控制技术。一次切割的直线度提高了,对二次切割的修整余量减少,多次切割的综合效率将会提高,加工精度也随之提高。不同的厂家采取了不同的直线度控制策略,如日本牧野公司 U6 机床研发了 GS-CUT(凸面精灵)技术,通过在切割路径的正交方向上控制电极丝的微振摆或微震动方法,实现了一次切割的高直线度,300mm 高度的零件,其上、中、下尺寸一致性 $5\mu\text{m}$ (单边)。日本三菱电机公司的 MV 系列机床的形状控制电源(Digital-AE II),通过控制上下进电块进电能量的配比,实现了一次切割的高直线度。日本沙迪克公司 SL400GS 单向走丝线切割机床,采用 TMP 控制技术,一次切割直线度达到 $2\mu\text{m}/100\text{mm}$ (单侧),以往需三次切割能达到的效果,二次切割即可实现 $R_{\text{z}}9.76\mu\text{m}$,加

工精度 $\pm 3\mu\text{m}$ 。

3) 基于油基工作液的电火花线切割机床

日本沙迪克公司的 AP250L 展机,采用油基工作液,X、Y、U、V 四轴直线电机驱动,门式立柱结构,搭载“Super Pika Oil”精加工回路,最佳表面粗糙度达到 $R_{\text{z}}0.065\mu\text{m}$ ($R_{\text{a}}0.008\mu\text{m}$),细小模具加工形状精度控制在 $\pm 1.5\mu\text{m}$ 。该机器为本次展会展出的最高技术水平的电火花线切割机床。

油介质切割加工有一系列的优点:油的绝缘电阻高且稳定,故放电间隙小,易实现高质量表面的精密加工;油在加工中不会发生电解作用,故不会产生表面变质层,也不会引起硬质合金中钴的脱落,可实现高品位的精密加工。如果硬质合金长时间浸泡在去离子水中,作为硬质合金粘结剂的钴会在水中溢出,硬质合金材料表面会因粉末化而产生变质层,降低材料的寿命;而油加工在硬质合金表面不会产生变质层,可达到精密磨削的水平。但采用油作为工作液的切割速度较低,特别是第一、第二次切割的速度与水工作液相比还有较大的差距。

4) 直线电机驱动技术更加普及

由于直线电机响应速度快,无反向间隙,精度保持性好,因此,直线电机驱动在精密单向走丝线切割机床上应用的趋势越来越强。本届展会除日本沙迪克、三菱电机等公司的 4 台展机全部使用直线电机外,台湾庆鸿公司的 2 台展机也同样使用了直线电机。日本沙迪克公司使用直线电机已经 15 年了,共计生产了 3 万台用直线电机驱动的机床,使用 10 年后的机床坐标精度仍很好,使用 10 年的单向走丝机床残值也有原值的 50%;随着直线电机成本越来越低,这项技术将会在近几年内,在大部分单向走丝线切割机床上广泛使用。

5) 自动化加工技术

单向走丝线切割机床实现自动加工、无人化操作的主要技术就是自动穿丝技术和型芯废料保持技术。单向走丝线切割机床自动穿丝系统在不断提高小于 0.1mm 丝径穿丝成功率,以及在曲面工件或中空工件上的穿丝成功率。日本三菱电机、牧野及日本西部电机公司的单向走丝线切割机床重点向客户展示直径 0.2mm 电极丝在多级中空零

件上的自动穿丝技术,同时结合型芯多点熔接技术,将切割下来的型芯与零件本体进行多点熔接,避免切割一个型腔就需要处理一次型芯,而只需在全部型芯切割完毕后一次性处理掉型芯废料,这样,单向走丝线切割机床在多孔位零件加工中更易实现无人自动加工。

6) 变截面电火花线切割加工随形智能控制技术
及上下喷嘴独立供液加工技术

日本三菱电机、沙迪克等公司的线切割机床3D图形的直接导入与处理,实现了变高度工件电火花线切割加工过程中工艺参数的智能控制,减少了加工中断丝与减轻变截面加工条纹的产生。日本牧野公司的单向走丝线切割机床的上、下2个喷水嘴由2个高压泵单独提供冲水,这样每个喷嘴可提供更高的冲水压力,对解决零件表面不能贴近喷嘴造成冲水压力上不去而影响切割效率的问题有很大的改善作用。在切割353.8mm厚度工件时,上、下喷嘴距离工件表面8mm,切割速度可达 $87\text{mm}^2/\text{min}$ 。

7) 单向走丝线切割机的细分市场

单向走丝线切割机的应用也在向一些细分市场拓展。日本FANUC公司的展机 $\alpha - \text{C400iA}$,装有英国Renishaw测头和德国高精度分度轴,能实现棍状、盘状刀具的自动找正、自动加工,特别是硬质合金和人造金刚石刀具的切割。德国孚尔默公司的PCD刀具专用单向走丝线切割机QDW760,使用油质切割液,具有五轴联动功能,配置刀具切割编程专用软件,提供多种刀具形状标准图形库,仅需找到对应的刀具形状,将刀具必要的一些尺寸填写进去,就能直接生成加工的图形文件,PCD刀具刃口表面粗糙度 $R_a < 0.1\mu\text{m}$ 。北京安德建奇数字设备有限公司展出一台AE1100大型单向走丝线切割机床,是由北京科学技术委员会资助的科技项目,机床X、Y、Z轴行程为 $1100\text{mm} \times 700\text{mm} \times 350\text{mm}$,最佳加工表面粗糙度为 $R_a 0.3\mu\text{m}$,最大切割效率为 $250\text{mm}^2/\text{min}$,满足大型汽车模具的高精度加工,该规格的单向走丝线切割机床在国内是第一台。

(2) 往复走丝电火花线切割机床

本届展会共有13家内资企业展出往复走丝电

火花线切割机床,均具有多次切割功能,俗称“中走丝”线切割机床。与上届展会相比,国内往复走丝线切割机床制造企业在产品的整体外观、质量与实用性加工指标方面都取得了较大进步。

1) 所有参展的中走丝线切割机床都采用了封闭液槽结构,增强了机床的环保性能,机床整体外观形象得到很大提高。由于各制造企业很重视中走丝线切割机床的外观,故仅从机床外观已很难判断出其内在品质与加工性能情况。

2) 重视产品外观造型及色彩设计,对机床的外观与色调进行较大改进。北京凝华科技有限公司的NH400中走丝线切割机床外观已突破过去传统线切割机床的外观造型,江苏冬庆数控机床有限公司、四川深扬数控机械有限公司、苏州市宝玛数控设备有限公司等生产的中走丝线切割机床外观色彩较协调,采用了目前流行的机床色调。

3) 中走丝线切割机床一体式结构已逐步被一些制造企业所采纳。泰州市江洲数控机床制造有限公司、江苏三星机械制造有限公司、北京凝华科技有限公司等生产的部分型号中走丝线切割机床采用了主机与电柜一体式结构,节省了机床占地面积,这种一体式结构将会在近几年快速推广开。

4) 中走丝线切割机床的加工速度性能指标进一步提高,大部分中走丝线切割机床的最大加工效率已超过 $200\text{mm}^2/\text{min}$ 以上,部分产品的最大加工效率已超过 $300\text{mm}^2/\text{min}$,最佳表面粗糙度一般为 $R_a 0.8\mu\text{m}$,个别企业产品达到 $R_a 0.6\mu\text{m}$ 。加工速度、最佳表面粗糙度指标的提高有助于中走丝线切割机床市场的进一步扩展。

5) 更重视中走丝线切割机床实用性加工指标的宣传,突出多次切割的平均效率、表面粗糙度、丝的损耗等指标,把中走丝线切割机床能实现多次切割、能达到更高加工精度与好表面粗糙度的特点展示给客户;特别是连续切割多个零件,零件尺寸精度一致性误差控制在 0.005mm 以内,为批量化切割精密零件的客户提供了实用的设备。

6) 苏州电加工机床研究所有限公司展出了一台纵横走丝电火花线切割机床(往复走丝型)。该机床将一根丝设置成水平切割垂直切割,X、Y、

Z、U、V、W六轴数控，不翻转工件就能在垂直方向和水平方向分别切割各种复杂直纹型面（包括锥度、上下异形等），省去了工件翻转的工序及翻转过程的二次装调误差，对于一些较大的或难以形成二次定位基准、又需在二个方向进行切割的工件效果尤为明显。该技术产品不仅为我国首创，在国际上也未见相关报道。

7) 中走丝线切割机床的发展一方面借鉴单向走丝电火花线切割技术，同时寻求一些自身技术点的突破，除加工性能指标不断提高及逐步向单向走丝电火花线切割机床性能指标靠拢以外，更突出中走丝线切割机床在加工大厚度、大锥度零件上的优势。加工 200mm 厚度零件的上、中、下尺寸精度的一致性能控制在 0.02mm 以内，以及 60°锥度零件实现多次切割加工，都体现出中走丝线切割机床独有的、不可替代的特点。

3. 专用数控电火花加工机床

(1) 国外专用数控电火花加工机床

瑞士 GF 加工方案展出了 DRILL 300 五轴电火花钻孔机床（见图 6），吸引了众多探寻者的目光。该机床的特点是：①独有全数字控制脉冲电源和实时穿透检测功能，它是实际生产中关键的要求；②有多种自动化方案和附加轴选择，如有直排式 16 位电极刀具库和旋转式 50 位电极刀具库，每次换电极刀具时间为 56s 和 60s；③对于不同直径的孔，无论是位置还是角度都可自动编程加工，降低了非生产时间和夹具成本；④加工孔径范围大（直径 0.1 ~ 6.0mm），加工深度达 530mm，加工孔壁的热影响层 < 10μm，这一点在航天航空零件加工中尤为关键；⑤加工效率高，加工材料为钢、电极直径为 0.5 ~ 1.2mm 时，加工速度为 1.5mm/s；



图 6 DRILL300 机床

加工材料为 Inconel 镍基合金、电极直径为 0.5 ~ 1.2mm 时，加工速度为 1.2mm/s。

德国斯来福临集团展出了 Helitronic Power Diamond 电火花和磨削加工二合一机床（见图 7），用于加工聚晶金刚石（PCD）、聚晶立方氮化硼（PCBN）、硬质合金、金属陶瓷等超硬材料的刀具。机床具有两个主轴端，可分别安装 3 片电极轮和砂轮，这就相当于具有多个电极或磨削工位，使更复杂几何形状的刀具加工简单化，使加工效率和生产力达到更高水平。机床具有自动定位和在线测量系统的“Heli-Probe 探针”，能在最短时间内测出刀具重要参数，以实现刀具最佳定位；机床采用独特的三段式电火花磨削工艺，能精密控制电火花加工过程电极轮的放电能量，确保 PCD 刀具表面质量，同时使切削刃口质量得到改善，使生产的刀具质量更高，使用寿命更长。



图 7 电火花/磨削加工二合一机床

(2) 国内专用数控电火花加工机床

随着 PCD、PCBN 刀具从简单的车刀、直刃铣刀、铰刀向高精度、复杂刃口方向快速发展，机械磨削难度加大，因此，电火花磨削加工在这些超硬刀具的加工方面获得了广泛应用。

北京迪蒙特佳工模具技术有限公司展出的 BDM-902 磨床（见图 8）适于加工以 PCD、PCBN 为代表的超硬刀具，机床稳定性好、精确度高、操控性好，不仅具备立轴自动运转、金刚石砂轮在线修整等先进功能，还可轻松实现精度 3μm 以内高档 PCD 活塞刀、铰刀的高效率加工，并确保刀具刃口表面粗糙度 $R_a \leq 0.05\mu m$ 。

北京凝华科技有限公司展出的 MD25i 型磨刀机是为 PCD 超硬导电材料刀具的加工和重磨设计



图8 BDM902 精密数控电火花超硬刀具磨床

制造的专用高精度、高效、数控化电火花刃磨机床。开发的高效等能量脉冲电源，配合放电状态自动检测、齿间距自动检测分度、在线精车电极轮等功能，加上微米级闭环控制，达到了生产效率高、尺寸精度好、表面粗糙度值低的优质加工效果，且可一人操作多机。该公司展出的 MF301 双侧面刃磨机床是为加工 PCD 超硬导电材料锯片设计制造的，该刃磨机床具有八轴数控系统。

北京机床所精密机电公司展出的 AG400 型磨床配备了针对 PCD 加工的高效率、低表面粗糙度值的专用电源及刀具刃磨专用软件，具有盘类刀具自动测量定位、自动补偿和自动加工等功能。

本次展会中用于航空航天小群孔加工的数控电

火花高速小孔加工机床仍是一个亮点。苏州电加工机床研究所有限公司展出的八轴数控电火花高速小孔加工机床，主要用于航空航天发动机叶片涡轮外环，火焰筒的微小群孔加工，机床采用全封闭结构，体现美观、安全。航空发动机一些特殊零件的外形尺寸，由于制造工艺问题，会产生较大的离散性或变形，如果仅按图纸孔位编程加工，会与实际要求孔位产生偏差，影响加工质量。通过数控系统在线自动检测工件形位，根据所测数据，自动对加工孔位进行补偏，可有效提高工件孔加工的整体质量。此外，机床还具有加工扇形孔和腰形孔的电火花铣削功能，只需采用简单圆电极，用数控铣的方式，结合加工过程中对电极实施损耗在线补偿，即可实现腰形孔和扇形孔加工。

北京迪蒙特机床有限公司展出的 MD6 电火花小孔加工机床，是专为航空发动机叶片上三维分布的大批量、多种类小孔加工而设计的，配备 4 个数控直线轴、2 个数控旋转轴、12 工位自动电极库、三维在线自动检测系统，能在线自动检测工件形位，并对孔位进行自动补偏。机床还配以基于触摸屏的专业控制软件与复合加工工艺，是难加工材料复杂空间位置小孔加工的专用设备。

(未完待续)

(上接第 43 页)

趋势四，轻量化、精密化、绿色化的制造需求。大家知道，绿色可持续发展制造技术就是简单化、再回收，因此绿色制造和可持续发展制造，不仅仅是制造、回收、再制造，而应该从源头抓起，从简单化开始抓起。宏观来讲，提高产品质量、降低废品率、提高生产率、减少研发投入，是绿色可持续发展的重要组成部分。第一，要发展轻量化制造技术，新能源汽车是方向。但我们还要关注到节能车的重要特征，每降低 10% 的汽车重量可以提高热效率 7%，可以降低污染 10%。目前我国的汽车产量是 2000 万辆，今年预计电动车到 5 万辆。国外的汽车已经从黑色合金向铝合金和钛合金发展。美国通用汽车公司大概 2012 年前公布的数据，每一辆汽车已经减轻了 325 磅。采用铝合金还有一个好处，就是可以使用绿色

材料。

四、结束语

制造业，特别是装备制造业，是建设创新型国家的重要工业。我国已经是制造大国，但远不是制造强国。制造业面临着创新能力薄弱、核心和关键共性技术缺乏、资源浪费、污染严重等问题，必须要发展高技术含量的制造技术、数字化智能化制造技术、超大型化微纳化技术。

我国正在制定中国制造 2025。他山之石可以攻玉，但我们不要照抄。我们的目标是，到 2025 年，中国能从制造大国进入到制造强国的行列。制造强国的标志是什么？第一，要有雄厚的产业规模；第二，要有强大的创新能力；第三，要有优化的产业结构；第四，要有良好的质量效益；第五，要有持续的发展潜力。□

第十四届中国国际机床展览会 刀具展品综述

中国机床工具工业协会工具分会 杨 晓 执笔

2015年4月20~25日,由中国机床工具工业协会主办的第十四届中国国际机床展览会(CIMT2015)在北京中国国际展览中心(新馆)隆重举行。展会吸引了来自全球28个国家和地区的1500多家机床工具制造商参展,展出总面积达到13.1万m²。

在展馆东边的E3、E4、E7、E8、E11、E12馆里,汇聚了300余家切削工具制造厂商,包括山特维克可乐满、肯纳金属、伊斯卡、三菱、住友、瓦尔特、钴领、山高、玛帕、特固克、欧士机、泰珂洛、大昭和、京瓷、森拉天时、高迈特、蓝帜、埃莫克法兰肯、多马普拉米特、威迪亚、翰默、号恩、瓦格斯等国外知名企业,还有株洲钻石、厦门金鹭、成都工具所、上工、成量、哈量、哈一工、苏州阿诺、嘉兴恒峰、郑州钻石、上海松德、无锡方寸、廊坊百斯图、成都邦普、自贡硬质合金、大连富士、赣州澳克泰、大连远东、成都英格、成都千木等100多家国内工具企业,都齐聚本次盛会。

本次展会在总体规划上进一步优化,使得在工具展品领域打破了境内外展区的界限,形成了专业化的布局,为国内外展商同台竞技、观众按专业参观选购提供了便利,成为本届展会的一个亮点。尽管工具展区不少展商的展位在临时展馆内,但境内外参展商带来的琳琅满目的创新产品,仍然吸引了大量的专业观众和采购商。

本文仅就本届展会工具展区的重点新品和技术作如下综述:

一、刀具材料

株洲钻石这次在展会上推出了三种新的刀片

材质:通用型的第三代涂层材质“金钻”YB9320牌号、用于加工钢件的第三代涂层材质“银钻”YB6315牌号和金属陶瓷 YNT251 牌号(其组织结构分别见图1、图2、图3)。

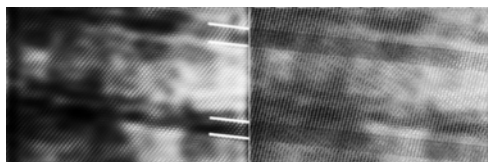


图1 株洲钻石的“金钻”YB9320

据株洲钻石介绍,“金钻”YB9320 牌号具有独一无二的原子重排技术,实现了涂层硬度、韧性及热稳定性的完美匹配。它通过原子重排技术,实现不同涂层材料的长程有序排列,不仅达到了硬度和韧性的完美匹配,并且有效解决了多层涂层界面的高温失稳问题;它以高韧性基体与TiAlN基纳米多层涂层结合,采用独特的离子刻蚀技术,强化刃口,并改善涂层与基体之间的结合强度;它采用先进的表面处理技术,优化应力分布,综合性能更优。株洲钻石介绍说,YB9320的通用性好,不仅具有优异的切削性能,也能够满足车削精加工、螺纹加工和切槽加工的要求,可广泛应用于汽车、航空、模具、船舶、IT、轨道交通、工程机械、通用机械等各行各业及小型阀门、管接头、装饰件等各种小型零部件的半精加工及精加工。

株洲钻石的“银钻”YB6315 牌号,则是集纳米双氧梯度过渡层技术和晶核预值技术于一体的CVD涂层牌号。它采用全新的硬质合金基体和烧结工艺,保证合金中硬质相颗粒细小均匀弥散分

布,并控制碳化钨晶粒尺寸和分布,使基体保持出色耐磨性的同时又具有优秀的韧性。高钴含量、厚度精细控制的梯度层增加了刀具在使用过程中安全性。

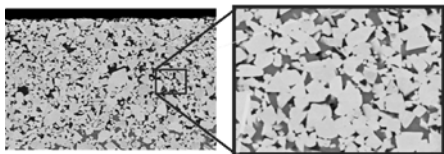


图2 株洲钻石的“银钻”YB6315

YB6315 采用晶须预植技术的超细 $\alpha - \text{Al}_2\text{O}_3$ 涂层,优化氧化铝涂层形核环境,提高氧化铝涂层的均匀性和一致性。它的高温性能好,因此特别适合高速高效加工。值得一提的还有它银色的外表,它形成表面超滑复合涂层,可减少切削力,降低月牙洼磨损。众所周知,漂亮的银色更易于检查刀片使用状况。

株洲钻石的新金属陶瓷 YNT251 牌号具有均匀分布的超细富钨相,可提高热传导性,改善抗热裂性能及抗塑性变形能力。通过添加纳米级复合原料粉,控制环形结构,强化粘结相,材料兼具卓越的耐磨性与强韧性,刀片使用寿命长,加工稳定。

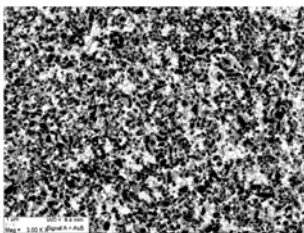


图3 YNT251 组织结构

山高刀具则展出了最新推出的新金刚甲 (New Duratomic, 见图4、图5)。山高刀具将这一新系列的材质称为“银白色 新经典”,不仅是2007年推出的金刚甲的全新升级版,而且是对旧材质的一场革命。据介绍,定向结晶的金刚甲问世以来,它成为业界首个结构型 α 相 Al_2O_3 镀层,不断有模仿者在试图山寨这个产品,但都没有超过金刚甲的水平。这次是山高公司自己革新了它,实现了自我超越。据介绍,氧化铝涂层的定向结晶之所以性能优越,是因为氧化铝具有各向异性的特点,在这一方向上具有极小的热传导系数,也就是说

这种定向结晶的氧化铝涂层具有很好的隔热性能,这种隔热作用有利于刀具刃口的保护。相比老金刚甲,新一代金刚甲除了原理没有改变之外,几乎所有的方面都有了改进和提升。山高特别介绍了定向结晶中晶粒生长的方向一致性,这一点也许正是其他的定向结晶技术与新一代金刚甲的差距所在。因此,山高这次推出的 TP2501、TP1501 和 TP0501 三种刀片材质相比山高原有的 TP2500、TP1500 和 TP0500 材质,可使普通车削加工的生产率至少提高20%。而且,这些新材质等级能够应对更为广泛的速度范围,因此使用者既能够将它们应用到需要更高切削速度的场合,也能用到需要更低切削速度的场合,其刀具寿命都会让使用者满意。我们认为,这意味着新金刚甲在耐磨性和韧性两个方面都有改善,要得到这样的结果应该很不容易。

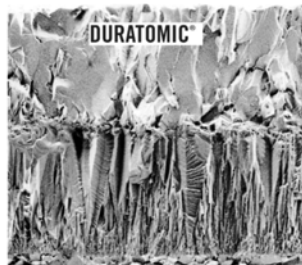


图4 新金刚甲



图5 新金刚甲的刀片

二、车削产品

图6是厦门金鹭在本届展会上展出的具有专利的车刀产品,其中左2和左3分别是刀片的每面带有3个刀尖的55°刀尖角和35°刀尖角的车刀(见图7)。以前这两种刀尖角的车刀都是每面只有2个刀尖角,35°刀尖角的V型还由于刀片特别狭长,烧结时的变形不太容易控制而废品率比较高。厦门金鹭的新产品让D型刀尖和V型刀尖都增加了50%的刀尖,这无论是对于提高用户的经济效

益，还是对改善厦门金鹭的产品质量控制，都大有裨益。



图6 厦门金鹭的专利车刀

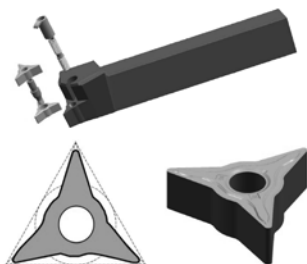


图7 厦门金鹭的3刀尖35°车刀原理图示

山特维克可乐满和山高刀具都在展会上展出了增强的高压冷却的车刀产品和切槽刀具产品。图8是可乐满的双高压冷却的切槽刀具。前几年的高压冷却车刀，其冷却液都是在接近刀尖处以几乎贴着前刀面的方向喷出，能够直接从切屑和前刀面的缝隙中冲向切削区域，这种方式第一是使切削液直接输送到刀尖处，第二是为切屑的折断提供了更高的应变，使切屑更易于折断。如今，山特维克可乐满又在后刀面上增加了高压冷却的喷口，这样除了在切屑与前刀面间有高压冷却提供冷却与润滑外，在后刀面与工件加工表面间也有了极好的冷却与润滑，进一步降低了刀具的磨损。图9的山高刀具双飞流车刀也是一种在前刀面和后刀面都有高压冷却的刀具，其工作原理与上述可乐满的双高压冷却切槽刀基本相同。



图8 山特维克可乐满的双高压冷却切槽刀



图9 山高刀具的双飞流车刀

三菱公司的模块化切槽刀具 GY 采取了独特的夹紧方式。它独特的夹紧方式在刀片长度方向上表现是安全键结构（见图10）。据介绍，通过图中红圈中的安全键，刀片能够得到更稳固的锁紧。在刀片底部，它也不是简单的 V 型接触（见图11）。刀片底部的两侧倾斜面是一个曲面。通过这个曲面，刀片与刀杆的三角形凸起能够很好的接触，曲面在受到压紧之后产生微量变形，与三角形凸起形成小平面的接触。通过夹紧方式的改进，使得 GY 切槽刀加工时的高频振颤、振摆均得以消除，与以往模块型刀具相比，加工表面的粗糙度等级得以提高。另一方面，GY 系列与一体型槽加工刀具可以实现几乎同等的刚性。

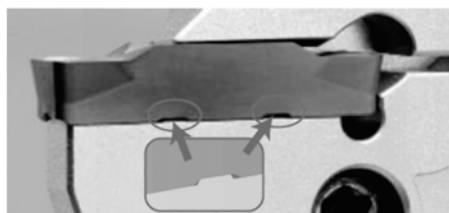


图10 三菱 GY 切槽刀的安全键

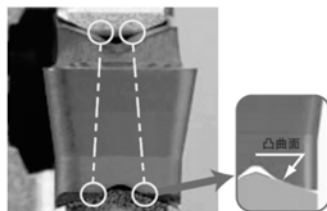


图11 三菱 GY 切槽刀的曲面定位

轮毂加工是汽车行业中的一个重要应用，由于铝轮毂的加工通常需要高的切削速度，铝屑在前刀面上的流动速度很高，极易造成粘屑现象，影响铝轮毂的加工质量和加工效率。成都邦普在本届展会上展出了刃口锋利、前刀面光亮可鉴的圆头切槽刀片（见图12）。这种刀片在铝轮毂加工

中应用广泛，过去主要依赖进口。

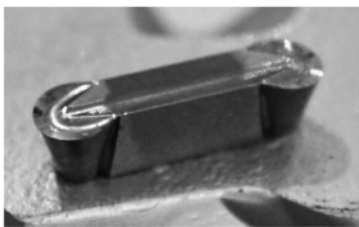


图 12 成都邦普的铝轮毂切槽刀片

号恩公司展出了其用于精密加工的微米级车刀“m-Finish”（见图 13）。据号恩公司介绍，这款车刀的刀片经过精密磨削，一部分刀片的长度公差达到了 $\pm 0.015\text{mm}$ ，而高度宽度等参数的尺寸精度则达到了 $\pm 0.0025\text{mm}$ 。这种切槽刀具可以加工钢件和不锈钢件，典型的应用包括钟表制造。由于这种车刀的精度很高，常用于精密加工，加工余量很小，刀具的锋利性很重要。m-Finish 车刀的刃口锋利，涂层也非常薄，其结构见图 14。

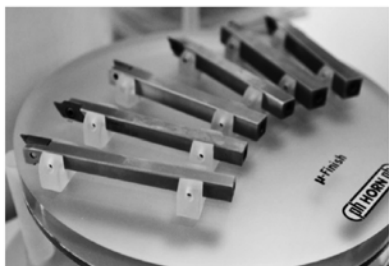


图 13 CIMIT2015 上的号恩 - Finish 车刀

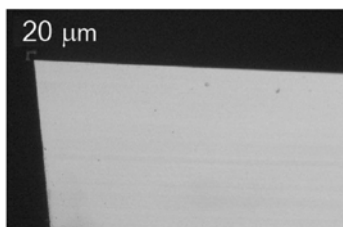


图 14 号恩 - Finish 车刀的刃口结构

多马普拉米特公司展出了一些重型加工的模块化刀具（见图 15）。模块车刀灵活性强，对于小批量多品种轮番生产的需求非常合适。以前模块的车刀不太多，山特维克可乐满、肯纳金属都推出过，不过这次多马普拉米特的尺寸较大，显然更合适重型加工，这与普拉米特在重型加工、大型刀片等方面的特长不无关系。



图 15 多马普拉米特公司的重型加工模块化刀具

三、孔加工产品

1. 钻孔刀具

一到 CIMIT2015 的瓦尔特展台，多数观众的目光都会被展台上的 DC170 模型（见图 16）所吸引，不过实际上的 DC170 钻头，容屑槽的中间并没有这个人脸。

图 17 是展台上的 DC170 实物。DC170 的新颖之处在于它具有与普通钻头的径向刃带完全不同的切向刃带。传统的径向刃带在沿着螺旋槽的走向上是连续的，在横截面上则只有几处凸起，但瓦尔特的 DC170 却完全不同。它的刃带在横截面（其实不是准确的横截面）上是连续的，而沿着螺旋槽方向却只有几处凸起。这种改变使 DC170 钻头的径向得到全面的支撑，稳定性得到全面改善；同时，每两条切向刃带间的缝隙形成有效的冷却液通道，冷却液可以被输送到整个副切削刃的各个部分。瓦尔特介绍说，用这种钻头钻削钢件和铸铁件有很好的效果。



图 16 瓦尔特展台上引人瞩目的 DC170 模型



图 17 瓦尔特展台上的 DC170 展品实物照片

不过,这种钻头的刃带与孔壁间的摩擦可能比较大,对于加工不锈钢、钛合金等热传导不良的材料时会有风险,尤其是在新钻头时。另外这种钻头的刃磨恐怕每次要磨短到下一个切向刃带,而瓦尔特的建议是当 DC170 钻头刃磨到仅剩 2 条刃带时,就不必再次刃磨可以报废了,因为过少的切向刃带数量将导致支撑不足。

株洲钻石推出了他们新的整体硬质合金麻花钻系列 GD 钻头 (见图 18),并准备用这种 GD 钻头来替代原来的 SU 钻头。株洲钻石对 GD 钻头的钻尖结构进行了优化,并采用了双刃带结构。它减少了刃口崩缺或者断刀,提高了加工的稳定性和保证了刀具整体的切削性能以适应多变的客户工况;它良好的孔加工质量及精度在较差的工况下也能表现良好的切削性能;它光滑的涂层表面,能够显著减少切削阻力并且具有更加优异的耐磨性能。金黄色涂层使它得到了明显的磨损识别效果。作为通用加工钻头系列,可应



图 18 株洲钻石公司的新系列 GD 钻头

用于各个行业、多种材料的加工。株洲钻石的试验结果表明,新的 GD 钻头比原来的整体硬质合金钻头使用寿命增加了 1 倍。

2. 精镗刀

上海松德在本届展会上展出了精镗小刀座和超精镗刀。图 19 是松德公司的精镗小刀座。如图所示的其调整精度每格在直径方向为 0.01mm,即半径方向为 0.005mm。这种精度较高的精镗刀座过去基本上都是国外企业提供的。松德公司展出的这类精镗小刀座为用户自制精镗刀具提供了较大的可能性。用户可以根据刀座厂商提供的刀座安装尺寸制作特殊镗刀,包括多台阶的特殊镗刀。标准的刀座可调节精度比较低,虽然理论上是连续可调,但一般在直径 0.05mm 左右比较容易掌握。松德的这种刀座把精度提高了一大步,使得大部分的精镗都可以得到解决,但小刀座的缺点是调节范围有限。



图 19 松德公司的精镗小刀座

图 20 是松德公司展出的超精镗刀。称其为超精镗刀,是因为通常我们看到的高精度镗刀都是每格半径上的调节量为 0.001mm,即每格直径上的调节量为 0.002mm,而松德超精镗刀的精度高出了 1 倍,每格在半径上的调节量为 0.0005mm,在直径上为 0.001mm。同时松德公司的这款镗刀还设置了平衡调整环 (见图 21),这 2 个平衡调整环用于解决高速加工中容易出现动平衡问题,使这款镗刀能在较高的切削速度下使用 (据介绍该镗刀最高转速可达 24000r/min),这对于提高用户的加工效率和经济效益都会起到积极的作用。

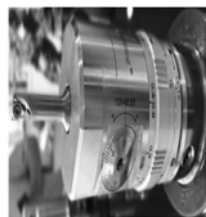


图 20 松德公司展出的超精镗刀



图 21 松德公司的超精镗刀平衡调整环

高迈特在展会上展出了 Precikom 粗精一体镗刀 (见图 22)。这种专为铸铁高效加工设计的镗刀将粗精加工复合在一起,刀片调节精度达 μm 级,加工精度稳定,只需一刀即可从毛坯加工至 IT8 级精度。

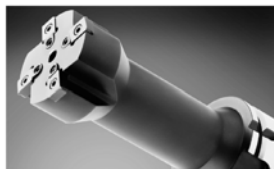


图 22 高迈特 Precikom 粗精一体镗刀

株洲钻石与瑞士工具合作推出了 ER 接口的镗刀 (见图 23)。ER 镗刀不需要专用的模块化接口,

只需要用标准的 ER 弹簧套刀柄即可。株洲钻石介绍说,这种精镗刀被安装在标准的 ER25 弹簧夹头刀体上,只要有 ER25 刀柄,就能方便实现镗孔加工。这就为用户提供了节约模块化刀柄主柄的可能。当然,如果需要加长的镗刀,用户可以从其他刀具厂商处购买加长的 ER 弹簧夹头刀柄来解决。



图 23 株洲钻石的 ER 接口镗刀

株洲钻石的镗刀还配备了数值控制的模式,被称为数字化镗刀(见图 24)。数字化镗刀系列包含镗头、镗杆和刀夹。数字化镗头内部有一个非常小的电子元件,用于测量调整的数值,但镗头内部没有电池、连接器、电缆,因此可用在直径很小的镗头上。数字化镗刀通过单独的液晶显示装置来显示尺寸读数,但多个镗头共用一个数显装置。数显装置上带有照明,在照明不好的环境下也方便读数,还可以在毫米和英寸之间转换,使用的是 7 号标准电池,具有自动省电功能。

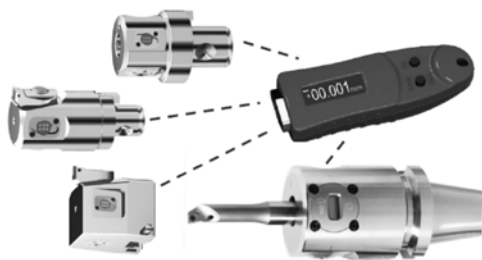


图 24 株洲钻石的数字化镗刀

高迈特公司的 MicroKom BluFlex® 微调精镗头(见图 25),是另一种带有单独显示数值系统的产品。它通过蓝牙技术将微调读数在单独的显示器上以 μ 级为单位显示,从而无论是在对刀仪上还是机床内,都能更精确、更方便地调节和读取数据。高迈特公司介绍,最新的应用程序可以直接通过手机进行读数。

KOMET MicroKom BluFlex® App 蓝牙镗刀应用程序 - 在手机上读数



图 25 高迈特公司的 MicroKom BluFlex® 微调精镗头

3. 铣削产品

在 CMT2015 的三菱公司展台上,我们看到一款被命名为 WSX445 的面铣刀(见图 26)。



图 26 三菱公司的 WSX445 面铣刀

传统的铣削,一般正型刀片居多,这是因为通常正型刀片能获得正的切削角,切削较轻快,在小功率的机床上也能正常切削;而负型刀片虽然双面可用,经济性好,但切削负荷比较重。近来出现的一些立装负型刀片铣刀既能双面使用又能获得正的切削角度,但刀片多数为菱形,刃口数量依然有限。三菱公司的这款 WSX445 面铣刀(见图 27)采用了双面各四个刃口,又有大的正切削角度,经济性和轻快性兼备。因为切削轻快,WSX445 的切削声音比较小。

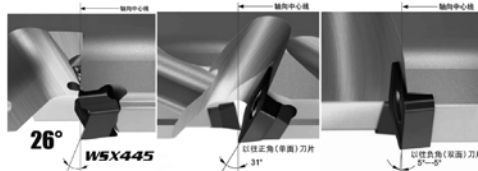


图 27 WSX445 面铣刀的前角与典型的正型刀片铣刀、负型刀片铣刀前角

WSX445 面铣刀的第二个特点是排屑设计。据三菱介绍,WSX 刀片排屑设计使得卷曲的切屑不易与刀刃发生磕碰(见图 28)。

WSX445 面铣刀的另一个特点是刀体上刀片槽底部有凸起的结构(见图 29)。这个锥形的凸起能

以往负角(双面)刀片

WSX445

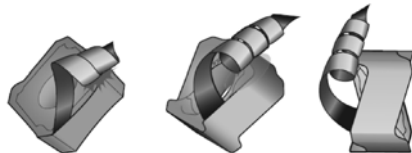
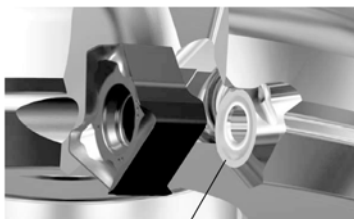


图 28 WSX445 面铣刀的刀片卷屑效果

嵌入刀片锁紧孔的锥形沉孔内, 万一发生突发破损, 也可抑制安装面损伤及刀体的摩擦磨损。



刀片防飞散 (AF) 机构

图 29 WSX445 面铣刀的刀片防飞散结构

继 CCMT2014 展会上推出立装的前角较大的 T4-08 立铣刀 (见图 30 左) 之后, 山高刀具在本届展会上推出了在 T4-08 立铣刀基础上开发出的 T4-08 玉米铣刀 (见图 30 右)。这种玉米铣刀采用与立铣刀相同的刀片, 厚实的刀片 (见图 31) 能够为高效切削提供保证。这种玉米铣刀在刀齿的安排上是全齿的, 一个容屑槽上的刀片轴向搭接构成一个完整的加工齿线。



图 30 山高公司的 T4-08 立铣刀和玉米铣刀

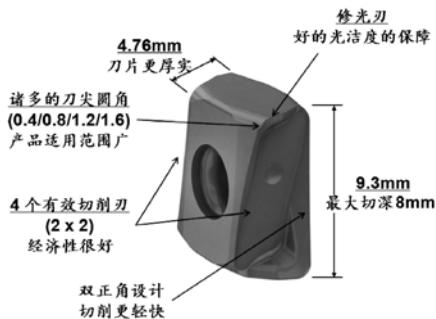


图 31 山高公司的 T4-08 刀片

据山高公司介绍, T4-08 玉米铣刀的端齿和离端面较远的齿有不同的刀片槽角度, 这是因为

端齿要承担平面加工的任务, 需要在端面上有刀具后角, 而离端面较远的刀片无此任务。

蓝帜金刚也展出了一种立装负型刀片的立铣刀 (见图 32)。这种铣刀的经济性较好, 刃口的强度也够, 能够对付较重的切削负荷。



图 32 蓝帜公司的立装负型刀片铣刀

蓝帜公司还展出了一种多维可调的铣刀。图

33 是这种多维可调铣刀的全貌和细节。蓝帜公司介绍, 除了这次展出的只是 2 维可调的版本, 蓝帜还可提供 3 维可调 (轴向、径向、主偏角) 的版本。



图 33 蓝帜公司的多维可调铣刀

株洲钻石也在本届 CMT 上展出了全面升级的平装负型刀片铣刀, 包括装负型方形刀片 (每个刀片共 8 个刃口) 的 FMA11 系列 (见图 34)、负型长方形刀片 (每个刀片共 4 个刃口) 的 90°主偏角铣刀 EMP13 系列 (见图 35) 和负型大进给铣刀 FMP12 系列 (见图 36)。

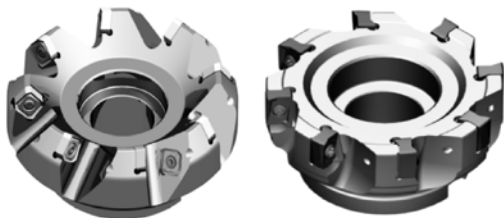


图 34 株洲钻石 FMA11 面铣刀 图 35 株洲钻石 EMP13 面铣刀

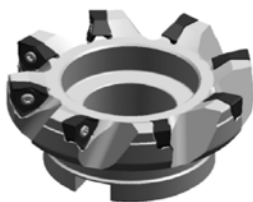


图 36 株洲钻石 FMP12 面铣刀

此外株洲钻石也推出了可换头的硬质合金立铣刀（见图37）。这种立铣刀具有可媲美整体硬质合金立铣刀的联接精度。据介绍，该铣刀硬质合金刀头精度高、一致性好；锥形螺纹接口，安全可靠、强度高：它的刃部直径公差为 $0_{-0.02}^0$ mm，轴向跳动为0.005mm，径向跳动为0.01mm，长度公差为 ± 0.02 mm。



图37 株洲钻石公司的可换头的硬质合金立铣刀

株洲钻石还介绍说，这种立铣刀安装快速方便，其可换头的连接采用双头螺纹，只需两圈就可快速安装，更换刀头后也无须对刀，刀头直径及所需扳手规格明确标识。其连接接口是短圆锥定位的螺纹连接（见图38）。短圆锥的锥面和端面采用过盈接触，因此具有较高的定位精度。刀头、刀杆连接强度高、刚性好，大悬伸下仍可稳定切削。螺纹则采用高精度、高刚性特殊设计的梯型螺纹结构，螺纹连接精度高、刚性好。

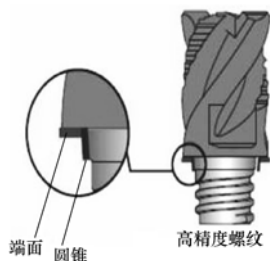


图38 株洲钻石公司的可换头的连接结构

同样是可换头硬质合金立铣刀的连接结构，山高公司的新小魔王（见图39）也展出了更新的版本。据山高公司介绍，这次的新小魔王与老版本相比，它的连接更加稳定可靠。



图39 山高公司可换头连接结构的新小魔王立铣刀及局部放大

瓦格斯公司推出了一种新结构的螺纹铣刀。图40所示的单刀片换头式螺纹铣刀的连接方式，与原先的端面键驱动模式不同，新的螺纹铣刀整个刀片的外形就是与刀杆驱动的连接结构，能够承受的驱动力更强，刀片的安全性更好。

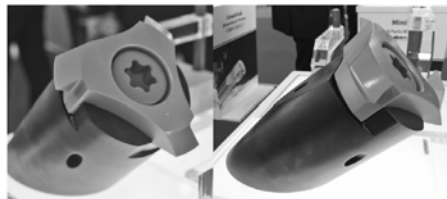


图40 瓦格斯公司展出的可换头新结构螺纹铣刀模型

号恩公司的展台上还展出了一种很薄的可换刀片锯片铣刀（见图41）。从图中可以看出，这种薄型锯片的厚度甚至比5角的硬币更薄。这样的锯片在刀片的侧向受力方面会承受极大的考验。

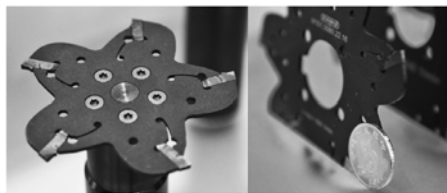


图41 号恩公司展出的薄型可换刀片锯片铣刀

4. 丝锥

在蓝帜公司的展台上展出了2种模块式丝锥，图42上是模块式的切削丝锥 XChange，图42下是模块式的挤压丝锥。蓝帜公司介绍说，XChange 是世界上首个模块化硬质合金丝锥，它借助具有专利的结合面，实现了钢制刀柄和硬质合金切削头的完美结合。目前使用的丝锥约90% 仍然是高速钢丝锥，这是因为高速钢具有高的韧性，在丝锥反转时吸收扭矩以及切削负荷，然而与硬质合金丝锥相比，高速钢丝锥的寿命较低、可实现的切



图42 蓝帜公司展出的模块式丝锥

削速度较低、节拍时间较长，这是高速钢丝锥的软肋。而 XChange 的硬质合金螺纹刀头，由超细晶粒硬质合金和高性能涂层结合而成，因此切削速度高，刀具寿命长；而柔韧性的钢制柄部则能确保刀具的稳定性以及提供特别高的效率。

本届展会中一个令人瞩目的丝锥产品是埃莫克法兰肯公司的 PunchTap 丝锥（见图 43），可以说这是一种极具创新性甚至革命性的丝锥产品，我们或许可以称其为“插挤丝锥”。PunchTap 颠覆了传统螺纹加工过程，与过去所有的丝锥最大的不同在于其加工螺纹时丝锥只旋转半圈。



图 43 埃莫克法兰肯的 PunchTap 丝锥

图 44 是 PunchTap 丝锥的加工过程示意，共分为三个步骤：冲（插）→挤压→退出。PunchTap 插挤丝锥使用前，应事先加工一个预制孔（见图 44a），插挤丝锥进入时，一面往下冲（插），一边略作旋转（见图 44b），这时工件上被冲（插）出两条螺旋形的沟槽，然后往上反向旋转半圈（见图 44c），这时全长上沿两个螺旋槽的螺纹齿各加工出半圈螺纹，这就形成了整个螺纹，两条螺旋齿到了刚才冲（插）出来的对面沟槽中，然后一边继续沿这个方向旋转一边退出（见图 44d）。图 45 是插挤丝锥的刀尖轨迹，左边是完整轨迹，右边三个是分工步的轨迹。本次展会上展出的 PunchTap 丝锥及工件模型见图 46。

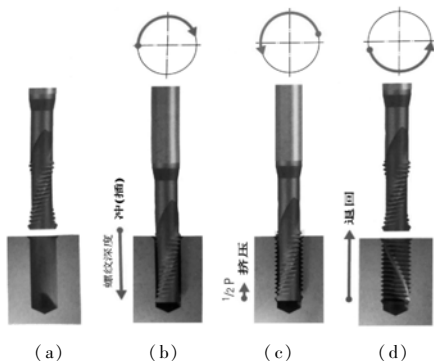


图 44 插挤丝锥的加工过程

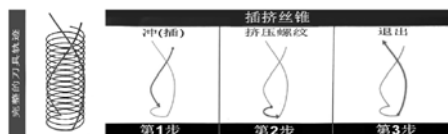


图 45 插挤丝锥加工时的刀尖轨迹



图 46 埃莫克法兰肯公司展出的 PunchTap 插挤丝锥及工件模型

5. 齿轮刀具

内齿轮滚刀比较少，而硬质合金内齿轮滚刀则更少见。在本届展会上，蓝帜公司展出了一款由旗下菲特公司开发的可转位硬质合金内齿滚刀（见图 47）。该公司擅长为客户提供量身订做的解决方案，能够多次转位的可转位刀片是为各种应用场合量身打造的。该内齿滚刀用于齿侧面加工部分的可转位刀片具有 8 个切削刀刃。



图 47 蓝帜公司展出的内齿滚刀及细部结构

四、解决方案

提供整体解决方案是国际知名刀具企业长期以来的优势，本届展会钴领公司展出的发动机凸轮轴孔复合镗刀就是这样的例子。据介绍，该类镗刀采用硬质合金作为刀杆基体，刚性好，不易弯曲，吸震优秀。较长的刀杆部分采用稳定可靠的螺旋式刀条（见图 48b），这样相比传统直刀条（见图 48a），具有更好的导向和支撑作用。镗刀的切削刃部分具有多方向多尺寸精调机构，稳定可靠地保证了凸轮轴孔的加工。有些切削部分同时具有粗精加工两个功能（见图 48a），为获得良好的尺寸精度和形位精度奠定了良好的基础。切削部分刀条全部采用 PCD 作为基材，耐磨，摩擦系

数低，能有效地保护已加工表面。



图 48 钻领公司的曲轴孔镗刀

蓝帜公司的线镗刀（见图 49），也是汽车发动机缸体孔系加工的典型。线镗刀对一个轴线上的多个孔同时进行镗削加工，但每个镗头的加工尺寸可以单独调节，具有良好的加工效率和加工质量。



图 49 蓝帜公司展出的线镗刀

曲轴也是汽车制造中特别需要加工解决方案的典型部件。廊坊百斯图公司在本届展会上展示了其曲轴内铣刀的模型（见图 50），株洲钻石则展示了曲轴外铣的方案（见图 51）。这些都反映出国内刀具制造商为汽车制造领域服务的不断进步。百斯图公司的曲轴内铣刀采用平装刀片，并用刀垫和楔块来保护刀体，因此这种刀具结构的加工难度较大。所提供的曲轴内铣刀最大可加工直径为 1m。据百斯图公司介绍，该公司也能提供优质的曲轴外铣刀和曲轴车拉刀、车车拉刀具。

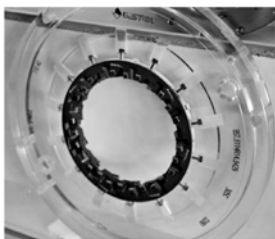


图 50 百斯图公司展出的曲轴内铣刀



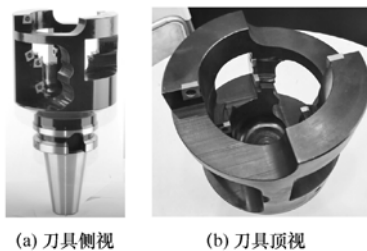
图 51 株洲钻石公司展出的曲轴外铣刀

无锡方寸公司也展示了其特殊非标刀具以向观众介绍他们的解决能力。图 52 是无锡方寸公司为用户开发的汽车涡轮增压器壳体气道扩孔与套车组合粗镗刀，在加工中内孔外圆及一些端面台阶可一次加工成型。据介绍，被加工工件材料是德标 1.4848 的耐热不锈钢，这对刀具刀片的寿命有着严峻的考验，而方寸公司的产品也有良好表现。



图 52 无锡方寸公司的套车粗镗组合刀

图 53 是方寸公司展出的另一个解决方案的刀具，用于电梯电机壳体中轴粗套，较大外径的多台阶外圆加工在加工中心上使用该刀具也可一蹴而就，且加工效率高。刀体上的窗口方便排屑，避免多台阶加工时切屑在内部狭小的空间里发生缠绕而影响排屑，从而也影响加工效率和加工表面质量。



(a) 刀具侧视 (b) 刀具顶视

图 53 无锡方寸公司的电梯电机壳体中轴粗套的刀具

山高公司还展出了许多特殊刀具，例如为汽轮机行业开发的叶根槽半精铣刀（见图 54），特殊形状拉刀（见图 55）等。

汽轮机的叶根槽是汽轮机制造中的重要难点，一是由于被加工材料是耐高温的难加工材料，二是由于其加工精度要求极高。山高公司介绍说，他们在这方面有丰富的加工经验，深知耐热难加工材料高精度加工的奥秘。这把叶根槽半精铣刀主要用于加工叶片的叶根部分，在用锥度铣刀粗加工后，采用该刀形成叶根的大致型线，为整体硬质合金精加工铣刀留下均匀的余量。展出的刀具其刀片采用部分标准刀片，部分非标刀片，以便获得更低的使用成本。这把铣刀的加工效率高，

半精加工时间约为 2~5min；刀片在刀体上的布局经过优化，切削轻快，机床消耗功率低；型线设计为精加工预留均匀余量。

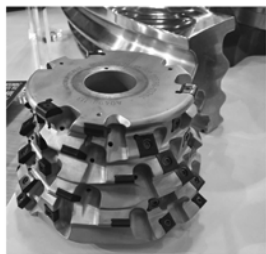


图 54 山高公司展出的圣诞树铣刀

图 55 的拉刀则可应用于普通 4 轴或者 5 轴机床实现拉削功能。山高公司介绍说，这种拉刀的优点包括：①机床上一次安装；②更好的精加工表面质量；③不需要专门的拉床；④完成无法铣削的型线加工；⑤刀片式结构，只需更换刀片，无需重磨；⑥成本更低，交货期更短。



图 55 山高公司的特殊拉刀

高迈特公司展出了其所称的展开式刀具，或者叫运动刀具、U 轴刀具（见图 56）。高迈特公司介绍说，通过机床程序控制的内置伺服电机驱动其大多前端刀具进行直径变化，可以实现专机的加工能力。在加工中心上用一把高迈特公司的 U 轴刀具可以实现阶梯镗孔、反镗、仿形加工或反倒角等集中工序加工，是镗孔 μ 级尺寸补偿和非回转体工件轮廓加工的完美解决方案。高迈特公司介绍说，他们在本次 CIMA 展会上展出的展开式

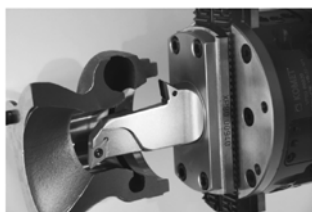


图 56 高迈特公司的展开式刀具

刀具集成了更先进的线性编码器以提高加工精度、提供带完整展开式功能的集成主轴、以及通过最新的功能模块在加工中心上实现珩磨。

五、刀柄

德国 BILZ 公司展出了其升级换代的冷却王刀柄（见图 57）。BILZ 公司前一代的冷却王是在热装刀柄的外面附加一个套，通过外套与刀柄间的间隙输送冷却液，并通过套端面的细孔喷出，达到冷却的目的。升级后的冷却王取消了外套，或者说外套与刀柄已成为一体，冷却液从刀柄内部直接输送到刀柄端面的细孔并喷向刀具。



图 57 BILZ 公司展出的新冷却王刀柄

翰默公司展出了 Cool Flash 飞瀑刀柄（见图 58a）。这种刀柄的端面有一些细缝而不是小孔，细缝的一端直接贴着刀柄。这种结构能使切削液即使在高速旋转时也能沿着刀柄形成有效的冷却。翰默公司的展台上为此设置了一个展示柜，里面的刀柄在不同转速下的喷射效果都可以非常直观地验证。

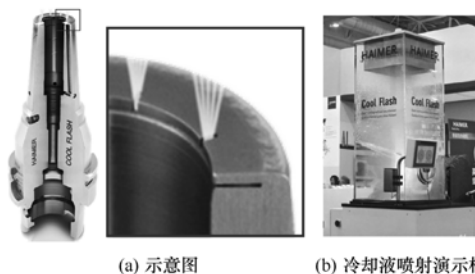


图 58 翰默公司的飞瀑刀柄

国内展商中，哈量展出了其为 IT 行业开发的专业刀柄（见图 59）。IT 行业所使用的刀柄主要特点是小型化和高速高精度，以前大量的 IT 行业专用刀柄主要源自日本厂商。随着国内 IT 行业的蓬勃发展，哈量研制的这一刀柄对满足更多 IT 行业的应用将会起到积极作用。



图 59 哈量的 IT 行业专业刀柄

上海松德公司展出了其研制的强力夹头（见图 60）。据介绍，它的夹持精度高（在刀具 3 倍径处跳动 $\leq 0.005\text{mm}$ ），结构对称设计，旋转动平衡 G6.3，转速可达 12000r/min。这种强力夹头采用全防护设计，并内置极压润滑脂，提高刀柄的使用寿命。松德公司强调了其独特的内冷设计，覆盖刀杆范围广，不但本体规格的刀杆能达到内冷密封需要，与密封内冷直筒夹配合，亦能满足所有适配刀杆的内冷需要。



图 60 上海松德展出的强力夹头刀柄

六、数字化产品

肯纳金属公司在本届展会上展示了其智能化选刀产品 NOVO（见图 61）。据肯纳金属介绍，NOVO 大致包括了刀具顾问、刀具选择、刀具配置、项目管理四个模块：刀具顾问模块能够根据加工特点（例如立铣削、型腔加工及盲孔加工）及要求（如形状、材质、尺寸公差等）提供切削刀具建议，同时考虑到加工顺序（如单一工序、粗加工后精加工或多步操作）的要求；刀具选择则是提供了另一种方法，从树状结构或通过分级（参数化）搜索中选择切削刀具，而通过使用 NOVO 的智能过滤器有可能将几个小时才能完成的刀具组件选择任务缩短到几分钟之内完成；刀具配置则包括“适合搭配”及“加工搭配”的选项，可提供零部件实时组装 3D 模型，并与最常用的 CAD/CAM 系统兼容。



图 61 肯纳金属公司展出的 NOVO 产品

展会上展出的另一个值得关注的产品是高迈特公司的 ToolScope 加工过程监控系统（见图 62）。



图 62 高迈特公司展出的 ToolScope 监控系统

据高迈特公司介绍，ToolScope 监控系统就是一款为客户提供加工安全的利器，它非常适用于高速加工和无人值守。这一监控系统获得了 2014 年度的金属加工行业荣誉技术创新奖。

高迈特公司认为，如何稳定地保证加工质量、减少废品率、减少机床和刀具的异常维护成本，对客户来说都是一种挑战。除了在生产准备阶段尽可能地提高毛坯和设备的稳定性、优化程序和参数、提高操作人员技能等措施，在实际生产过程中，总会出现不同程度的异常情况，例如堵屑、崩刃、断刀甚至撞刀等。高迈特介绍说，由于相对封闭的切削加工环境，大家无法及时准确地了解在加工部位到底发生了什么，因此也无法进行及时的控制。在工业 4.0 时代，需要能够使日益复杂的制造流程变得可控，将以往不可记录的生产细节变得可以追踪，并能在环境、需求变动中实现可持续性的盈利。因此，ToolScope 加工过程监控系统主要用于对各种加工过程进行监测和优化，通过将 ToolScope 的硬件部分与机床控制系统连接，相应能读取数据和发送控制命令，可用于监控铣削、钻削、镗削、车削、拉削、车车拉、磨削等多种加工方法。高迈特公司介绍说，除了基础的模块功能，客户可以利用 ToolScope 所提供的能力，实现诸如记录加工过程的详细数据作为质量体系数据或工艺优化的依据、改进批量生产时的刀具寿命管理方式、评估刀具和工件材料质量波动等更多的用途。□

金属成形(锻压)机床的现状与发展动向

——CIMT2015 锻压展品评述

中国机床工具工业协会锻压机械分会 徐 刚 崔瑞奇 王 华 王立娟

CIMT2015 第 14 届中国国际机床展览会于 2015 年 4 月 20~25 日在北京中国国际展览中心成功举行。

全球顶级机床工具制造商踊跃参加 CIMT2015。我国的沈阳机床、大连机床、济二、秦川、北一、武重、上机、重庆机床、宁江机床、宁波海天等知名机床工具制造企业无一缺席，德马吉森精机、山崎马扎克、天田、大隈、埃马克、通快、哈斯、MAG、格里森、恒轮、库卡、ABB、发那科、西门子、THK、山特维克、海克斯康、蔡司等世界知名机床工具制造商也悉数到场。

一、金属成形(锻压)机床展品

1. 数控激光切割机

数控激光切割机依然是金属成形机床展品中数量最多的展品，共有 25 家制造商带来 33 台套数控激光切割机。其中，CO₂ 激光切割机数量仅有 3 台，占比不到 10%，数量明显下降。而光纤激光切割机占比 90% 以上。光纤激光切割机已成为当下激光切割机的主力机型。有专家预计，今后的 30~40 年为光纤激光切割机的黄金拓展期，可见业内也对激光切割机给予了更多期待。

从功率上看，展品基本上都可归为大功率激光切割机，多数在 2kW 以上，光纤 4kW 机型有 4 台。在汉诺威展览中，展品功率以 8kW、6kW 居多，而 CIMT2015 展品中主要为 2kW、3kW、4kW。

从加速度上看，1G 及以上展品不在少数。但达到 2G 的则只有通快、金方圆两家的展品。

从切割厚度上看，切割厚度已不再是光纤激

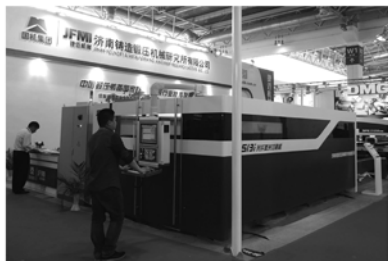
光切割机的短板。如 3kW 机型切割 C 钢厚度可达 25mm，2kW 机型切割 C 钢厚度可达 20mm。再考虑到光纤激光的免维、环保等特性，其对 CO₂ 激光器的替代已是不可避免。

从使用的激光发生器上看，主要集中在 5 家的产品：美 IPG、德罗芬、美 JDSU（专配 AMADA）、意 ALLEN（楚天应用）、德通快碟片激光器。其中碟片式（Disk Laser）光纤激光器，是运用碟片式晶体及新结构新机理研发的全球最先进的固体激光器，从根本上改善了传统固体激光器的“热透镜”效应，实现了固体激光器高平均功率、高峰值功率、高效率、高光束质量的完美结合，为固体激光在高功率激光加工领域开辟了广阔的应用市场。

从展品的性能参数上看，多数展品的 X/Y 轴定位精度为 $\pm 0.03\text{mm/m}$ ，重复定位精度为 $\pm 0.02\text{mm/m}$ 。济南铸锻所展出的 FL513I 光纤激光切割机，定位精度达 $\pm 0.025\text{mm/m}$ ，重复定位精度达 $\pm 0.015\text{mm/m}$ 。金方圆展出的 TFC3015 碟片激光切割机（TFC Series - Disk Laser Cutting Machine），最大加速度 2G，切割精度 $\pm 0.1\text{mm}$ ，切割厚度（3kW 激光发生器）碳钢 0.5~24mm，不锈钢 0.5~15mm。

济南铸锻所展出了 FL513i 光纤激光切割机。该机定位精度 $\pm 0.025\text{mm}$ ，重复定位精度 $\pm 0.015\text{mm}$ 。最大加工板厚碳钢 20mm，不锈钢 8mm。激光器功率 2400W。该机具有全自动调焦技术，独家采用高压切割气路，提高了对不锈钢、铝

等难切材料的切割能力及稳定性。其具有的厚板穿孔技术，穿孔过程中根据穿孔深度变化自动调整焦点位置及穿孔参数，保证厚板快速穿孔的质量与速度。



济南铸锻所激光切割机

亚威展出的 HLF-1530 激光切割机，X/Y 轴定位精度 $\pm 0.03\text{mm/m}$ ，重复定位精度 $\pm 0.02\text{mm/m}$ ，加速度 $1.5G$ ；展出的 TX90XL 三维激光切割机，重复定位精度 $\pm 0.05\text{mm/m}$ 。

扬力集团展出的 ML3015F 型数控光纤激光切割机，定位精度 $\pm 0.1\text{mm/m}$ ，重复定位精度 $\pm 0.03\text{mm/m}$ ，加速度 $1G$ 。



扬力公司展台

通快展出的 TruLaser3040 激光切割机，为本次展会上为数不多的 CO_2 激光器切割机，功率 4kW ，最大切割厚度碳钢 20mm ，不锈钢 16mm ，铝 10mm 。产品主打高切割速度、少停机时间、高切割质量以及简便的操作维护。



通快激光切割机



金方圆公司碟片激光切割机

AMADA 展出了一台光纤激光冲床复合加工机 LC2515C1AJ，带有电动上下料分拣堆垛系统。该机集光纤激光加工和数控冲床于一体。在进行洁净切割时，与 CO_2 激光器（ 4kW ）相比，更能实现薄板的高速加工，并大幅降低成本。其电源容量约为 4kW CO_2 复合加工机的 $1/3$ ， 2kW 机的 $1/2$ ，大幅实现节能。电源容量与液压式数控冲床的电源容量几乎相同。同时无需激光发振气体，进一步实现节能。该机激光通过 Y 轴移动，激光加工时材料仅 X 轴移动，通过机罩和移动门将加工区域包围起来，可彻底防止激光泄露，确保操作人员安全。通过设定第 2 原点，不打开移动门也能上料。确保安全性和作业性。该机最多可搭载 4 种攻丝模具，实现集约型攻丝加工；成形模具等大高度下模一般收纳在加工台面以下，加工时不会与材料产生干涉，可实现无背面划痕的高品质加工；向下成形加工后，移动材料时，转塔周围的毛刷台面会上浮 5mm ，以防材料与下模干涉；通过板厚、材质、冲切数等信息控制须研磨的模具，使其保持最佳状态，实现稳定的加工品质。模具准备作业的有效信息会显示在显示屏上。通过与 ID 信息对照，可防止模具安装失误。

三菱电机自动化（中国）有限公司展出的 ML3015eX-45CF-R 激光切割机，围绕 3 个“e”（excellent - 高性能、easy to use - 操作简便且易维护、ecology - 成本低且排放少）提升产品性能，最大限度发挥亮面切割优势，在薄板切割中配备了超高速切割（F-CUT）功能，在厚板切割中配备了穿孔（HPP）功能，在轨迹控制上导入了最新控制方式，使之成为三菱电机激光加工机标志性产品。

除了激光板材切割机，近年来激光切管机得

到快速发展和应用。大族激光展出了一台 P6018D 型激光切管机产品，自动上下料，智能系统，高度集成，真正实现柔性化加工。

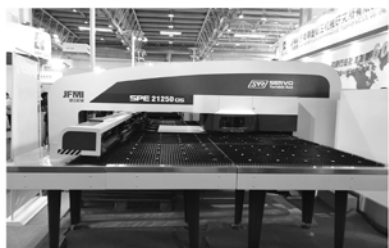
2. 数控转塔冲床

适应钣金加工的高速发展需求，数控转塔冲床也是金属成形机床展品中广受关注的热点展品。本届展会参展数控转塔冲床共有 25 台套。其中采用液压动力头的展品 4 台套，分别来自亚威、LVD、通快、台励福的展品。其余均采用伺服驱动，可见伺服驱动已成为当前数控转塔冲床的主流驱动形式。

从展品的冲压频次上看，展品普遍在 1mm 步距 800 冲次、25mm 步距 500 冲次左右。比较突出的如济南铸锻所展出的 SPE21250 OS 数控伺服转塔冲床，刻印速度 1800，1mm 步距、10mm 冲程冲压频次 1000。金方圆展出的数控转塔冲床 1mm 步距、4mm 冲程的冲压频次 1000。

从展品特色上看，济南铸锻所的 SPE21250 OS 数控伺服转塔冲床，AMADA 的激光冲床复合机 LC2515C1AJ，通快的 TruPunch2000 液压冲床，以及三环 LVD Strippit PX-1225 数控转塔冲床柔性加工系统，都是本次展会比较有特色的展品。

济南铸锻所在展会上最新推出的 SPE21250 OS 型数控伺服转塔冲床，是基于其近年自主研发推广的 SP 系列高性能伺服转塔冲床专利领先技术，应用德国力士乐公司 MTX 开放型数控系统开发的伺服冲控制技术升级新产品。



济南铸锻所数控转塔冲床

SP 系列高性能伺服转塔冲床已成功应用伺服主传动、双排模位、互换转模、多子模等十余项专利技术，尤其是 SVR 变连杆高速冲压发明专利技术，不仅开创了伺服冲压技术新途径，更凸显其高效节能优势，刻印 1800、10mm 冲程、1mm 步距

冲次 1000 等主要指标居国内领先、国际先进水平，主伺服电机功率仅为同类产品力矩电机的 1/3，与本公司以往液压冲床相比，综合加工效率提高 40%、平均能耗降低 75%，具有显著的高效率、低能耗与性价比优势。

其采用德国力士乐 MTX 型开放式数控系统开发应用于 SP 系列伺服冲床，不仅提升上述伺服冲床专利技术与性能优势，还可在 ACN 连续冲、自动降噪、GUI 界面、CAM 软件、NC 模具库、模式优化、3D 仿真等方面独具特色，实现加工过程自适应、加工参数的优化选择、故障自诊断与自修复、故障回放与仿真、伺服驱动能量优化等智能化功能，进一步提升伺服冲“智能化”技术水平，更在伺服冲压控制系统技术方面，建立起迈向未来工业 4.0 “智能生产”强有力的技术平台。

亚威展出的 HIQ-3048 数控转塔冲床，控制轴数 7 轴 (X 、 Y_1 、 Y_2 、 T_1 、 T_2 、 C 、 Z)，冲头最高冲压频次 2000，1mm 步距、6mm 冲程冲压频次 800，25.4mm 步距、6mm 冲程冲压频次 450，冲孔精度 $\pm 0.1\text{mm}$ 。



亚威公司数控转塔冲床

金方圆展出了 DMT 双电伺服数控转塔冲床 + AFM 模块化自动上料装置。其中冲床 1mm 步距、4mm 冲程冲压频次 1000，25mm 步距、4mm 冲程冲压频次 X 轴 500， Y 轴 400，孔距精度 (Hole Accuracy) $\pm 0.1\text{mm}$ 。AFM 模块化自动上下料装置最大板材重量 100kg，小车载重 3t。

通快展出的 TruPunch2000，是一台高性能标准冲床，换模时间单套模具 4s，多子模 2.2s。其 X 、 Y 轴合成最大速度 108m/min，冲压频次 900，打标频次可达 1600，最大板材加工厚度 6.4mm，具有 18 个模位，无需使用额外夹钳，即可完成尺寸 2500mm $\times$ 1250mm 板材的加工。



通快公司数控转塔冲床

三环 LVD 展出的 Strippit PX-1225 数控转塔冲床柔性加工系统，最多可实现 200 个自分度多子模，集冲裁、成型、折弯、攻丝一体，可任何角度成型，折边高度可达 75mm，每个工位的模具均可 360° 旋转。



三环 LVD 数控转塔冲床

ACL 力丰展出 TPS2.1250 型数控伺服转塔冲床，冲孔精度 $\pm 0.1\text{mm}$ （产品配置 FANUC 数控冲床专用系统一套，FANUC 交流数字伺服电机 4 台，NSK 精密滚珠丝杠 2 件，英国 RADAN 自动编程软件 1 套，标准模具 32 副来自国内专业厂）。

美国麦格菲（MegaFab）展出 3400XP 等离子切割和冲剪复合机床。该机为最新推出的具有国际先进水平的中厚板加工设备。机床复合了冲孔、等离子切割、坡口、铣削、钻孔、攻丝、成型、喷码 8 种功能于一身，最大加工板厚 12.7mm。据介绍，该机具有极高的性价比，与激光切割机相比，具有 3 倍的效率、1/3 的成本、2 倍的年产能以及更高的年利润。

3. 数控折弯机、剪板机

数控折弯机、剪板机作为成熟的板材加工通用设备，是金属成形展览会中的传统必备展品。近年来，随着新技术、新工艺的应用，数控折弯机、剪板机也不断得到新发展。如何伺服技术的应

用，混合驱动的大量应用；数控高速、高精的不断发展；挠度自动补偿系统；后挡料的不断提高、完善；角度测量装置；板厚检测功能；更合理的工艺、更高的效率、更加完善的折弯系统，等等。

另外，本届展会中折弯单元、折弯加工中心成为折弯机展品的重要看点。折弯机配合机器人系统，实现中小零件的自动上下料、码垛、换模等功能。可以预计，折弯单元未来将得到进一步推广应用。

亚威展出 PBM160/3100 数控折弯机，折弯压力 160kN，折弯长度 3100mm，快下/快回速度 200，工进速度 1~15，后挡料 R 轴速度 500，X 轴速度 700。

扬力展出 YHB1032 型电液伺服泵控数控折弯机，采用电液伺服混合驱动双向泵控液压系统来控制油缸同步和液压凸形自动补偿系统。以泵控技术取代常规阀控技术，消除节流损失，没有溢流损失，节能显著，噪声明显下降。实现高精度折弯，重复定位精度达 $\pm 0.005\text{mm}$ ，工进时同步精度在 $\pm 0.02\text{mm}$ 之内。

通快展出了 TruBend 7036 Cell Edition 高速折弯单元，此单元为针对中小型工作零件、经济且高速的紧凑型系统。最大加工板厚 8mm，最大工件重量 3kg，最大载荷 15kg，折弯压力 360kN，折弯速度最大 50mm/s。



通快公司折弯单元

三环 LVD 展出 ToolCell 自动换模折弯机，操作人员在准备下一项工作时，机床自动换模；所有模具在机床上精确定位，模具无需人工做任何调整和设置；采用大型模具库，机床内可放置 3 排上模和 7 排单 V 下模。

扬州恒佳展出了板料自动化折弯单元，具有

多项技术突破和创新。其主要由数控折弯机、视觉定位系统、取料站、出料站、上下料机械手和折弯机器人等组成，能完成自动上料、定位、折弯、卸料等工序。

天田展出的全自动折弯加工系统 EG6013 AR，可针对小件产品进行安全的高速、高精加工。通过高刚性本体、新混合驱动系统与角度解决方案等特点，如同智能手机一样，可更直观地操作，在短时间内进行输入。为了模具准备的高效率，天田采用了模块化模具装夹系统。另外，考虑到作业人员横向移动作业，脚踏板也实现了自动控制。

意大利萨瓦尼尼展出其优秀的板材柔性加工技术。本次带来的是 P2 Lean 新一代紧凑型多边折弯中心，该机为 2014 年底全球首推、本届展会亚洲首推的高度智能化、自动化的通用高效新产品。产品配置了融合诸多经验及高度智能化的操作控制系统，只要简单告知其需求，就能在最短时间内自动完成被赋予的工作。进一步优化的通用万能折弯模具，可实现 3.2mm 碳钢板和 4mm 铝板的多边零件折弯成形。上压料器长度可全自动调整，且不占用任何生产时间。

金方圆展出 HVR6 × 3000 高速数控液压闸式剪板机，采用荷兰 Delem 控制系统，精确控制后挡料、剪切行程、剪切角度及上下刀刃间隙；剪切行程自动调整，实现对短小工件的快速精确剪切；直线导轨、滚珠丝杠传动的高速、大行程后挡料，速度可达 300mm/s，后挡料行程最大可达 1000mm。根据板厚、材质的不同，系统自动调整上下刀刃间隙，提高剪切质量。

4. 数控精密机械压力机

随着技术进步和对高速、高精产品的需求，数控、高速、精密机械压力机得到快速发展和应用。

扬力集团展出 SP2 - 200 龙门双点压力机、JM31G - 125 闭式单点高速精密压力机以及一条龙门单点自动化冲压生产线。生产线由 2 台 SP1 - 200 + 3 台独立式机械手组成，为目前国内液晶电视背板行业、静电地板行业以及部分汽车零部件最高效的全自动解决方案。

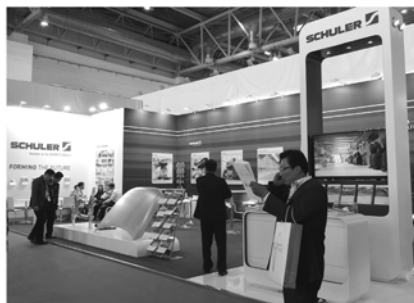
扬锻展出了 YC1 - 80 单曲轴高精度冲床、

JH21 - 80 开式固定台高性能压力机，以及一条高速冲压生产线（由两条 200 型高速精密压力机组成）。



扬锻公司展台

舒勒公司展示了一款伺服压力机 MSD - 800，是舒勒在中国市场推出的带有伺服直驱技术的 800t 压力机，以适应国内汽车冲压零部件供应商对效率和生产灵活性的需求。该伺服压力机由强大的扭矩电机直接驱动，这是动态冲压成形工艺理想的驱动。通过运用创新性驱动技术，压力机滑块运动可以分别适应各种零部件、成形工艺、模具以及零部件输送的需求。在完全相同的工艺下，对于钢质、铝质和高强度材料制成的一模一件、一模两件或一模四件零部件而言，产出率无疑更高。产出率与灵活性高、模具更换时间短等一系列优势相结合，共同促进了零部件单位成本的减少和压力机车间生产率的提高。同时，舒勒将成熟的机器人技术与智能化相结合，展示了带有创新型工艺数据接口的横杆机器人 4.0，通过横杆机械手实现了端拾器全兼容性。



舒勒公司展台

济南二机床集团展示了其汽车大型冲压生产线模型。高密高锻、徐州锻压等也以展板形式展示了各自的机械压力机产品。

5. 数控伺服液压机

伺服技术的应用也成为当前液压机发展的一个方向。通过伺服电机直接驱动油泵实现对滑块的驱动，速度转换平稳，无传统液压机的振动、冲击。与普通液压机相比可节电 2~6 成，可减少 50% 的液压油，可降低噪声 20dB 以上。而且传统液压机的液压系统得到简化，取消了压力控制、速度控制等液压回路，维修保养方便。采用伺服技术后，压机滑块运动曲线可任意设定，方便多机连线、与机械手等的配合。

扬力集团展出了 YGM-315K 数控门式万能液压机，采用伺服控制技术，噪声小于 75dB，温升小于 22℃，不需安装空调、冷却器，重复定位精度 $\pm 0.05\text{mm}$ ，节能 20%，效率提高 50%。

合肥合锻、天津锻压等以展板形式展示了各自的压力机技术解决方案。

除了向高速、高精方向发展，液压机还在特种、专用压机方向大显身手。未来，液压机将继续在金属成形领域发挥不可替代的作用。

6. 其他

近年来，以泰安华鲁锻压为代表的船卷机械制造商得到快速发展。本届展会，华鲁锻压展出了卷板机、坡口机等展品。长钢集团锻压机械制造有限公司也以展板形式参加了本次展览会。



华鲁锻压公司展台

弯管机也是金属成形机床的重要组成部分。本届展会展出弯管机的主要有和和、乔升、和合等展商。

南京埃斯顿展出了其为金属成形机床的控制方案。还展示了其伺服电机、机器人等展品。

广州启泰展示了其冲床模具。经过多年发展，启泰已经成为国内冲床模具主要供应商之一。启泰还展示了其钣金视觉检测系统。

二、从 CIMIT2015 看锻压机床发展动向

(1) 本届 CIMIT2015 展出的金属成形机床展品，其展品情况基本代表了当前成形机床的发展水平。如激光切割机光纤发生器的普及应用，最新碟片激光器的应用，更高的定位精度、切割精度，更快的速度、加速度，更安全、环保的装置设计等。从数控转塔冲床来看，伺服技术的大量应用、冲切复合机、冲切单元、带有料库的自动化生产线等，未来将会得到更好的提高完善。从折弯机来看，伺服技术、后挡料技术、激光测量技术、补偿技术，以及折弯单元、自动化折弯成形中心、配有机器人的折弯自动化生产线等，均代表了当前及未来一段时间折弯机发展的走向。总体来看，速度更快、精度更高、可靠性更好、更加宜人的用户界面、更加安全环保是成形机床的主流发展方向。同时，成线、成套、交钥匙工程、全工艺、全流程解决方案、机器人替代工程等，将改变行业的发展模式和思路。一言以蔽之，机床的“智造”时代正在拉开帷幕。

(2) 国内外厂商间的差距依然存在但正在慢慢缩小。一方面，那些实力较强的国外企业大多已不是单纯在卖产品，而是卖解决方案、卖用户体验、卖细节关怀，兼兜售其文化，而多数国内厂商依然处于卖吨位、卖参数、拼价格的阶段，企业文化更未成体系难觅踪影。而另一方面我们也欣喜地看到，已经有为数不少的国内企业正呈脱颖而出之势或正蓄势待发。如济南二机让行业扬眉吐气的福特项目，如扬州地区板材加工设备的整体崛起，如亚威、精达、合锻、埃斯顿等的先后上市。同时，国内企业在产品质量、可靠性，研发投入、新产品开发能力、新技术的跟踪应用等方面已有明显改观。与之对应，国内金属成形机床的市场占有率在逐步上升，国外机床的市场占有率随之在逐步下降。

限于时间，难免挂一漏万，有遗漏之处还望包涵。同时，限于水平，难免有谬误之处，敬请批评指正。

本文特别感谢陈树明、李兵两位专家的指导。□

从 CIMT2015 展会看自动线发展

沈阳机床集团设计研究院有限公司 陈洪军

当前，以德国工业 4.0、美国第三次工业革命、中国制造 2025 为代表的世界新一轮产业创新正在加速推进。新常态下，中国经济面临换挡期，中国经济将长期维持稳步发展的态势。数据显示，2013 年中国劳动力人口下降 244 万、60 岁及以上的老年人口已经突破 2 亿。随着用工荒和劳动力成本的不断增长，中国人口红利逐渐消失，装备制造业正从劳动密集型向现代化制造方向发展，如何进一步提高生产率、提高产品质量、降低劳动强度、改善劳动条件已经成为我国制造业面临的问题。通过参观学习 CIMT2015，笔者更深入地认识到，自动化、智能化、柔性化是机床制造企业面对“新常态下、寻求新发展”的必由之路。

一、自动生产线成为新趋势

近几年，沈阳机床、大连机床、宝鸡机床、安阳鑫盛机床、山东普利森机床等国内主要机床企业，均推出了不同类别柔性制造单元、生产线，自动生产线的产品档次与应用水平有了快速提升。

● 展会期间，沈阳机床与远东传动、襄阳轴承、烟台西蒙西等 5 家客户达成共建智能工厂的战略合作意向。沈阳机床针对行业进行深入技术研究，为战略合作伙伴提供包括柔性自动化加工单元、精益生产，工装夹具等在内的全套工业解决方案，实现人、机、物有效互联，基于“i 平台”、“WIS 车间管理系统”等智能化应用，将“智能制

造”在战略合作伙伴的工厂落地，以“智能制造”引领未来。

● 大连机床集团有限责任公司首次展出的 DZHX-002 柔性加工生产线，由三台立式加工中心与关节机器人等部分组成，关节机器人具有视觉功能，可对散堆零件的姿态进行辨识并正确抓取，可用于小型板类、盘套类零件的批量生产。该公司同时展出的 DZHX-001 柔性加工生产线，适用于汽车行业发动机缸体、缸盖的批量生产。



● 山东鲁南机床厂的 TF40D 双工位自动车铣加工线为两台 30 斜床身数控车床和一套桁架式机械手组合而成，数控车床位于桁架式机械手的两侧，多工位料仓位于中间，一次添料可自动完成零件全部表面的加工。该产品可以组成自动生产线。



● 齐重数控装备股份有限公司展出的 SVT70/100 G-NC 柔性制造单元，以两台数控立式车床为主机，以大悬臂六关节机器人完成工件的输送与搬运，适用于轿车铸铁轮毂、铝轮毂的自动化生产。





● 四川普什宁江机床有限公司展出的 FMS63 柔性生产线, 由卧式加工中心、具备零件识别功能的智能机器人、自动输送小车以及 8 工位双层托板库等组成, 在展会上进行了阀类零件的混流加工演示。



二、智能化自动线对机床提出更深层次要求

对于机床制造企业来说, 笔者认为自动生产线的技术核心是管控系统、工艺性和可靠性。数字化车间管控系统机床是整个数字化机床车间的“大脑”, 负责整个数字化车间的管理, 是智能化、数字化、系统化管理的新模式系统; 第二全面了解用户的工艺需求, 特别是节拍要求, 配属机床与附具、编制工艺, 实现每序可检、可控, 达到生产纲领; 第三是可靠性, 成套线首先要保证机床主体的可靠性, 其次必须保证整线及其附属设备、系统的稳定性, 实现自动线长期运转。

智能制造是在数字制造、自动化制造基础上, 融入人工智能、大数据分析、云计算技术, 通过资源的智能识别、加工的自主优化及系统的闭环控制, 实现制造工程的高度自动化和柔性化。

智能制造大致可用三个渐次提升的“集成系统”来概括——一是产品集成, 即从产品开发到产品生产、产品服务, 整个过程的产品数据都是唯一的、可追溯的; 二是制造过程集成, 即从设计、生产、物流、销售等, 充分利用市场优势资源

组织生产, 提高效率, 增加效益; 三是制造体系的集成, 即从制造单元到生产线, 再到整个生产车间、工厂及企业联盟, 全面实现 PLM、ERP、MES 的信息集成和过程集成智能制造是先进制造技术与信息技术的深度融合, 是制造业发展不可阻挡的大趋势, 但其发展不是一蹴而就的, 需要机床制造企业付出艰苦的努力。

(1) 要紧紧围绕机床产品, 通过优化设计, 集成机器人、智能传感、智能计算等相关技术, 为用户提供自动化、柔性化的成线装备、数字化车间, 实现加工过程、车间物流、作业管理等智能化。

(2) 对设备及刀具工作状态实现自动监测、监控和预警, 通过监测与反馈, 实现装备自动补偿、参数调整 and 自适应控制。

(3) 通过对设备加工过程及零件加工质量在线、在机监测, 实现加工过程的自动调整和修正。

(4) 在大量工艺参数、加工经验基础上优化加工工艺, 为用户提供高精度、高效率、高质量的工艺方案。

发展智能化自动线, 首先是稳定机床单机产品质量, 提升品质, 从国内用户大量进口中高端机床可见, 进口机床从产品档次上仅仅略好于国内企业, 用户不惜花费重金看中的是进口机床的品质, 在意的是产品的精度与可靠性。与国际先进水平相比, 中国机床在加工精度、可靠性、效率、自动化、智能化和环保等方面还存在较大的差距。国外加工中心机床精度按德国 VDI3441 标准, 行程 1000mm 以下, 定位精度可控制在 0.006 ~ 0.01mm 以内, 而国内相对较低, 控制在 0.01 ~ 0.02mm; 在机床可靠性上存在明显差距, 平均无故障时间 (MTBF) 国外机床都在 5000 小时以上, 而国产机床大大低于这个数字。整体不足之处集中在, 关键的制造水平, 机床精度及稳定性、机床平均无故障时间及机床应用及相关领域基础研究。因此, 机床企业发展智能化自动线还有许多基础工作需要扎实推进。

三、发展智能化自动线前景广阔

制造业已经进入微利时代, 企业只有保持规

(下转第 76 页)

对车床类可调式刀具综合工具系统的 复杂性与模块化协同设计的 研究推广建议

上海敖智信息科技有限公司 范亚炯

南京能新电力高科实业有限公司 杨 芸

兰西电务段 于 帆

车床类带修光刀的大进给精加工可调式综合工具系统（可调式刀具综合工具系统）归于复杂性产品的关键技术，在于刀片的多方位转位、重磨、前、后角，主偏角、刃倾角与修光刀参数的可调，和刀片多品种调换技术的集成能力，以及刀具操作可得性强和在线监控简捷与管理能力的提高。集中表现在所适应的工艺加工系统深度与宽度的进一步加密与扩展。因而，不仅需要深刻理解该产品面向整个生命周期与各个环节模块的构建体系，还需要深刻理解各模块之间的配合关系与可调功能的变化特点，以解决有关刀头与刀柄可调机构在切削运动中的动力学性能与稳定性问题。因而，解决了不可调刀具的一系列技术粗糙性与经验性的系统缺陷，提升了工具系统科技含量的密集与实用性强的社会价值，具有较高的研究推广意义。

一、切削刀具领域已发生的变化趋势和存在的问题

国际生产工程在 20 世纪 80 年代就已产生了一个重大变化，现正在进一步的演化与创新。其特征是计算机控制的自动化生产技术的高速发展，涉及到金属刀具切削技术领域表现在：

1. 刀具厂家业务范围的扩展

刀具厂家业务范围从此大幅度扩展，由过期

单一刀具的生产扩展到工具系统，刀具识别系统、刀具寿命及刀具监控系统与刀具管理系统的开发与生产。从硬件到软件系统及各类数控加工中心（CNC）。柔性加工中心（FMC），柔性加工系统（FMS）配套供应用户。但把精力集中在不可调刀具技术的范畴内，而没有刃口几何参数与刀套、刀杆过盈配合应力与刀头断屑宽度的可调与可靠性技术的突破，以及刀片多方位转位、重磨预留尺度的可调与多品种调换技术的提高。总的，没有刀具结构系统的广义可调性所成形的动态优化，即使是模块式的刀柄工具系统，这种业务范围的扩展也是有限的。

由于新型刀具材料与涂层新技术的应用，现可转位刀片技术，获得突破性的发展，解决了诸如干切削、绿色切削、重切削以及精密切削之类的疑难加工问题。虽然“刀片—工件副”相配的设计与选择原则，使刀具工艺加工性能有所扩展，但车床类刀具类型与品种庞杂的体系，并未因此得到相应的进一步简化与精练，整个自动化生产过程效率的提高也有限。这种通过不断生产新材质刀片淘汰旧产品，即使是运用在不可调刀具基础上发展而来的整体式或模块式刀柄工具系统，只能是大生产条件下刀柄快换的工作系统，在一定程度上是发挥了先进机床的效能。但对中小企业而言，其昂贵的价格却与小批量、多品种的生产类型不相适应，所造成大量资源的积压与浪费

是不符合资源集约化的原则。

2. 刀具技术的扩充

刀具厂家业务范围的扩展,使刀具技术研究开发的目标,从过去单一切削区功能的提高(如切削效率、精度、刀具寿命等)扩大到整个自动化生产过程效益的提高,进而包括刀具识别技术、监控技术及数据库管理技术的提高与应用。先进加工过程技术(AMPT, advanced machining process technology)涵盖被加工对象从设计图形至最终成品所涉及的先进机床技术、先进工夹具技术、先进加工工艺技术、先进检测技术等。因而,包括了机床与刀具的协调发展,以使机床的功能部件能够适应大批量流水线上的专用刀具,突破单一加工性能局限,把多道工序组合到一道工序里,用较少的刀具,满足较多工件日益扩大的工艺加工要求。其设计应是包括刀头、刀杆、刀片以及机床刀架等先进功能部件在内的可调模块化体系,从而为整个自动化加工过程的集约化与绿色化提供有效的途径。因而,必须对不可调刀具系统的利弊有全面的深刻认识。

(1) 传统可转位刀具的单向转位、重磨问题

传统不重磨刀具技术,在于具有负前角(-6°)与后角(8°)的刀台与刀片下底结合面的完全重合,未留出刀片正常磨损条件下,后刀面的磨去数值与刃磨公差预留空间,其转位也只是重复式的定向转位,刃口工业化生产的几何参数有其大批量的生产先进性,但转位不重磨所延续的单向切削功能,很难适应工艺系统与过程的多变与连续性。致使可转位刀具在前、后角对确定的情况下,又分为不同的主偏角系列。

例如:外圆车刀使用的机床为普通车床与数控车床,使用的刀片为:TN、FN、WN、SN、PN、RN、TP、SP型,刀具主偏角则有 90° 、 75° 、 60° 、 50° 、 45° 之分(GB 5354—45),说明可转位刀具主偏角相近参数不进行调整,只能使刀具结构简单、操作程序繁杂且粗糙落后,类型与品种的精简难以实现。

其实,传统不可调机夹刀具的部分机构也具有主偏角可调的因素,例如: 45° 上压式机夹重磨车刀刀台比刀片(4XH16)的宽度、长度就小刀

台2mm,又分别设计了 $6^\circ \sim 8^\circ$ 主后角与副后角,不仅符合倾覆式夹具与变截面悬臂梁的力学原理,保证了刃口的强度;又留出了刀片主、副后刀面的正常磨去数值的空间,操作便利,还为旋转调整主偏角创造了便利条件。由此,可转位刀片中心旋转使主偏角可调的优势与潜力,能得到了具体的应用,但刀台、刀垫与刀片,以及压板的综合功能均未进行重磨与主偏角可调的相关系统设计,未解决其结构系统的相关协调问题,致使这种技术因素难以提升到可调的技术范畴。

(2) 现可转位刀具前后角调整的缺陷

重磨与主偏角预留尺寸的调整,上压机夹式螺纹车刀与切断刀的刀片推进压板调整槽与相应的夹紧机构,具有调整刀片单向重磨尺寸的功能。这种功能如能扩张到多向性,就有广义可调的实用价值。但需要对压板可调直槽的横向与纵向尺寸进行可调的系统设计,其尾部与刀头直线式斜台对刀片的单向推挤、压紧,也需要进行圆弧面接触的多向推挤、压紧设计,才能使其信息含量与实用、可靠性有效提高。不可调刀具的传统理念局限了这种创新与发展。

至于可调式精刨刀刀杆与刀盘均可进行有限往返旋转的案例,说明了在小切削用量范围内,适当改变刃倾角与主偏角,可保持切削运动的可靠性与稳定性。也说明刀套与刀杆的过盈配合运动副能够调整刃口主前角与主后角是可行的。始终未提到刀具应用工程系统的重要议事日程,应该是对刀杆与刀套的过盈配合等级、使用与调整的可靠性,以及拆卸机构与工具的性能未进行具体的研究与应用所致。因而借鉴KMD刀柄液压膨胀夹头与力膨胀夹头的先进技术,创新适合我国新型的可调式夹具,并推广运用是可行的。

二、现可转位刀具不重磨供应链系统设计的缺陷

现可转位刀具的不重磨设计,不能适应工艺系统的复杂变化与调整幅度。例如:其刀片的前、后角对就未进行可调的相关优化设计,后刀面不重磨就无法获取合理的前后角对。再就是先进的一级断屑槽、二级断屑槽也只是刀具的静态技术,

虽然断屑性能广,也只是刀具材料与涂层技术的单一发展,对其重磨后的可调性、切削功能的连续性却未触及,集约化程度不高。

现机床刀架对不可调刀具的装夹,只是简单的定位、稳固,仅保证了切削过程的稳定性,无法对其实现刃口参数的调整并对稳定性进行监控。如果车床该功能部件能够在工具系统的协同设计中实现对刃口前后角的约束性控制(Adaptive Control for Constraint,简称ACC),使其成为协助刀具对前后角与刀杆、刀套应力状态可调的功能部件,则机床与刀具的协调发展就能生动体现。再就是刀具人工适应控制与自适应控制系统,由于刀具几何参数的可调归类,使得切削数据的结构(关系数据库、层次数据库、网络数据库)进一步精炼,能简便、快捷地进行刀具转位、调整、重磨、调换操作,并优化切削数据,以使刀具效益能进一步达到集约化的要求。由此说明该工具系统的协同设计,相关接口科技含量的提高是一个迫切需要解决的问题。

通过对机夹刀具可调因素,以及对刀片转位、重磨、可调、多元调换功能的相干性的结构分析,可以确定车床类可调式刀具及其综合工具系统的初始模块数。也可通过虚拟切削过程与种群遗传算法优化流程,获其最优方案。

三、可调式刀具综合工具系统的复杂性 与供应链协同设计

1. 可调式刀具综合工具系统的工艺性分析

广义地讲,数控机床的工具系统是由切削性能优良,能满足工艺系统各种不同形状、不同规格、不同状态的切削加工刀具和夹装可靠、重复定位精度高的配套工具等组成的系统化的工具。该系统绝不能仅是解决不可调刀具刀柄系统快换与集成的技术。没有转位、可调、重磨与调换的广义可调功能,不可调刀具类型就得不到简化,由此发展而来的整体式刀柄工具系统,就回避不了不可调式刀具的一系列系统缺陷。我国刀具绝大多数传统高速钢标准刀具和一般水平的硬质合金标准刀具信息含量的单调性,就说明了刀具产品处于结构落后,整体效能不高、持续性不强以及

综合服务系统繁杂等不能回避的现实问题。

这样可调式刀具综合工具系统转位、可调、重磨、调换的模块(包括辅助工具与刀具)就必须互换,还应有一定调整幅度与可靠性。这就要求系统设计-工艺-工装-加工的协同建模,因而,可调式刀具简化工具模型实是可调式刀具综合工具系统的功能综合模型,如图1所示。

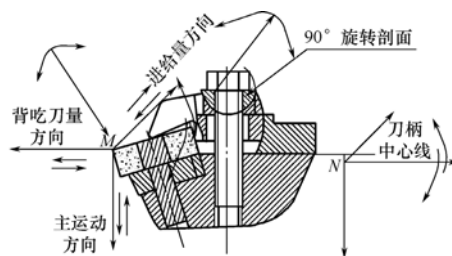


图1 可调式刀具简化工具系统模型

所以应包括面向不同工艺过程的三维建模、二维图样、NC模型和其他信息模型,这些功能模型之间的关联、继承、共享、约束等关系均应在系统建模规范中予以确定。因而,工艺加工制造精度较高、接口多(不仅仅是刀头与刀杆的配合,刀台、刀垫结合面,刀垫定位与旋转圆弧面、以及浮动压板的定位、压紧、三维旋转圆弧面,浮动压块的定位、压紧、进给与旋转圆弧面、以及与挡板的旋转圆弧面等)。没有这种模块化系统设计的工艺协同与一定的技术基础,是难以制造出符合工艺加工性能集约化要求的可调式工具系统。

2. 不同生产类型工艺流程的综合设计与评价

车床类可调式刀具综合工具系统对转位、可调、重磨与调换功能的模块化设计,实际是组成该系统不同可调属性模块的串联与并联过程,是该工具系统不断完善的驱动力。这需要整个生产链系统的协同设计,刀具厂家、刀片厂家、机床厂家针对可调综合性能的相关接口进行的并行设计。

该工具系统刀头、刀片、刀杆、刀套、刀垫等可调部件的综合功能,实现了刀具随机不重复转位、刀片多元调换、调整刃口几何参数、调整刃口断屑参数,重磨可调、侧重精磨等核心技术的一体化与随机组合操作的简便性,适应了不同生产类型和生产者不同素质同样是“三高一专”的需

要,是针对不同生产类型工艺流程的综合设计与评价,也是提高我国工具企业产品科技含量与产业链竞争力的切入口。该工具系统产业群涉及刀片生产、机床刀架功能部件的专业设计、模压加工等供应链厂家。没有供应链的协同设计,该工具系统的进一步完善与提高是不可能的。其基本特征是:技术复杂、系统性强,属市场首创型产品、规模经济显著、市场集中度高,也是进入与推出壁垒度较高的产业。从事该综合工具系统产品开发与生产的企业数量从长期来看是相对稳定的。不重磨刀具也有相关的协同设计,但技术缺乏全生命周期的设计与评价,技术环节的相关断链是不容否认的事实。所以,该系统的绝对成本优势不是靠传统的规模经济,而是通过学习曲线获得。学习曲线也称为经验曲线,是随着产品累计产量的增加,单位产品的成本会以一定的比例下降。学习曲线(Learning curve)是表示单位产品生产时间与所生产的产品总数量之间关系的一条曲线。如图2所示。

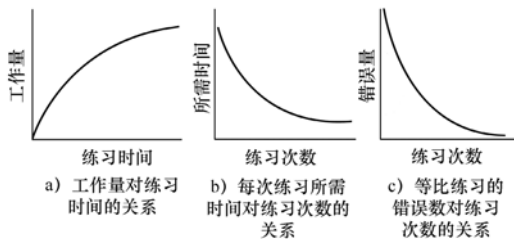


图2 典型练习曲线

根据初步概率评估,生产数量每翻一倍,生产成本将下降10%~20%左右。

3. 程序性

该工具系统使用的基本原则与程序是“转位、调整,重磨,调换、侧重精磨”,具体操作脱离了不可调刀具单一化的粗糙性,单元操作简便、可得性强,整个操作体系增加了信息含量,具有较强的程序性、规范性,技术含量随工艺复杂程度的提高而加深和提高。该系统刀具使用寿命的延续,不只是单一刀口几何参数的调整,还包括断屑宽度与夹持应力的调整、刀片多方位转位、重磨,以及多品种的调换技术的集成,并能在“刀具几何参数可调不重磨的归类分析”原则指导下

规范化、程序化。因而,操作性能迈上了一个新的台阶,是刀具技术提高的一个重要内容。

4. 可持续性

不可调刀具在工艺加工过程中,是以工件强度与硬度的最高标准来考虑约束条件,也以刀具最低的耐用度、工艺系统最低标准刚度来选择操作参数,有时甚至还保留一定的保险系数,所以其系统参数的选择处于保守状态,参数的选择低于合理状态,功能优化(功能损耗)级别较低。

可调式刀具综合工具系统的模块化设计,要求系统功能适应加工系统不同功能、性能的多变机制,因而能使参数选择动态优化。它突破了不可调刀具上述约束,经概率统计,在粗车与精车的条件下,能使刃口工作前角平均调整增大 $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$,如进行银白屑车削则能增大 10° 左右。只要刀片前后角以及刀台前后角的初相角对选择合适,则后角能调整至精粗车的合理数据范围内。同样可转位刀片的刀尖角与刀台后角与长度选择合适,刀具主偏角也能调整至合理参数范围内,而刃倾角也能随刀台初相角与前后角的调整处于不同的合理状态,又由于断屑槽参数能够调整,因而刀具系统几何参数的优化,不仅表示了切削效率的提高,也表示功能损耗将降低5%~10%以上,达到了功能的优化(不损失)的效果。如果采用TiAlN涂层与Mo2软涂层刀片就能进一步发挥摩擦系数小、切屑易于流出替代冷却液的干切削功能。

正是由于该工具系统广义可调功能的模块化设计,可转位刀片的寿命、合理利用率、耐用度均提高了3~4倍,工艺加工性能提高5倍以上、刀片重磨、回收的环境保护管理程序更加简易可行。加之刀杆与刀套的过盈配合与可调设计,保证中等切削条件的荷载,也保证了切削力超过额定荷载自动跌落的安全性。总之,该工具系统的性能符合了可持续发展的一系列要求。我们认为在进一步完善该工具系统结构体系的基础上,应仿效制造业先进国家企业,制定适合我国工具系统的相关能源效率、人身安全健康、废弃物处理、环境保护的强制性措施,才能进一步提高制造业的科技含量。

5. 综合服务性强、市场应变快

该车床类可调式刀具综合工具系统技术能使工具企业打破单纯经营硬件产品的局面,向着硬件、信息与服务综合的方向发展。这是因为该系统的模块化设计,就是将产品的某些要素组合在一起,构成一个具有特定可调功能的子系统,再将这个子系统作为通用性的可调模块,与其他产品要素进行多种组合,构成新的子系统,产生多种不同功能或相同功能不同性能的系列可调产品,这也是绿色设计的思想方法之一。这样附加在该工具系统上的信息量就大,且能进行相关的归类分析,综合服务性的系统性就丰富且操作简便与针对性强。

该系统模块化推进了刀具的创新速度,使得工具企业对竞争反应时间大幅度缩短,因为模块化设计根据刀具应用工程系统的各种发展会更加专业化与深入,能不断升级该系统的综合可调性、可靠性以及市场竞争力。服务质量与市场应变能力均比现整体式工具系统的技术含量有大幅度的提高与增多。

四、结论

刀具企业应抓住可调式刀具综合工具系统应用工程信息量大的特点,深刻认识系统刀片广义转位、重磨、前、后角、主偏角、刃倾角可调,断屑宽度可调和刀片多品种调换技术的集成能力、并把这种综合性能作为产品协同设计的驱动力和系统模块建立的平台,进行数据挖掘(KDD),清

除数据噪音以及与综合工具系统宗旨无关的数据,进行数据集成、转换、挖掘、评估与智能化表示,进行产品、信息和服务的全面经营与供应链设计,就能为企业的赢利目标创造了多种条件。该工具系统反应了现代自动化生产线,对减少投资费用、保证生产节拍和提高产品质量的综合要求,也反应了刀具与工艺制造的密切关系,是开发新工艺、设计新生产线的前提。

复杂产品生产系统的创新关系到国家兴衰的命脉,是一个国家经济实力和科技水平的度量。国际市场的竞争不仅仅是企业间的竞争,更是产业链之间的竞争。因而,可调式刀具综合工具系统复杂产品的模块化与供应链协同研究与推广应用,应是我国刀具生产链完善结构功能,提高技术含量与生产力,增强市场部竞争力,改变刀具技术落后状态的首善之策。□

参考文献:

- [1] 赵雪松,任小中,于华. 机械制造装备设计 [M]. 华中科技大学出版社,2009.
- [2] 李凯岭,宋强. 机械制造技术 [M]. 山东科技出版社,2007.
- [3] 袁哲俊,刘华明. 金属切削刀具设计手册 [M]. 机械工业出版社,2009.
- [4] 于随然,陶璟. 产品全生命周期设计与评价 [M]. 科学出版社,2012.
- [5] 肖灵机. 复杂产品的模块化与协同设计 [M]. 人民出版社,2010.
- [6] 仇启源,庞思勤. 现代金属切削技术 [M]. 机械工业出版社 1989.

(上接第 71 页)

模优势才能持续发展,因此越来越多的企业把技改的重点放在柔性成套自动生产线上,一方面自动线可以大幅提升生产效率,另一方面人不参与生产过程,抓取、检验工件全部由机器人完成,避免了人为装卡误差,加工尺寸一致性好、加工质量好,降低了废品率;第三可以减轻工人劳动负荷,大幅节约人力成本。

利用现有机床设备,配置桁架式机械手、转

臂式机器人和控制系统组成自动线,市场前景广阔。目前国内机床企业纷纷把柔性自动线作为主攻方向,摆脱单机竞争,从价值链的全程为用户提供解决方法,实施市场竞争。当前机床企业一位追求高技术是得不偿失的,投入大、见效慢;而自动线是当前机床企业发展中高档数控的最佳路径,投入小,市场好。发展智能化自动线前景广阔。□

BL-2.8 * 2000 全自动数控落料线研发与应用

济南二机床集团有限公司

一、产品研发背景介绍

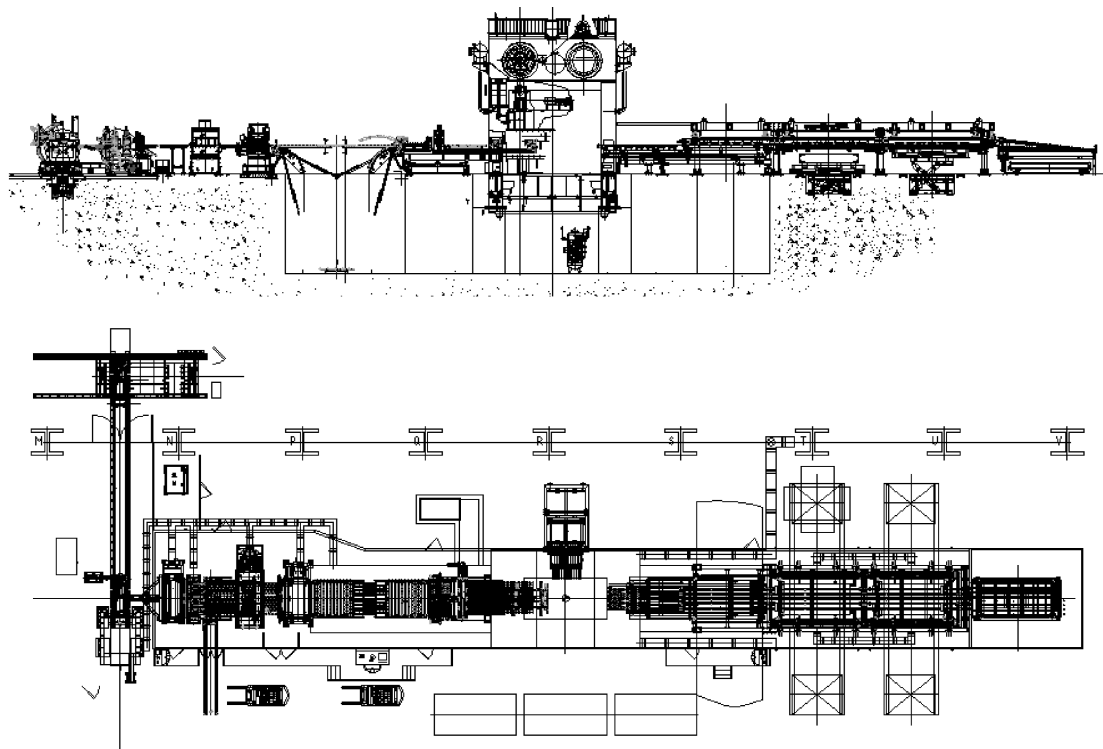
随着社会发展的需求，自动化产品逐渐成为汽车生产行业的主力军。济南二机床以压力机产品为基础，将自动化产品和压力机相结合，引领国内汽车冲压设备，与国际先进水平相媲美。我们企业生产制造落料生产线设备历史悠久，自上世纪90年代以来，投入大量人力、物力致力于自动化产品的研发设计。初期，我公司采用和国外大型生产商合作的方式，为国内外汽车制造商提供设备。2008年，我集团公司为长城汽车公司成

功研制了国内第一台落料线。该生产线在长城汽车用户运行良好，自此，国内外用户的订单纷至沓来。到目前为止，我公司已为国内外用户提供了上百条落料生产线。

但是，随着汽车轻量化的发展，高强度激光拼焊板在汽车上得到广泛的应用，高强度激光拼焊板的落料装备被德国舒勒、西班牙发格等发达国家厂商所垄断。

二、技术创新工作简述

产品外观形状图、结构图和原理工艺：



根据用户需求、生产工艺和生产效率要求，整线由移动承料架、上料台车、开卷、双辊引料、料头剪、清洗机、精密矫平机、数控送料机、尾料送进机、落料压力机、输送皮带、码垛、出料、检验等组成，实现卷料到成品冲片的工艺流程。

实施内容和技术路线：

设计之初，为全方位、细致考虑产品的使用和维护，公司主管与用户相关项目负责人进行了细致沟通，多次组织经验丰富的设计人员赴现场进行技术调研，对产品设计大胆采用先进设计理念、从细节上把握产品使用性能，力求做到产品的精细、完善。方案设计由公司领导组织进行，经过多次方案评审、工艺攻关，并最终确定产品设计方案。

在生产过程中进行全面质量控制，从毛坯生产、零件加工、装配调试、包装运输等方面都进行了详尽的跟踪，定期提供质量周报，保证生产过程中的每个环节。

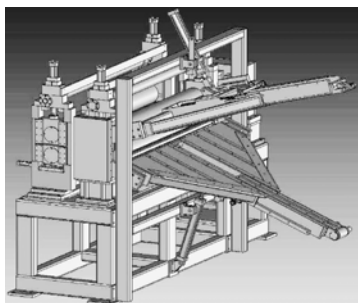
对于产品中用到的油缸、传感器等外购成品，严格按用户要求品牌进行提供，保证品牌质量。针对在生产线上采购的全封闭式高档整线围护、以及整线液压系统，也是多次与配套公司协调沟通，定期提供质量周报，保证达到用户要求。

三、产品主要技术亮点

针对高强度激光拼焊板的落料工艺特点，进行了 BL-2.8 * 2000 全自动数控落料线的研制，成功研发了以下技术：

1. 下开卷自动穿料技术

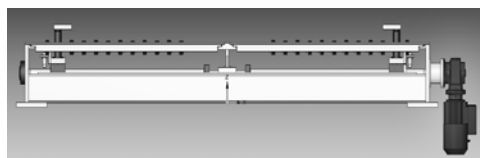
卷料在自动引料时一般采取上开卷形式，下开卷时一般都要经人工辅助才能完成料头的引入，下开卷自动穿料技术的实现，使料头在没有人进



行干预的情况下自动引入，不但节省穿料时间，更是降低了高强度激光拼焊板回弹对人员操作的危险性。

2. 自适应料宽式新型导向装置

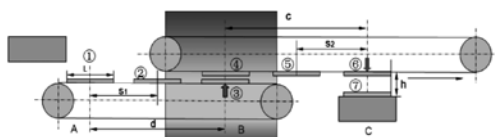
由于受到精度影响带钢宽度尺寸上存在误差，在板料经过导向对中装置时，使板料产生卷边或皱褶，对板材质量造成影响，新型导向装置的设计使得在通过该装置的板料宽度有变化时，导向辊能够自动适应板料的宽度变化，解决了以往因板料宽度超差，生产过程中挤伤板料的现象。



3. 步进式送进堆垛技术

步进式堆垛技术是用频繁的小步距启动、停止送进替代连续的高速工件传输，每个步距输送出一个工件，将工件送料到指定的位置，输送磁性皮带机与磁性堆垛机的工件交换，堆垛磁性皮带向料仓抛入板料都是在工件零速度情况下完成的，根本不会出现窝料、卡料和撞伤板料的现象。

步进式堆垛工艺流程如下图所示：



(1) 压力机冲压完成之后板料落到伸缩皮带上，A 区。

(2) 板料在伸缩皮带上运行若干个 S1 步长，图中仅示意 2 个步长。

(3) 经过整数个步长后板料被传送至重合工位中心 B 区，图中阴影部分为重合工位。

(4) 下部电磁铁失磁，上部电磁铁得磁，板料被吸到码垛皮带上。

(5) 板料在码垛皮带上运行若干个 S2 步长，图中仅示意两个步长。

(6) 料片经过若干个步长后最后一步到达码垛中心位置，C 区。

(7) 控制码垛电磁铁失磁将料堆垛在小车上。

新型金刚石磨块的研发与应用

广东奔朗新材料股份有限公司

新型金刚石磨块是本公司在国际上率先成功开发并实现批量化生产、销售的用于替代传统菱苦土结合碳化硅磨块的新产品，与普通碳化硅磨块相比，平均使用寿命提高 100 倍以上，磨削效率提高 20%，使用成本、电力消耗、工业废渣排放分别是菱苦土结合碳化硅磨块的 75%、60%、1%，实现了建筑陶瓷磨削抛光工艺向高效、节能、环保、低排、低成本发展的目标，各项技术性能指标优势明显，具有较好的经济效益和社会效益。

本项目产品于 2011 年投入市场试用，取得了较好的经济效益，于 2012 年正式批量生产，经规模化推广应用，其高效、节能、环保、低使用成本等优势得到了市场的高度认可，并实现销售收入 2000 万元。

目前，以国内外现有建筑陶瓷抛光线有效保有量 2000 条计算，金刚石磨块为抛光生产线上的易消耗品，市场容量巨大，保守估计国内市场规模在 8400000 件以上，市场容量超过 12 亿元，充分体现该产品具有良好的市场应用前景。本产品的生产与应用可推动建筑陶瓷行业逐步实现由传统的菱苦土结合碳化硅磨块向金刚石磨块转移，实现了建筑陶瓷制造过程的节能减排和低成本；同时，推动超硬材料制品加快替代普通磨料磨具制品，从而为实现现代工业节能减排做出贡献。



图 1 金刚石磨块产品实物图

一、产品创新突破点

1. 工艺创新

(1) 采用全新的粉体合金材料配方体系。材料配方体系中引入 Fe-Si、Fe-Cu、Al-Cu、Fe-Cu-Co 合金，满足材料性能、成本、工艺等综合技术指标的需要。

(2) 采用热等静压技术生产大规格金刚石磨块。结合热等静压技术各向压力均衡的原理特点，研究开发与之相适应的工艺技术，制备出相对密度在 99% 以上且密度均匀性好的金刚石磨块，满足材料在研磨阶段性能指标高、均匀性好的技术要求，实现生产过程的高效与生产过程的节能减排。

(3) 采用冷等静压技术结合无压烧结技术。研究开发冷等静压技术结合无压烧结技术制备高效、精密金刚石磨块。采用冷等静压技术使材料获得相对密度较高（60%~80%）且密度非常均匀的材料结构，采用无压烧结技术可以在还原气氛环境下实现材料的活化烧结并且实现材料气孔率的可控（75%~85% 相对密度），满足材料在精磨抛光阶段抛光效率高、效果好、无“磨花”的技术要求，以及生产过程的高效与生产过程的节能减排。

2. 结构创新

(1) 具备减震、消音功能的金刚石磨块的结构设计。开发机械或化学结合技术，合成特殊性能的橡胶材料，实现金刚石磨块与橡胶材料固结复合，使该磨削材料具备减震消音功能。

(2) 应用仿形技术原理设计开发金刚石磨块的几何形状。在应用过程中，由于金刚石磨块运动轨迹和速度的不同，为了减少磨削材料与被磨削材料之间的冲击力，避免出现磨削缺陷，将金刚

石磨块设计成尺寸不对称全圆弧接触面几何形状。

二、产品市场竞争力

在国外,以意大利为代表的西方国家是现代无机非金属材料表面磨削技术的发源地,无论在磨削抛光设备、磨削抛光技术还是在磨削材料的开发方面均处于领先地位。早在上世纪 70 年代就开发了用于石材粗磨(16~100°)的金刚石磨块,目前仍在广泛应用,其使用寿命是菱苦土结合碳化硅磨块的 100 倍以上,磨削效率提高 2 倍以上,但由于技术的局限性,只能在石材大板的粗磨阶段使用,而在陶瓷的粗磨过程中无法使用。2004 年,意大利 ADI 公司率先推出了世界上新一代的金刚石精细磨削材料(120~3000°),用于替代传统的菱苦土结合碳化硅磨块,其寿命达到 40~120h,是菱苦土结合碳化硅磨块的 70~80 倍,磨削效率是菱苦土结合碳化硅磨块的 1.5 倍以上。金刚石精密磨削材料具有高效、环保、耐磨等优点,引起了极大关注,引导了欧洲石材行业磨削领域的一场变革,其应用领域迅速扩展到其它材料表面的精细磨削和抛光。金刚石精密磨削材料的市场领域不仅在欧洲得到迅速扩展,也被美洲、亚洲和欧洲等地区认可,呈现出全面替代菱苦土结合碳化硅磨块的发展趋势。过去三年,金刚石磨块年销售额保持在 50% 以上的增长速度,迄今为止,发达国家石材磨削抛光领域已经基本采用金刚石磨块——金刚石磨块替代普通碳化硅磨块。

建筑陶瓷表面磨削的方式与石材大板的表面磨削方式基本相同,但建筑陶瓷表面磨削的效率要求比石材磨削高 15 倍以上,建筑陶瓷的材料结构与石材相比差异也很大,因此,石材磨削用金刚石磨块无法适应建筑陶瓷磨削。同时,欧美国家建筑陶瓷生产以图案设计、组合为核心,对表面磨削需求不大,导致对建筑陶瓷表面磨削材料的需求不多,少量需求仍然选用菱苦土结合碳化硅磨块,对新型高效的建筑陶瓷表面磨削材料研究极少,没有相关产品研究及产业化的报道。

我国是目前世界最大的建筑材料生产国,其中陶瓷产量占全球的 60% 以上,2010 年达到 78 亿 m^2 ,石材产品占全球的 30% 以上,这些材料的

加工需要消耗大量的碳化硅磨块。如前所述，碳化硅磨块不论是在生产制造阶段还是在使用阶段都会带来资源、土地的大量消耗和环境保护的压力和投入，已经成为影响建筑陶瓷业健康发展的制约因素。奔朗公司经过7年的研究开发，在国内率先批量生产出能够满足客户工业化生产需求的金刚石磨块，由于具有原创技术，奠定了金刚石磨块在国内市场的技术领先和竞争优势。

三、产品效益

金刚石磨块与菱苦土结合碳化硅磨块相比,平均使用寿命提高 100 倍以上,磨削效率提高 20%,使用成本、电力消耗、工业废渣排放分别是菱苦土结合碳化硅磨块的 75%、60%、1%,实现了建筑陶瓷制造过程的节能减排和低成本。

金刚石磨块替代普通碳化硅磨块，同时可实现在生产环节的节能减排，和生产菱苦土结合碳化硅磨块相比，可节约生产场地 80%、节约用工数量 60%、节约运输消耗 98%，同时节约大量的水资源，减少大量废水废渣的排放。

综上所述,金刚石磨块替代菱苦土结合碳化硅磨块,可以实现产品应用端和制造端的全面升级和节能减排,具有很高的社会效益。□

普什宁江项目入选首批国家 智能制造专项

日前，四川普什宁江机床有限公司收到工信厅联装函【2015】415号批文，确认其“智能柔性制造系统（FMS）应用标准试验验证体系研究”项目已成功申报工信部2015年智能制造专项。全国共有94家公司、研究机构的相关项目入选首批智能制造专项项目，该项目是川企3个入选项目之一。

2015 年智能制造专项是由工信部和财政部启动实施的智能制造试点示范专项行动，旨在贯彻落实《中国制造 2025》，大力推广智能制造模式应用，强化智能制造综合标准对产业的先导带动作用，提高我国制造业国际竞争力，推动中国由制造大国向制造强国转变。

该 FMS 项目的顺利实施, 将填补柔性制造系统应用标准的国内空白, 满足国家产业政策发展要求和智能柔性制造系统制造新模式的实施和应用, 促进加工制造业改变传统加工模式, 促进行业整体产业链的技术进步和可靠安全发展。

大型数控回转工作台的结构分析与装配工艺要点

汉川数控机床股份公司 王 雷 郝军平 童国荣 晏 昆 张新龙

【摘要】 通过对一款大型、重载的数控回转工作台设计结构的分析，结合在实际制造过程中所把握的关键要点和技巧方法的论述，重点对回转定心装置、回转检测元件和回转部件的检测方法等环节做出了详尽的描述和论证，以此揭示了大型精密部件在制造装配中应重视和需掌握的工艺措施和要点，力求为同类精密功能部件的制造提供有益的借鉴和幫助。

大型数控可平移回转工作台是大型数控落地式铣镗床的核心部件之一。该部件可拖动负载重达 12000kg 的工件作直线、旋转、分度等运动，为机床提供了一个可与三个直线坐标轴联动的数控回转轴，协同机床完成调头镗孔、直线铣削及环形、平面铣削等工艺方法，解决一些大型零件较为复杂曲面的高精度加工的难题。

它的主要结构由能做回转运动的工作台面、可做直线运动的支撑滑座、定位夹紧机构和伺服驱动单元组成。

各部分主要结构和功能大致如下：

工作台：位于滑座的上部，是整个数控回转工作台的核心大件之一，其台面上部均匀分布了用于夹紧和定位工件用的若干 T 型，台面的面积尺寸和承载重量决定了所能承担加工工件的尺寸和重量。

工作台滑座：也是数控回转工作台的核心大件之一，是整个回转工作台的定心机构、夹紧机构及传动机构的载体，其下部为安装导轨的支撑滑块，用于与床身结合实现机床纵向的移动。

定位夹紧机构：数控回转工作台的定位夹紧与松开是采用液压控制的六点活塞式对称布局，不仅夹紧可靠且不会产生影响定位精度及机构零

件变形的附加载荷。

伺服驱动单元：驱动回转的传动链采用电机带动有双输出轴的齿轮消隙减速机，并直接与安装在回转工作台上的大齿圈啮合，做到无间隙双向驱动回转，具有很高的运动和定位精度。

数控平移回转工作台的主要设计参数和精度要求如下：

- (1) 回转工作台的面积尺寸 2400mm × 2600mm。
- (2) 工作台的最大承载重量 12000kg。
- (3) 工作台定心孔的径向跳动允差为 0.015mm。
- (4) 工作台的分度精度为 $\pm 5''$ ，重复定位精度为 6"。
- (5) 工作台在 0°、90°、180°及 270°四点的定位精度为 4"。
- (6) 工作台的平面度最大误差为 0.045mm，要求平或凹，且局部误差小于 0.015/300mm。
- (7) 工作台的滑座平行移动对工作台面的平行度误差最大为 0.055mm，且局部误差小于 0.015/500mm。

在充分明确数控回转工作台的设计目标、掌握设计的结构要点后，对在装配制造过程中定心轴和定心轴承、测量反馈的圆光栅、转台驱动部

分的消除齿轮箱的装配要点,以及整个数控回转工作台综合精度的调整等几处重点和难点的实战技巧给以分析说明。

1. 定心轴承的装配

数控回转工作台的回转径向跳动误差是一项必须保证的关键精度,为达到此项精度的误差值不大于0.015mm的要求,从设计结构分析与实际装配经验得出结论:必须重视调整好核心部件定心轴承的内孔与定心轴间的间隙,以确保定心精度和回转精度。

如图1所示,转台定心轴承4与定心轴1在装配配合时理论上要求零间隙,定心轴承的内孔有一个1:12的带锥孔,从设计结构上分析,只有通过配磨定心轴承下的调整垫3的厚度来达到既定心又轴向定位的要求。

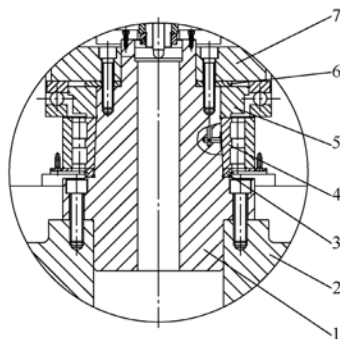


图1 定心轴承结构图

1. 定心轴 2. 滑座 3. 调整垫 4. 定心轴承
5. 内隔套 6. 调整垫 7. 压盖

首先把定心轴承的内环装在定心轴上(注意区分定心轴承带锥内孔的大小口,大口朝下安装),再依次把内隔套5、调整垫6、压盖7装在定心轴上,用力矩扳手紧固压盖上8件M20的螺钉向下压,直至达到螺钉紧固力矩要求压不动为止。此时用量块测量调整垫3与定位轴1的结合面间的间隙尺寸,准确记录此值。

接着要将需修配的调整垫拆出,最主要的就是要将固定在定心轴上的带锥度轴承内环拆下。

从定心轴上拆下轴承内环的方法步骤如下:由于定心轴在设计时已考虑此项装配的工艺性,预先设计了利用液压拆下轴承内环的工艺油孔(如图1所示)。这样就可以在定心轴上连接液压油路,通过液压系统给定心轴与轴承内环间注入

压力油。由于定心轴和轴承内孔都为锥度配合,所以它们之间的径向油压会产生一个向小端方向的轴向分力,利用这个分力就可在保证不损伤被拆零件的前提下使它们分离。

特别提示:采用这种方法拆装时,当定心轴与轴承内环间的液压压力达到一定值时,二者会突然分离,故必须在工艺方法和安全防护上采取措施,以防造成人员伤害。

将拆下的调整垫3依据测量值去修整配磨,为了让带锥度的轴承内孔与定心轴间有一定的过盈量,故在修磨调整垫时可在测量值的基础上多磨去0.01~0.02mm,这样保证定心轴与轴承内孔有微量的过盈配合,保证了定心轴承的零间隙。

2. 测量反馈元件圆光栅的装配要点及结构改进对比

作为测量与反馈元件的圆光栅,是数控回转工作台保证回转精度重要的高精度元器件,它的装配精度直接影响转台回转的定位精度和重复定位精度,是决定转台精度的关键因素之一。

在装配调试过程中圆光栅可能需反复拆装与调整,故其设计的装配结构应便于现场的拆装与找正。此结构在实际装配过程中我们做过设计改进,现将改进前后的结构特点做一分析说明。

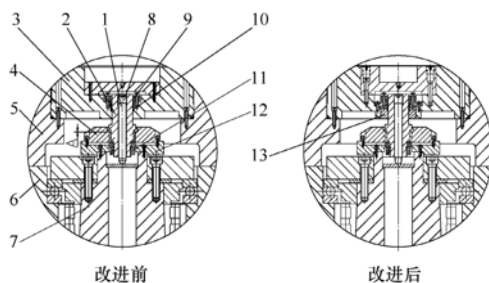


图2 圆光栅装配设计改进前后对比图

1. 调整螺杆 2. 转轴 3. 定位套 4. 圆光栅 5. 工作台
6. 连接盘 7. 定心轴 8. 螺塞 9. 压盖 10. 胀紧套
11. 螺母 12. 圆光栅定位盘 13. 定位套

按照改进前的结构形式对圆光栅的装配调整或检查时,在先拆下定位套3、拆去压盖9后,此时胀紧套10在松开的状态下仍然有很大的夹持力,不容易拆下。在拆卸定位套3时,胀紧套会将转轴2及固定在其上的圆光栅读数头一同移动,因圆光栅动、定部分之间间隙很小(最大约为0.2mm),

即使采取措施也很难保证拆卸时转轴 2 静止不动，故很容易造成圆光栅损坏。

在改进后的结构中，新增定位套 13 零件，这样定位套 3 和定位套 13 之间就可以允许存在有较大间隙。在拆卸定位套 3 之前先完成压盖 9 和定位套 13 等组件的拆卸。其方法顺序为：先拆去压盖 9 和定位套 13 上的安装螺钉，再用专用工装压紧转轴 2 的轴端头，用工艺螺钉将定位套 13 顶起，直到胀紧套等件与转轴 2 脱离，然后拆去工装和固定转轴 2 的定位组件后，就可安全便捷地拆卸下定位套 3 等零件，以便对圆光栅进行检查、调校。

装配过程要点：

(1) 必须对装配后有同轴和垂直要求的组件仔细校检、找正。

(2) 圆光栅动、定部分的间隙 (0.2mm) 调整：在各组件安装合格的前提下，首先将圆光栅动、定部分贴实并旋转调整螺杆 1，使其紧顶在垫片上，然后安装胀紧套 10 和压盖 9，此时禁止压盖 9 压紧胀紧套。

(3) 轻压转轴 2 上端面，然后再将百分表的触头压在转轴的端头，记下百分表上数值后，慢慢旋转调整螺杆 1，使转轴 2 带动读数头等上移 0.10mm 后停止，这样圆光栅定盘与读数头之间的间隙可量化保证为 0.10mm。

(4) 压紧压盖 9 使胀紧套 10 抱紧转轴 2，旋转调整螺杆 1 使其下端与垫脱离后用螺塞 8 锁紧。

至此，测量反馈元件圆光栅的动、定部分间的间隙调整达到规定要求。

3. 驱动单元双输出轴消隙齿轮箱的装配

数控回转工作台的驱动单元采用双输出轴消隙齿轮传动，其目的是驱动回转工作台做正反向旋转时消除其反向间隙，保证回转的定位和运动精度。

装配驱动单元的工艺流程和要点如下：

(1) 将传动大齿圈与回转轴承座紧固连接后，要对齿圈的跳动误差进行检测，误差要求不大于 0.02mm。

(2) 用起重设备将消隙齿轮箱平稳吊起，对正双齿轮与大齿圈的位置用点动控制起重设备微量下降，使一对消隙齿轮接近并逐渐与大齿圈齿

廓完全啮合。装配完成后，理想的状态是既要求啮合齿轮的齿廓双面接触又要使齿轮箱的结合面与转台安装基面完全贴合（见图 3）。

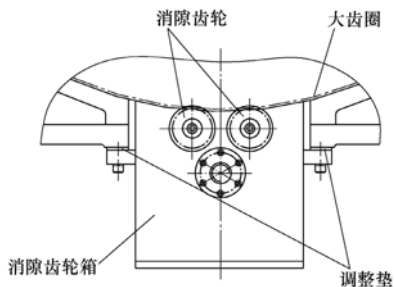


图 3 消隙齿轮箱安装图

(3) 双齿轮的啮合调整：根据输出齿轮到齿圈的距离，通过配磨齿轮箱体与安装基面间的调整垫，来调整双齿轮与齿圈的啮合侧隙，将同一消隙齿轮与大齿圈两侧的侧隙调整到 0.04 ~ 0.05mm 以内。如果同一齿轮两侧间隙相差 0.02mm 以上，可以通过双向旋转输入轴，齿轮箱可自行来调整均匀。

(4) 双齿轮的消隙调整：当安装调整紧固好齿轮箱后，松开图 4 中的螺钉，旋转输入轴，齿轮箱中的消隙机构可以将两输出齿轮相反方向齿侧间隙消除，然后用塞尺测量检查侧隙，要求两齿轮一侧无间隙，另一侧侧隙为 0.09 ~ 0.11mm。

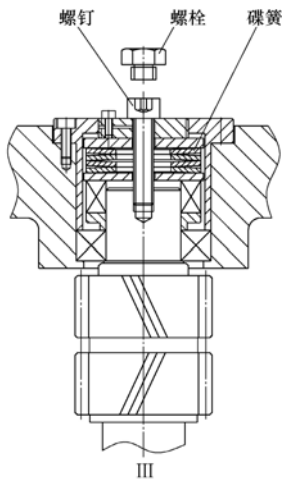


图 4 双输出轴消隙齿轮箱内部结构图

(5) 在完成侧隙的检查后，将 III 轴上端的螺钉旋出，此时可旋转双齿轮输入轴，观察齿轮与齿圈的啮合情况（用涂色法检验，要求啮合接触

面积大于80%齿面)。如果接触面积太小,再将齿轮箱Ⅲ轴上的螺钉旋入以便固定好Ⅲ轴,防止窜动;然后配磨消除齿轮箱与安装基面间的调整垫(见图3),如此反复调整检验,直至齿轮与齿圈的啮合面积大于80%的要求。

(6)最后用螺钉固定消除齿轮箱箱体,配做定位销钉后,再次把齿轮箱轴端的螺钉拧出,换上螺纹堵头,这就完成了双输出消除齿轮箱与大齿圈的反向无间隙啮合装配。

4. 整体回转工作台综合精度的保证措施

由于该数控回转工作台的台面尺寸达到2400mm×2600mm,加之其台面的几何精度要求也很高,为保证使用时的综合工作精度,如果采用提高关键零件的加工精度来保证,不但其难度很大,成本增加,而且零件的合格率仅为30%,故这种通过提高大型零件自身精度来保证整体综合精度的传统方法在此是不可取的。

在实际生产装配和调试过程中我们尝试并总结了一套切实可行的最终保证综合精度的方法。在回转工作台装配完成后,为保证其工作台面的平面度、平行度以及回转精度,我们把装配完成的回转工作台整体部件按照实际工作状态安装在所配置机床的床身导轨上,再将这一装配整体吊运到大型动梁龙门式加工中心上,来对工作台面进行整体铣削。

铣削前,首先要对装配好的机床床身在横向和纵向进行水平调整并固定,水平仪在纵向和横向的读数不超过0.03/1000(mm)(用200×200

规格的框式水平仪检验)。然后用工艺用液压站给转台的液压刹紧装置提供油压使转台处于夹紧状态。

在完成以上准备工作后,相当于回转工作部件处于所配置机床的工况状态,即可对回转工作台的台面进行精加工铣削。铣削完成后,直接检测其平面度、平行度以及回转精度,直至达到设计精度要求,完成最终回转工作台综合精度的保证。

5. 结语

本文通过对大型数控回转工作台部件的装配制造过程中关键要点的分析和说明,证实了在大型精密数控功能部件的设计制造过程中,每一个重点环节都必须做到设计与装配相互依存、结合并进,这样在最终的产品中不但能体现设计者精妙的意图,而且对制造成本的控制、产品精度的提升及生产效率的提高等实施环节起到促进和保障的作用。□

参考文献:

- [1] 柯明扬. 机械制造工艺学. 北京航空航天大学出版社, 1996.
- [2] 花国梁. 精密测量技术. 清华大学出版社, 1990.
- [3] 雷天觉. 新编液压工程手册. 北京理工大学出版社, 1998.
- [4] 闻邦椿. 机械设计手册. 机械工业出版社, 2010.
- [5] 朱孝录. 齿轮传动设计手册. 化学工业出版社, 2005.

汉江机床数控螺纹塞规磨床取得关键工艺技术突破

近日,汉江机床有限公司一台SK7140数控螺纹塞规磨床顺利交付浙江某汽车零部件用户,标志着汉机公司首次采用多线滚轮磨削多头滚丝轮的加工工艺方法取得成功,并获得用户认可。

面对经济新常态,汉江机床有限公司努力在产品“专、精、特”上再下功夫,利用市场“倒逼机制”,眼睛向内,苦练内功,专注于精密螺纹的特色制造,积极主动在铁路、航空航天、微电子、军工等领域巩固已经取得的多项合作成果,进一步扩大合作范围,挖掘合作潜力,不断创造和培育新的增长点。年初,技术部门在与汽车零部件生产商进行技术交流时,针对用户提出的

个性化需求和信息反馈,发现该机床采用多线滚轮磨削工艺方法直接影响工件齿形精度,老办法难以解决新问题。为了破解“疑难杂症”,设计人员先后与国内高校和国外滚轮制造商进行了详细技术交流,查阅了大量技术资料,根据用户试磨件的具体要求,研究如何保证相关齿槽深度及齿形曲面计算与实际相统一,这对设计人员来说是一个全新的挑战。在此后的一段时间里,技术人员对磨削方式、磨削程序、磨削参数以及砂轮的参数进行多次优化改进,通过大量试磨试验,一个又一个技术难题被逐个破解,机床的可靠性和稳定性得到充分验证,最终为用户磨削出满意的产品。

(通讯员 李秀国)

浅谈提高汽车覆盖件模具加工的效率

长城汽车股份有限公司 江凤振 刘 冬 江明洲

现在汽车产业飞速发展，各大厂商竞争异常激烈，汽车消费市场早已进入买方市场。各大厂商就必须在短时间内低成本地生产出消费者所喜爱的各种汽车，才能抢占市场，赢取利润。汽车生产周期中当属模具的开发周期最长，所以缩短模具开发周期成为新车型抢占市场的重中之重。那么，如何提高汽车覆盖件模具生产中的加工效率呢？

1. 有良好的冲压工艺

一次性加工调试完成是最重要的。例如高强度钢板梁类件模具，由于难以准确的把握回弹量，导致模具反复上机床加工，不但降低了模具的品质，而且极大地影响了模具的生产周期。

反复加工调试造成的浪费是惊人的，但是由于覆盖件成型的复杂性，一次性完成往往也是很难做到的，但是我们仍然要不遗余力的积累经验和

数据，提高工艺制作水平，减少反复上机床加工的次数。

2. 通过合理的刀具选择和编程方法减少粗加工时间

下面以某车型翼子板拉延模凹模为例，编程软件为 Powermill，材质为钼铬铸铁，总余量为 12mm，比较一下两种不同开粗方法的加工效率：



第一种方法采用直径 40 球刀分两次最佳等高粗加工。具体参数见表 1。加工图见图 1 所示。

第二种方法用直径 63 刀尖半径 6 的牛鼻刀一次粗加工，再用直径 40 球刀二次粗加工。具体参数见表 2。加工图见图 2 所示。

表 1

	余量	切深	切宽	转速	进给	加工时间	合计
B40 球刀一次粗加工	5mm	7mm	平均 5.5mm	1500	1500	2:58:37	5:12:18
B40 球刀二次粗加工	0.7mm	4.3mm	平均 5.5	1500	2000	2:13:41	

表 2

	余量	切深	切宽	转速	进给	加工时间	合计
N63R6 一次粗加工	0.7mm	约 2mm	35mm	1000	4000	2:17:42	3:36:40
B40 球刀二次粗加工	0.7mm	3mm	5mm	1500	2000	1:18:58	



图 1

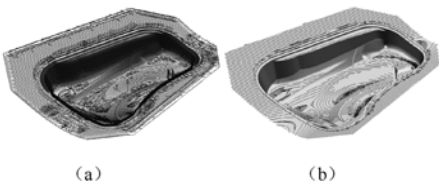


图 2

通过以上比较看出，此工件利用牛鼻刀粗加工节省加工时间 $5:12:18 - 3:36:40 = 1:35:38$ 。仅仅一个凹模的粗加工就节省了 $1:35:38$ ，效率提高 30.6%。

由于牛鼻刀 R 小，所以后续清角的某些 R 角残留会少，如果牛鼻刀开粗后的后续粗清角采用表 3

分层清角（下面有具体介绍），就会考虑这些残留，从而对后续的粗清角也会节省加工时间，提高加工效率。

下面针对二种刀具开粗加工的优缺点做简要对比（见表3）。

	球头刀粗加工	牛鼻刀层切粗加工
切削负载	大，对机床损伤大，加工过程中工件易发生移动，造成过切，夹紧力大易变形	小，对机床损伤小，工件不易发生移动，无需大夹紧力，工件不易变形
程序中连接和抬刀	少，这方面浪费时间少	多，这方面会浪费一些时间
编程方法难易	简单	复杂些
安全方面	比较容易保证	快速加工需要严格的保证安全的措施，主要是需要获取准确的毛坯几何
自动无人化加工	不易实现	容易实现
加工区域窄且形状复杂的部分模具	适合	不适合，实际切削少，抬刀太多，浪费时间
残留处理	无需特别处理	需要单独的残留加工。有些工件由于形状的原因残留很多，较浪费时间
较硬材料加工	不适合	适合
深腔模具加工	不适合	适合

从以上例子和表格内容综合考虑，有些工件很适合使用牛鼻刀进行粗加工，效率提升很明显，而且切削负载小有利于节省机床，实现粗加工的自动化，所以我们要根据实际情况选用牛鼻刀层切粗加工，以便实现粗加工效率的提高和无人化加工。

牛鼻刀层切粗加工的难点是如何获取准确的毛坯几何。这是需要投入资金的，一般的中小企业需要慎重考虑的，或者做不到的，或许老板也没有这样的意识。可以从制造工艺考虑解决毛坯问题，但有时需要牺牲一点数控时间，但总的还是比传统的加工效率高。

通过 Atos 扫描获取准确毛坯几何作为粗加工的参考是一种不错的方法。Atos 扫描后的文件可以转化为 STL 文件，有些 CAM 软件（例如 Power-mill）支持直接对 STL 数据格式的数模的参考，甚至可以对其直接当作加工数模，这样我们就可以获取准确的毛坯几何了，从而可以保证高速层切加工的安全性，去除无用的空走刀。

能够保证毛坯的准确性了，剩下最重要的就是要选择合理的刀具和相应的切削参数了，这和

加工材料和机床特性有关系，所以要根据厂家的具体情况具体分析选择。选择出金属去除率最大的刀具和相应的切削参数，保证加工效率的最优化。



图3 利用扫描数据制作的毛坯
CrSiMnMoV 铸造镶块 + Cr12MoV 锻造镶块

在编程上也有很多细节参数需要注意，例如下刀距离尽量给小些，减少慢速下刀带来的浪费；在保证刀具轨迹流畅和安全的前提下，切入切出尽量短，减少过长的切入切出带来的浪费；无用的抬刀尽量少，减少空走刀的浪费等。

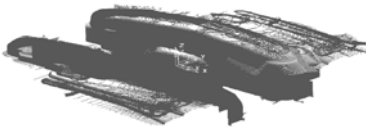


图4 利用上述毛坯编制的牛鼻刀粗加工程序

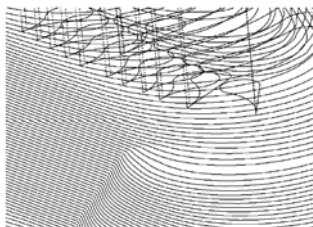


图5 上述程序的局部放大图

3. 型面精加工在设备和刀具允许的情况下尽量采用高速加工以提高效率

专业模具厂配有高速加工设备专门做精加工，有些设备还专门配有高速加工铣头，转速都在1万转以上，有的机床采用中空冷却的丝杠和很好的润滑方式，长时间加工的进给率也可以达到10000mm/min，甚至更高，所以充分地利用这些设备的高速精加工特性是提高精加工效率的有效途径。

当然设备的优势要靠好的程序去体现，编程的时候要安排好加工工艺，选择合适的加工策略，编制流畅的适合高速加工的刀轨，以充分体现设备的高速加工优势。

4. 采用效率更高的清角方法

分层清角是提高粗清角和实现自动化的有效途径（见图6）。该方法可以自动识别残留区域，对残留根部进行分层去除余量，切削量均匀，所以可以实现高速进给、提高效率、实现自动化，并且有利于提高刀具使用寿命。

5. 合理的长短刀具分开加工

在满足表面加工质量要求的前提下，尽量长短

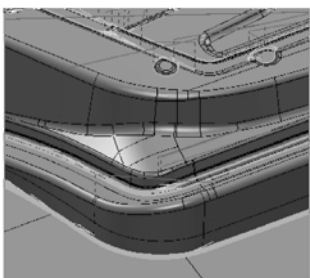


图6 车门内板凸模分层清角实际编程刀路
（球40 刀具粗加工之后的球20 刀具清角）

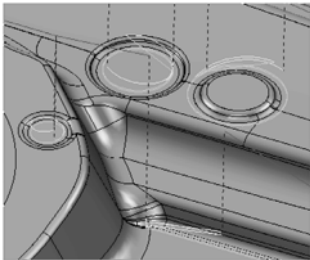


图7 车门内板凸模分层清角实际编程刀路
（局部）自动识别走刀的层数

刀具分开加工，以提高加工效率和表面质量。现在的大型软件一般都具有精确的刀柄和夹持碰撞检查功能，还有的具有机床碰撞仿真检查功能，这就帮助我们可以在保证安全的前提下把刀具的长度降到最短，以保持刀具的刚性，从而保证了加工效率和表面质量。

6. 减少装刀、换刀等辅助时间

通过刀具信息的精确指示实现刀具的提前配送，或者根据已经配备在机床刀具库中的刀具编程，减少因刀具装夹和更换刀具所造成的时间浪费。

序号	刀号	刀具类型	刀具名称（刀具+刀柄+刀长）	刀具直径	刀尖半径	伸出长度	理论工时
1	4	球头刀	B30-BBT50-MEGA32D-90-L120	30	15	120.0	1:26:17
2	8	球头刀	B20-BBT50-MEGA32D-90-L100	20	10	100.0	0:35:42
3	10	球头刀	B16-BBT50-MEGA20N-120-L80	6	8	80.0	0:28:12

（刀号、刀具类型、刀柄名称、伸出长度等一目了然，全部自动生成以指导现场）

7. 根据各类模具不同工序的要求合理选择加工参数，避免造成“质量过剩”的加工

汽车覆盖件分为A、B、C、D、E各种类型，每一类工件又是由不同工序的模具完成的，这些模具由于种类不同、工序不同所以对加工要求也就不同。例如A类覆盖件的拉延模对加工精度和

表面质量要求都很严格，我们就要选择合理的转速进给和步距保证表面加工质量，同时我们要安排好加工工艺，保证不在重要外露面留下任何接刀痕迹。而修边模具尤其是上模对轮廓要求精度很高，而型面就不做细致要求，所以型面粗略加工即可。因此我们要根据具体情况做出最经济的

加工以提高加工效率。

8. 合理的让空处理，减少加工范围，从而节省加工时间

在不影响模具使用强度和工作性能的前提下尽量在设计阶段就做好让空处理，空开铸造，从而省去这部分的数控加工；其次，在粗加工时做好让空处理，省去占用工时的精加工，从而提高加工效率。修边模具设计期间的空开设计见图8。如图9所示，修边模具压料芯的让空处理，只保留修边刃口附近合理的压料范围，让空2mm，粗加工即可。

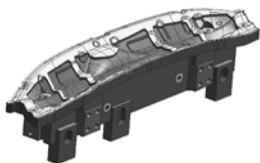


图 8

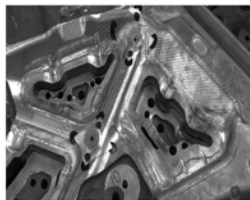


图 9

9. 细心的编制每一个加工程序

编程多花1h，数控节约10min，成本上考虑是划算的，而且对于有计划的统一安排生产来说这不是浪费时间，而是实实在在地缩短生产周期。假如每个程序数控加工节约1min，一个工件加工下来，不止20、30个程序，那么可以想象一个整车的模具就因为编程仔细了一点会提高多少效率。所以作为编程工程师来讲要有高度的责任心，细心处理好每一个程序，如程序顺逆铣处理，手动排好刀路等。

10. 企业要加大软件的投入力度

作为企业来讲，不要只注重硬件的投入而忽略软件（包括应用软件、工艺、研发和人员的培养等）的投入，越是先进的企业在软件投入方面的力度越大，生产周期越短，盈利能力越强，软件投入的收获将会是他们引以为傲的享用多年的无形资产。

综上所述，加大软硬件投入，关注编程和加工的每一个细节，从细节上下功夫，精简加工时间，并且针对工件具体情况选用最经济的加工方法，充分利用现代化设备和先进的刀具，提高加工效率，从而降低模具的加工制造周期。□

政策解读：首台（套）重大技术装备保险补偿机制

【编者按】财政部、工业和信息化部、保监会三部委联合发布《关于开展首台（套）重大技术装备保险补偿机制试点工作的通知》，决定建立首台（套）重大技术装备保险补偿机制。重大技术装备是关系国家安全和国民经济命脉的战略产品，是国家核心竞争力的重要标志。为首台（套）重大技术装备创新成果转化引入保险补偿机制，是发挥市场机制决定性作用、加快重大技术装备自主化、服务国家创新驱动发展战略的重要举措，对于促进装备制造业高端转型，打造中国制造升级版具有重要意义。以下就将大家有疑问和关注的问题进行解读。

1. 如何区分首台（套）装备与首批次装备？

在业务推动过程中，客户对首台（套）装备和首批次装备的概念存在疑问。例如中晟光电设备（上海）股份有限公司，该客户是生产LED、MOCVD设备的制造商，该设备按“腔”售卖，该公司将产品出售给四家企业，四家企业购买的产品是同一产品，购买数量分别是2腔和4腔两种形式。该公司与四家企业的合同是不同时间签订的，交付时间也不同，此种形式是应该按照首台（套）只承保前三台（套），还是按照首批次定义可以全部投保。此种情形非常普遍，很多企业都存在类似情况，按照保险政策中关于首批次的定义，只要是用户

首次使用的同品种、同技术规格参数、同批签订合同、同批生产的装备产品均可作为首批次产品纳入补贴范围。

2. 哪些首台（套）装备可以申请享受首台（套）保险补贴？

申请享受首台（套）保险补贴的装备必须与《目录》所列的装备（名称、规格参数、技术指标）一一对应。如《目录》只列出成套装备，没列其中的关键零部件，则只有成套装备可以申请享受首台（套）保险补贴；如《目录》只列出成套装备中的关键零部件，则只有关键零部件可以申请享受保险补贴。（下转第104页）

台北 TIMTOS 2015 展会观感

中国机床工具工业协会

一、TIMTOS 2015 基本情况

第 25 届台北国际工具机展览会 (TIMTOS 2015) 于 2015 年 3 月 3 日开幕, 3 月 8 日闭幕, 为期 6 天。展出面积超过 10 万 m², 来自全球 18 个国家和地区的 1015 家展商参展, 共计使用 5411 个标准摊位。其中境外展商 260 多家, 来自德国、瑞士、意大利、西班牙、美国、英国等 17 个国家和地区。德国、瑞士首次以国家展团的名义参展, 其中瑞士组织了 21 家企业, 共占用标准摊位 105 个。预登记数据显示, 有来自 97 个国家和地区的 5000 余位采购商将赴台参观 TIMTOS2015 展览会, 预计实到采购商将超过 7000 人, 订单超过 20 亿新台币, 观众人数将超过 47000 人。

展会设有 3 个展区, 它们之间通过 ShuttleBus 驳接。其中南港展览馆为主展区, 展品主要有金属切削机床, 工业机器人展区、搭载台湾区产控制系统的数控机床展示专区、德国展团、瑞士展团、主办方办公室、国际机床协会展台也安排在南港展览馆。台北世贸中心展区, 使用了世贸一馆、三馆; 其中世贸一馆主要展出功能部件和工具, 世贸三馆展品有刀具、金属切削机床、成形机床以及功能部件等; 在世贸三馆还设立了“海峡两岸工具机展区”, 天津一机床等十八个大陆企业在此亮相。本届展会首次使用了圆山争艳馆。争艳馆展区展出金属成形机床展品。

台湾区机床工具行业知名厂商, 包括友嘉、



东台、台中精机、永进、协鸿、亚威、程泰、百德、龙泽、福裕、庆鸿、乔福、油机、建德、上银、协易机、金丰、坤霖等全员到齐。参展境外知名企业有 DMG MORI、马扎克、安田精机、JTEKT、牧野、西铁城、哈挺、沙迪克、通快、百超、发那科、西门子、海登汉、发格、博世力士乐、三菱、THK、NSK、SKF、KUKA、雷尼绍、山特维克、伊斯卡、山高等机床制造商、系统提供商、功能部件制造商、刀具制造商。

二、展会特色和亮点

台湾区机器工业同业公会理事长徐秀沧认为, TIMTOS2015 展会有三大特色: 一是世界知名企业都来参展, 进一步扩大了 TIMTOS 的全球化程度; 二是新产品创新活动开展越来越广泛, 共有 47 家企业 49 件产品参加了 TIMTOS 2015 展览会举办期间开展的“2015 年第 12 届工具机研究发展创新产品竞赛”; 三是注重院校学生参观。徐秀沧理事长认为, 学生参观是十分重要的, 只有加强对学生的引导, 台湾机床产业才能后继有人。往届 TIMTOS 对这也十分重视, 近几届有所放松, 本届 TIMTOS 展会再次提高了对此事的重视程度, 拨出部分费用, 用以组织学生参观, 并组织一些专业人员进行讲解。

本届 TIMTOS 展览除了展出规模盛大, 还有三

大展亮点，一是确定“高效率自动化生产”为展览主题；二是新增的“搭载本地产控系统数控机床”展示专区，三是首次启用圆山争艳馆。台湾区“对外贸易发展协会”秘书长黄文荣指出，台湾区拥有全球独一无二的精密机械产业集聚区，具备组装迅速及零件取得容易的优势，凭着业者柔性制造及应变能力，擅长为客户量身订制质量优良、价格合理的产品，深获全球用户的青睐。

三、从台湾机床展品看台湾机床行业的发展

从本届展会的台湾本土机床工具产品来看，台湾机床工具行业非常重视向高端、高效、自动化、智能方向发展，行业功能部件制造能力强，机床工具行业产业链完整。

1. 五轴加工中心、复合机床技术应用日趋成熟，台湾机床行业正在努力向高端迈进

在本届展会的主展馆——南港展览馆，数十台五轴加工中心展品令人目不暇接。结构形式大都为龙门或桥式结构，五轴的构成主要有AC摆头、BC摆头、AB摆头以及摇篮式工作台。其中摇篮式工作台五轴加工中心展品最多。典型五轴加工中心展品有台中精机的Vcenter-AX800，友嘉的U600、U800，永进的NFP 500A-5AX，协鸿的5A-650，高峰的KFO 620-5AX，哈威的FMV-99桥式五轴加工中心等。

永进的高速高精度五轴联动加工中心NFP 500A-5AX，高刚性龙门式结构，采用高刚性滚柱直线导轨，直驱式大扭矩高精度A、C轴摇篮式工作台，X、Y、Z轴行程700mm、1000mm、500mm，A轴旋转范围 $30^{\circ} \sim -120^{\circ}$ ，C轴旋转范围 360° ，工作台尺寸 $\phi 500\text{mm}$ ，最大承重350kg。内藏式电主轴最高转速24000r/min，除了电机和轴承冷却外，增加了主轴心轴冷却功能，有效地降低了主轴温升产生的热变形影响。X、Y、Z轴快移速度50m/min，加速度0.7g；A、C轴最高转速50r/min。该机床运动部件采用轻量化设计，对于机床上有热源产生的部位都进行了主动式冷却，对切屑采取了被动式隔离。此外，还增加了热补偿功能，使该机床具有很好的热稳定性。就整体而言，该机

具有高刚性、高伺服刚性、高热稳定性，以保证该机的高速高精性能。

该机床参加了TIMTOS2015第12届工具机研究发展创新产品竞赛活动，并荣获了加工中心类佳作奖。



台中精机的Vcenter-AX800五轴联动加工中心，X、Y、Z轴行程1600mm、700mm、600mm，B轴旋转范围 $-30^{\circ} \sim 110^{\circ}$ ，C轴旋转范围 360° ，工作台尺寸1250mm×800mm，工作台最大承重2400kg，内嵌式旋转工作台直径800mm，最大承重1200kg，主轴锥度BBT-40，主轴最高转速15000r/min，X、Y、Z轴快速进给30m/min，B轴20r/min，C轴25r/min，旋转轴连续分度精度0.001°，标配刀库40把。该机床通过B轴摆动铣头+内嵌在矩形工作台中的旋转工作台（C轴）实现五轴加工，B轴最小分度为1°。B、C轴采用滚子凸轮结构，刚性高、精度高。

协鸿的5A-650立式五轴联动加工中心，X、Y、Z轴行程660mm、550mm、460mm，B轴旋转范围 $-50^{\circ} \sim 110^{\circ}$ ，C轴旋转范围 360° ，其结构形式为B、C轴摇篮式工作台，采用直驱电主轴，最高转速15000r/min，配置40把刀库。



哈威的FMV-99桥式五轴加工中心，采用直驱A、C轴摇篮式工作台。X、Y、Z轴行程800mm、900mm、660mm，A轴旋转范围 $-120^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，C轴旋转范围 360° ，工作台尺寸 $\phi 850\text{mm}$ ，工作台最大承重700kg，主轴锥度HSK-A63，主轴最高转速20000r/min，X、Y、Z轴快速进给

48m/min, A 轴 30r/min, C 轴 100r/min, 标配刀库 40 把。机床床身采用密烘铸铁一体化铸造成型, 具有良好的减震性和刚性; 横梁采三点支撑设计, 搭配 THK 五滑块式高精密直线导轨, 保证主轴头部及鞍座的动态刚性; 主轴外悬长度小, 可避免主轴头悬垂变形, 确保切削时所需的刚性与精度。



复合机床展品中, 丽伟的铣车复合机床 TM-1500, 以卧式车床为基础, 增加带 B 轴的铣头, 实现了铣车复合, 可进行五轴加工。车削主轴最高转速 1500r/min, 采用 A2-11 主轴, 15" 卡盘, 工件最大旋转直径 790mm, 可加工最大直径 780mm, 最大车削长度 1500mm, 最大棒料直径 115mm。电主轴铣头最高转速 12000r/min, X 轴行程 730 + 40mm, Y 轴行程 ± 200 mm, Z 轴行程 1550mm, B 轴行程 $240^\circ (-10^\circ \sim 230^\circ)$ 。X、Y 轴快移速度 20m/min, Z 轴快移速度 30m/min。该机床参加了 TIMTOS2015 第 12 届工具机研究发展创新产品竞赛活动, 并荣获了数控机床类佳作奖。



2. 大型机床快速发展

在本次展会上展出了不少大型机床, 颠覆了人们对于台湾机床以中小规格为主, 大型机床很少的认知。

友嘉公司展出的 MT-1000 立卧车铣复合五轴

加工中心, X、Y、Z 轴行程分别为 1200mm、1230mm、1000mm, B 轴倾斜角度范围 $-30^\circ \sim +180^\circ$, C 轴 360° 旋转, 主轴最高转速 8000r/min, 主轴锥孔 HSK-A100, 主轴电机功率 19/28kW; 配置两个可交换工作台, 工作台尺寸 $\phi 1000$ mm, 采用力矩电机直接驱动, 最高转速 500r/min。力矩电机直驱 45° 立卧主轴头, 力臂小, 刚性高, 可实现立卧转换, 主轴具有低速高扭矩功能, 可进行立卧车削和铣削复合加工。该机床适用于航空发动机机匣的加工。

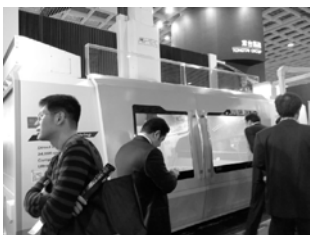


崑山机电展出的大型动梁式龙门铣车复合加工机床, X、Y、Z 轴行程分别为 2800mm、3060mm、800mm, W 轴行程 1000mm, 旋转工作台直径 $\phi 1600$ mm。该机床配置全自动附件头交换系统, 最多可储存 5 个附件头, C 轴不仅可以作为车削主轴, 还可以满足铣削加工精密分度的需求, 自动分度定位精度 0.001° 。可实现一次装夹, 完成车、铣、钻、镗等多工序加工, 适合电机、风机、汽轮机外形复杂的壳体类零件的加工。



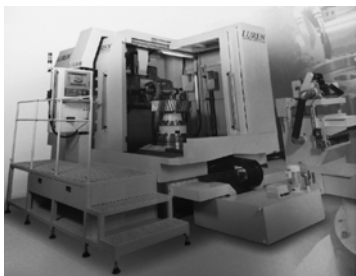
亚太菁英展出的大型高速五轴桥式龙门加工中心 G3020, X、Y、Z 轴行程分别为 3000mm、2000mm、1000mm, X、Y 轴快移速度 60m/min, Z 轴快移速度 40m/min, 加速度 5m/s^2 , 主轴最高转速 24000r/min, HSK 63A 主轴锥孔, 电主轴功率 37kW。配置自主研发的 BC 轴力矩电机直驱双摆主轴头, B 轴旋转范围 $\pm 105^\circ$, C 轴旋转范围 $\pm 200^\circ$, B、C 轴转速 30r/min, B 轴转动扭矩 $760\text{N} \cdot \text{m}$, 卡

紧力矩 $2100\text{N} \cdot \text{m}$ ， C 轴转动扭矩 $800\text{N} \cdot \text{m}$ ，卡紧力矩 $3000\text{N} \cdot \text{m}$ 。该机床具有高速度、高刚性、高动态性能的特点，适合航空大型铝合金、钛合金结构件以及模具行业复杂形面的高速五轴加工。



高锋、高明、协鸿、亚威、乔福等公司都展出了大型龙门加工中心。高锋的 KG-5AX 3025 五轴龙门加工中心， X 、 Y 、 Z 轴行程分别为 3000mm 、 2500mm 、 1000mm ，工作台尺寸 $3000\text{mm} \times 2500\text{mm}$ ，工作台最大承重 18750kg 。高明的 KMC-423RF 高刚性多面体龙门加工中心， X 、 Y 、 Z 轴行程分别为 4230mm 、 2200mm 、 1100mm ，工作台尺寸 $4000\text{mm} \times 2000\text{mm}$ ，配置多个附件头，可实现多面自动加工，适用于能源、汽车、模具、航空航天等行业大型零件的加工。协鸿展出的 HSA-327EA 龙门多面加工中心 X 、 Y 、 Z 轴行程分别为 3000mm 、 2700mm 、 1000mm ，工作台尺寸 $3000\text{mm} \times 2200\text{mm}$ ，工作台最大承重 8000kg 。

陆联精密展出的大型数控成形砂轮磨齿机 LFG-8040，磨削主轴最高转速 4000r/min ，最大工件直径 $\phi 800\text{mm}$ ，模数 $2.0\text{mm} \sim 20\text{mm}$ ，螺旋角 $\pm 45^\circ$ ，最大可磨削齿深 45mm ，工作台最大承重 2500kg 。该机床 8 轴控制，采用力矩电机或电主轴驱动，配置自动测量装置。陆联精密自主开发出的对话式编程系统，操作者只需要依据操作界面的指示步骤输入齿轮参数，就能自动生成加工程序。

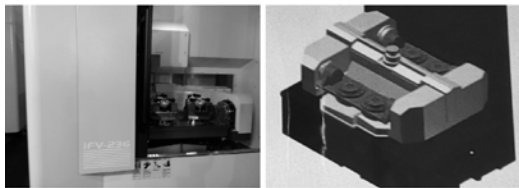


陆联精密的数控机床产品采用法国系统、微软软件，这种配置方便机床的联网，具有一定的

前瞻性。

3. 突出高效、自动化、工业机器人集成应用

东台精机展出的桥式龙门高效加工中心 iFV-236，结构紧凑，配置双主轴和双 A/C 轴自动旋转交换工作台，有助于客户提高生产效率，减少占地面积，降低投资成本。适用于汽车等行业大批量生产领域。该机床由东台精机自主开发，在一个主轴头内配置两个电主轴，两主轴之间间距 360mm ，两个工位均由力矩电机直接驱动，座落在 A 轴摇篮式工作台上。 A 轴采用圆柱滚子凸轮机构驱动，具有精度高、寿命长的特点。床身底座中空设计，便于排屑，同时避免切屑的热能影响机床的精度。工件加工完成后， A 轴可自动翻转，倒除切屑，位于上下料侧还设有冲屑装置，可冲洗加工好的零件。降低了操作人员的劳动强度，也减少了后续的工作件冲洗程序。



该机床在 TIMTOS2015 工具机创新发展创新产品竞赛中，荣获加工中心类优秀奖。

永进机械展出的 NT-2000SY2 高效率复合多轴车床，双主轴双刀塔设计，正副主轴最高转速分别为 4000r/min 、 5000r/min ，两个刀塔均可安装 12 把刀，动力刀具最高转速 4000r/min ，动力刀具功率 3.7kW ，最大加工直径 $\phi 300\text{mm}$ ，切削速度 $1 \sim 10000\text{mm/min}$ ， C 轴分度精度 0.001° ，适用于消费电子、医疗零件、汽车零部件的高速精密大批量加工。

丽伟机械展出的 LTC-25T2SMY 双主轴双刀塔复合车床，采用正副主轴、上下刀塔设计，主轴最高转速 3000r/min ，上下刀塔均可安装 12 把刀，动力刀具最高转速 4000r/min 。上下刀塔可同时进行切削加工，上刀塔最大车削直径 $\phi 500\text{mm}$ ，下刀塔最大车削直径 $\phi 330\text{mm}$ 。上下刀塔可作为细长类弓箭的支撑，也可以粗车和精车一次完成。上下刀塔同时切削时还可以相互抵消切削力，工件能

够获得更好的直线度。

台中精机展出的 Vturn - Q200 多轴数控机床, 3 刀塔正副主轴结构形式, 床身上最大旋转直径 330mm, 正副主轴间距 850mm, 最大车削直径 298mm, 正副主轴最高转速 5000r/min, 配置了上下料机构。该机床采用模块化设计, 可以有 10 余种组合, 有左、右、下三标准 (动力) 刀塔 + 正副主轴组合, 左、右标准 (动力) 刀塔 + 正副主轴组合, 右、下标准 (动力) 刀塔 + 正副主轴组合, 还可以增加 Y 轴。这些组合完全根据用户的需求来确定, 基本能够满足用户兼顾投资成本和提高效率多方面的要求。



本届展会上, 程泰、龙泽、东台等展商都展出了多轴车床。其中程泰展出的 GTH - 2600 为双主轴、双刀架正面车。

展会上众多的机器人研制企业展出了其工业机器人产品, 如上银科技、勤堃机械展出了六自由度关节机器人, 上研机电、富豪机电展出了桁架机械手。

勤堃机械展出的高负载六自由度关节机器人, 额定负载 160kg, 重复精度 $\pm 0.30\text{mm}$ 。上银科技展出的高精度六自由度关节机器人, 额定负载 5kg, 重复精度 $\pm 0.02\text{mm}$ 。



很多展商展出了数控机床与工业机器人的集成应用。台中精机展示了一台 Vturn - 26HD 数控车床 + 桁架机械手, 其中桁架机械手由易立威机电制造。陆联精密机械则展示了数控磨床 + 关节机器人的应用方案, 采用的关节机器人由日本三菱公司生产制造。凯柏精机、龙泽机床也都展示了数控机床与工业机器人集成应用的方案。缙鋈、震泽、森合、晶禧、昌勇、毅德等多家机床展商分别展示了数控车床、加工中心、数控磨床、电加工机床与上银科技关节机器人的集成应用。



4. 加紧本地化数控系统研究开发与应用

台湾区主要的数控系统制造商有研华宝元、新代科技以及新兴的台达电子。根据这几家展商的介绍, 他们的数控系统产品在本地应用情况并不乐观。

研华宝元的产品在本地月销售量约 500 台套, 在台湾本地以及大陆的销售比例大约为 3:7。公司年销售量约 20000 套数控系统, 主要为注塑机、数控机床配套, 其中约 80% 用于数控机床配套。在大陆市场, 主要为经济型数控车床配套。

新代科技年销售数控系统约 40000 台套。其中在大陆销售 35000 ~ 36000 台套, 在台湾本地年销售量仅有 3000 台套左右, 占比仅有约 10%。

为了推广数控系统的本地化应用, 在本届展会上特组织了本地产数控系统应用展示专区。



在这个展示专区, 展示了 6 家机床制造商的产品, 分别搭配了研华宝元、新代科技、台达电子的数控系统。其中东台、程泰两家展示的机床配置

研华宝元的车床数控系统, 杨铁、迈鑫展示的机床展示台达电子的加工中心数控系统, 洽群、福裕展示的机床配置了新代科技的车床数控系统。

台湾区对于新一代数控系统的研发也是不遗余力。其中较突出的有台湾工业技术研究院和研华宝元。

工业技术研究院在展会上展示了其最新的研究成果, 包括智能化车铣复合加工控制技术、六轴智能型运动控制平台、在线防碰撞与切削模拟系统、航空航天结构件加工技术, 以及符合德国工业 4.0 联网接口要求的基于 EtherCAT 总线的数控系统。据介绍, 工业技术研究院研制的数控系统, 还没有形成商品, 但在一些机床制造企业已经有一些试用。商品化进程需要 2~3 年的时间。



研华宝元除了适用于数控车床、加工中心的数控系统外, 还展出了他们最新研制的数控系统, 基于 etherCAT 总线的数控系统。该系统符合德国工业 4.0 数控系统联网接口要求, 一台控制系统可提供最多 6 个通道、32 轴的控制。



台达电子原是专门从事伺服电机生产的企业, 目前才开始进入系统的研发制造, 从技术水平和产量上尚属于初级阶段。

通过展会了解到的信息看, 因为 ECFA 协议, 台湾区非常重视数控系统的研发和应用推广。在产品研发方面, 以德国工业 4.0 为噱头, 研制新一代高档数控系统; 在产品推广应用方面, 台湾当局相关部门, 出钱出力, 下大力气推动台湾产数

控机床采用本地产数控系统。

5. 较强大的功能部件制造和配套能力

对于台湾功能部件产业制造能力强、产品丰富的说法一直有耳闻。参观了专门展示机床功能部件、零配件的世贸三馆后, 更加深了这一认识。在世贸三馆一层, 各种机床功能部件、机床零配件、工夹具展品琳琅满目, 令人目不暇接。机床功能部件展品中, 滚动功能部件、主轴、刀库、刀架、数控转台、数控分度机构、附件头、防护装置、力矩电机、冷却机构等展品应有尽有。滚动功能部件中, 台湾区的丝杠、导轨性能直逼日本产品, 价格相对便宜; 主轴展品中, 有机械主轴、电主轴, 有大扭矩主轴, 也有高速主轴; 刀库类展品中, 有斗笠式、盘式、链条式、矩阵式等; 刀架展品则包含了普通刀架、电动刀架、液压刀架、伺服刀塔、动力刀塔等不同层次的产品。从这些展商和展品可以看出, 台湾机床功能部件和零部件的制造企业众多、产品品种丰富, 制造和配套能力较为强大。

除了数控系统外, 台湾区的零部件产业基本能够满足机床发展所需, 使台湾区机床产业链相对完整, 产品竞争力强。



四、境外展商及展品简介

本次展览会有来自德国、瑞士、意大利、日本、西班牙、土耳其及美国等 18 个国家和地区的 260 多家境外厂商参展, 占参展商总数展家的 25% 以上。

DMG - MORI 展出了 6 台机床, 包括 CTX beta 800 TC 铣车复合机床、DMU 80 FD duoBLOCK® 五轴联动加工中心、ecoTurn 310 车削中心、NLX 2000SY/500 车削中心、NVX 5000 II 立式加工中心、

(下转第 108 页)

聚焦俄罗斯国际机床展览会

中国机床工具工业协会

中国机床工具工业协会出访小组一行6人，于2015年5月24~28日赴莫斯科，参观了在莫斯科国际展览中心举办的为期5天的“2015年俄罗斯国际机床展览会（METALLOOBRABOTKA2015）”，访问了主办单位，在展会上还与多家中国展商及外国展商进行了交流与沟通。

一、展会概况

俄罗斯国际机床展览会的主办方以莫斯科国际展览中心为主，并与俄罗斯机床制造商协会共同承办，招展和展会组织管理由莫斯科国际展览中心负责，论坛和会议的组织主要由俄罗斯机床制造商协会负责。该展览会于1984年开始举办，原来每两年举办一次，自2009年开始每年举办一次，本届展会为第16届。



莫斯科国际展览中心

本届展会占用了莫斯科国际展览中心的1号、2号、3号、7号、8号和会议厅共6个展厅，另外有约14家展商在室外展棚中展出。展览总面积超过3.8万m²，来自32个国家的940家展商参展，其中俄罗斯展商占50%。10个国家和地区组团参展，分别是：白俄罗斯、德国、瑞士、意大利、中国、西班牙、斯洛伐克、捷克、中国台湾区、法国。本届展会的观众总数约为2.6万人。展品种类比较齐全，基本涵盖了机床工具行业各类产品，

五轴加工机床、复合机床、数控激光切割机、数控转塔冲床、折弯机、弯管机等展品成为突出亮点。



法国展团

展会第一天中午12:00~12:50，主办方在展馆蓝色大厅举办了隆重的开幕仪式，俄罗斯联邦工业与贸易部部长吉尼斯·曼图洛夫，国家杜马代表、俄罗斯斯坦轻工业代表、俄罗斯机床制造商协会代表、莫斯科国际展览中心代表和展商代表等8人先后在开幕式上致辞。

二、国际知名机床企业参展情况

1. DMG MORI 公司

DMG MORI公司的展品以加工航空航天零件、汽车零件、医疗器械零件、模具用机床为主。针对俄罗斯当地市场对机床的需求，还展出了4台经济型数控铣床、1台经济型数控车床。本届展会，DMG MORI公司共展出16台机床。



DMG MORI公司展台



DMG MORI 公司 LASERTEC 65 3D 激光堆焊和铣削复合机床

①DMG MORI 公司面向航空航天市场的需求,展出 1 台 LASERTEC 65 3D 激光堆焊和铣削复合机床,该机床是 DMG MORI 公司今年研制出的新产品,创新性地将激光堆焊与铣削结合在一起。该机床的特点是增材加工效率高,铣削加工精度高,激光堆焊成形速度比普通 3D 增材加工快 10 倍。该机床主要用于复杂整体零件的加工,如整体叶轮等,还可用于复杂零件磨损后的修复。

②适用于医疗器械零件和模具加工的机床有 2 台:

NTX1000 车铣复合卧式加工中心,该机床应用热变形控制技术,具有高精度、高刚性、加工功能全面、占地少等特点,主要用于医疗器械、计量仪器领域中复杂形状精密零件的加工。

ULTRASONIC 30 linear 立式加工中心,该机床为应用温度控制技术的五轴高精度加工机床,主要应用于表面粗糙度 $R_a < 0.1\mu\text{m}$ 的光学、钟表、医疗器械、模具等领域的高精度零件加工。 X 轴、 Y 轴和 Z 轴采用直线驱动,加速度 $a > 1.2g$,快移速度 $50\text{m}/\text{min}$,主轴转速 $40000\text{r}/\text{min}$, B 轴摆动范围 $\pm 120^\circ$ 。

③适用于汽车零件等批量加工的机床有 1 台:

SPRINT2015 车削中心,该机床采用具有动力刀具的排刀架结构,有副主轴,允许两把刀同时加工,加工效率高,广泛用于汽车、液压、电子和医疗器械中精密零件的批量加工。

④适用于各种机械零件加工的通用型机床有 7 台:

DMU 60 eVo linear 五轴立式加工中心,该机床采用龙门结构,导轨距离短,刚性非常高,配直线电机的 X 轴和 Y 轴快移速度为 $80\text{m}/\text{min}$,主轴转速

$14000 \sim 24000\text{r}/\text{min}$,适用于切削力更大,精度要求高的零件加工。

DMU 80 P duoBLOCK 五轴卧式加工中心,该机床刚性好、精度高,采用全面的冷却系统,使机床具有很好的加工性能,高速轮式刀库,换刀时间 0.5s ,最大刀位数为 363,占地面积小,适用高精度和高效率要求的零件加工。

DMU 65 monoBLOCK 五轴立式加工中心,该机床拥有整体机床结构特有的超凡稳定性和高速回转摆动工作台,还拥有极高扩展灵活性,从粗加工到精加工,一台机床适应各种零件的加工需求。

NLX 2500/700 车削中心,该机床配备副主轴、 Y 轴和直驱动力刀具,可高效地对棒料进行全套加工。

NLX 1500/500 车削中心,该机床采用森精机温度控制技术,具备卓越的铣削功能,主要用于加工高精度零件。

CTX beta 800TC 车削中心,该机床具有模块式结构易扩展、稳定性好、使用寿命长、 Y 轴刚性好、切削性能好、精度保持性好等特点。

CTX alpha 500 数控车床,该机床采用智能化的模块式结构,方便用户配置所需功能的数控车床。主要适用于重型棒料、盘类和轴类零件的加工。

⑤另外,DMG MORI 公司还展出了 5 台经济型数控机床,这种机床简化了功能,取消了一些不常用的结构,使机床的专业化能力更强、效率更高、成本更低。DMC 1035V ecolin、DMC 630V ecolin、DMU 50 ecoling、DMU 50 经济型数控铣床,是入门级机床,主要用于车间加工及培训。CTX 310 ecoline 经济型数控车床,也是入门级机床,未硬性配置自动可调尾座,提高了机床的普适性和生产率。

2. MAZAK 公司

MAZAK 公司的展品以汽车零件、重型工件、航空航天零件加工机床为主,共展出 6 台机床。

OPTIPLEX 3015 激光切割机,最大加工尺寸 $1525 \times 3050\text{mm}$,功率 2kW 、 4kW ,进给速度 X 、 Y 轴 $120\text{m}/\text{min}$, Z 轴 $60\text{m}/\text{min}$,定位精度 X 、 Y 轴 $\pm 0.05/500\text{mm}$, Z 轴 $\pm 0.01/100\text{mm}$,可实现碳钢、

不锈钢、铝等材质不同厚度工件的高速加工。



MAZAK 公司 INTEGREX i-630V/6 五轴复合加工机床

INTEGREX i-630V/6 五轴复合加工机床，最大加工直径 $\phi 1050\text{mm}$ ，最大加工工件尺寸 $\phi 1050\text{mm} \times 1000\text{mm}$ ，车削主轴转速 550r/min ，铣削主轴转速 10000r/min ，工作台最小分度 0.0001° ，刀库配有 43 把刀。该机为高精度、高生产率和高可靠性的复合加工机床，采用了旋转头倾斜方式，可以对重型工件进行高精度、多工序的加工。可通过五轴加工、高速加工、大扭矩加工和加工工序的有效整合，实现高效生产。

VARIAXIS i-700 五轴立式加工中心，最大加工工件尺寸 $\phi 700\text{mm} \times 500\text{mm}$ ，主轴最大转速 12000r/min ，最高可选配容量为 120 把的刀库。该机为五轴联动高速立式加工中心，可通过高速切削加工、多面加工和五轴联动加工，使生产效率得到飞跃性的提高。

INTEGREX i-200S 车铣复合加工机床，最大加工直径 $\phi 658\text{mm}$ ，最大加工长度 1011mm ，B 轴分度范围 $-30^\circ \sim 210^\circ$ ，主轴转速 12000r/min ，最高可选配 72 把刀的刀库。该机床特点是加工空间大、精度高、操作便捷，适用于长轴类零件通过 B 轴和 C 轴进行多种线性加工。

SMART 530CL 立式加工中心，该机床工作台尺寸 $1300\text{mm} \times 550\text{mm}$ ，主轴转速 12000r/min ，配有 30 把刀的刀库，具有重切削和高速切削的功能，具有抑制机床发生振动的智能化功能，生产效率高。

SMART 100MS 数控车床，最大加工直径 $\phi 280\text{mm}$ ，最大加工长度 310mm ，主轴最大转速 6000r/min 。

3. 天田公司

天田公司展出了激光切割机床、转塔冲床、高精度折弯机、精密光学曲线磨床等 5 台机床。

LCG 3015 激光切割机，最大加工工件尺寸 ($X \times Y \times Z$) $3070\text{mm} \times 1550\text{mm} \times 100\text{mm}$ ，X、Y 轴最高移动速度 120m/min ，Z 轴最高移动速度 80m/min ，X、Y 轴合成速度可达 170m/min ，最大切割板材厚度 20mm (碳钢)、 10mm (不锈钢)、 8mm (铝)，激光器功率 3.5kW ，配置了专为薄板加工设计的新型激光器，改善了加工表面粗糙度。



天田公司 LCG 3015 激光切割机

AE2510NT 紧凑型伺服驱动转塔冲床，最大加工尺寸 $2500\text{mm} \times 1270\text{mm}$ ，最大加工板材厚度 3.2mm ，加工精度 0.1mm ，冲压力 200kN ，具有 51 工位。可以实现无跳料加工、精密轮廓加工、高速去毛刺加工、无接刀加工、高速成形加工、向下成形加工、安全寸动折弯加工、高速刻印加工等。由于采用天田公司独特的高强度机架，在实现高速冲切的同时还降低了动力消耗，具有智能、环保的特征。

HFE3i 8025 高精度上动式数控大吨位折弯机，适合加工高精度、大批量的复杂零件。

GLS150G 精密光学曲线磨床，该机特点：高主轴转速、高精度、低发热，可加工多种难加工材料，搭载了高速砂轮升降驱动机构，主要用于加工高精度模具零件、特殊工具、圆筒形工件等。

另外，天田公司还展出了 HA400W 工锯床 1 台。



天田公司 GLS150G 精密光学曲线磨床

4. OKUMA 公司

OKUMA 公司由俄罗斯 PUMORI 公司代理展出智能化复合加工机床、五轴复合加工中心和立式加工中心共 3 台机床。

MULTUSU 3000 智能化复合加工机床，最大加工直径 $\phi 650\text{mm}$ ，最大加工长度 1000mm ，主轴转速 5000r/min ，刀具主轴转速 12000r/min ，最高可选配容量为 80 把的刀库，该机具有超大加工范围，适合铣削量大的复杂形状零件加工。具备同级别最大 Y 轴行程，并采用了灵活的高刚性立柱移动式结构，实现 Y 轴全程高精度强劲加工。是将高精度、高刚性、高功能、工序整合等所有需求凝聚为一台的复合加工机床。



OKUMA 公司 MULTUSU 3000 智能化复合加工机床

MU-400V II 五轴复合加工中心，工作台尺寸 $\phi 400\text{mm}$ ，最大加工工件尺寸 $\phi 600\text{mm} \times 400\text{mm}$ ，主轴转速 8000r/min ，配有 20 把刀的刀库，配有大隈自己研制的 OSP 数控系统。该系统不仅系统先进、稳定可靠，且功能实用、操作方便，完全与机床融为一体，真正达到了机电一体化。

MB-46VAE 立式加工中心，最大加工工件尺寸 $450\text{mm} \times 475\text{mm} \times 200\text{mm}$ ，主轴最高转速 20000r/min ，最高可选配容量为 40 把刀的刀库。

5. HERMLE 公司

该公司展出一台 C 50 U MT 五轴立式车铣复合机床，工作行程 ($X \times Y \times Z$) $1000\text{mm} \times 1100\text{mm} \times 750\text{mm}$ ，主轴最高转速 18000r/min ，工作台承重 2000kg 。该机床是强力型加工中心，可同时用五轴加工 2000kg 的工件，并能保证加工精度。



HERMLE 公司 C 50 U MT 五轴立式车铣复合机床

6. 通快公司

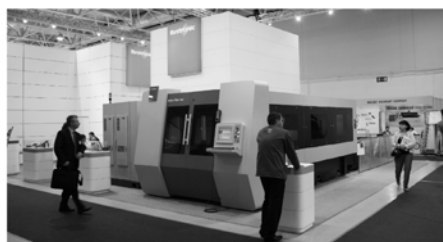
该公司共展出了光纤激光切割机、数控转塔冲床、折弯机 3 台机床。TruLaser 3030 光纤激光切割机，加工范围 (X 、 Y 、 Z 轴) $3000\text{mm} \times 1500\text{mm} \times 115\text{mm}$ ，联动最大定位速度 140m/min ，重复定位精度 0.03mm ，激光器功率 4kW ，最大切割板材厚度 20mm (碳钢、不锈钢、铝)、 8mm (黄铜、紫铜)。该机编程简单，操作方便，切割精度高，可自动调节焦点位置，具有强大的薄板加工能力，可长时间稳定加工紫铜板、黄铜板。通快公司还展出了 TruPunch 2000 数控转塔冲床、TruBend 3100 折弯机。



通快公司 TruLaser 3030 光纤激光切割机

7. 百超公司

该公司展出一台 BySun Fiber 3015 光纤激光切割机，加工范围 (X 、 Y 轴) $3000\text{mm} \times 1500\text{mm}$ ，联动最大定位速度 140m/min ，激光器功率 3.3kW ，最大切割板材厚度 20mm (碳钢)、 12mm (不锈钢)、 8mm (铝)。该机具有价格便宜、占地面积小、运行成本低、切割性能稳定、操作简单等特点。



百超公司 BySun Fiber 3015 光纤激光切割机

8. 萨瓦尼尼公司

该公司展出一台 P2lean 紧凑型多边折弯中心，该机具有智能化操作系统，可以高效折弯不同的工件，可折弯厚度 3.2mm 的碳钢板和厚度 4mm 的

铝板，适用于批量生产和成套生产，能满足精益化生产的需求，广泛应用于机床、家电、灯具等行业。



萨瓦尼尼公司 P2lean 紧凑型多边折弯中心

9. 普瑞玛公司

该公司展出了一台激光切割机、一台数控转塔冲床。



普瑞玛公司数控转塔冲床

10. 台湾上银公司

该公司在功能部件展商中比较突出，本次展会除展出传统的滚珠丝杠、直线滚动导轨外，还展出了3台机器人、4台平面马达。据其负责人介绍，2014 年上银公司产值达到 5.4 亿美元。



台湾上银公司展台



美国 3DSYSTEMS 公司 ProJet 660Pro 3D 打印机

11. 美国 3DSYSTEMS 公司

该公司展出一台 ProJet 660Pro 3D 打印机，构建尺寸（X、Y、Z 轴）254mm × 381mm × 203mm，层厚 0.1mm，建造材料 VisiJet PXL 优质复合材料。

大部分世界知名机床企业都参加了本届俄罗斯国际机床展，但多数不是企业本部参展，有相当数量的企业是由经销商、代理商代理参展。从展商的展出情况看，展品应用主要集中在航空航天、汽车制造、医疗器械、模具及军工等领域。

三、中国展商的参展情况

中国展商约有 80 多家，中国展商大部分由中国机床总公司、中国贸促会、西麦克展览公司、毅博思展览公司 4 家组团参展，部分企业独立参展，还有部分企业由俄罗斯公司代理参展。



中国展团

北京机电院展出了 VB100 立式加工中心，宁江、鲁南、桂北、江苏飞亚、瑞普、京北机床、华中数控等公司都展出了本公司的展品。

大连机床由 kamu 公司代理参展，展品有 VDF-1200 立式加工中心、CKE6150Z 数控车床等 8 台机床。海德曼也是由 kamu 公司代理参展，展出一台 T55 数控车床。沈阳机床由 AEROTECH 公司代理参展，展品是机床模型，没有展出实物。大族激光由 M-TECK 公司代理参展，只展出了图片，没有展出实物。



大连机床集团公司展位



海德曼公司 T55 数控车床

四、俄罗斯展商情况

俄罗斯机床展商多以经销商为主，往往以一家经销商展示多家制造商产品，制造商的展览展示并不十分突出，展品有数控机床、激光切割机、卷板机、折弯机、弯管机等，展品中有一部分是普通机床，如立卧铣床、锯床、火焰切割机等，还有一部分是五金工具、砂轮、刀具、辅具等展品。



经销商代理多家企业的商标

俄罗斯 CM3 公司展出了 TΦИ - 600 斜床身铣车复合机床，CA - 535 斜床身车削中心，TΦИ - 125 数控车床，T500 数控车床，ЛШ - 600 平面磨床，DIPOL - 600 电火花切割机床。CM3 公司是俄罗斯国有企业，该公司的展品均为中档水平的数控机床。



俄罗斯 CM3 公司 TΦИ - 600 斜床身铣车复合机床

俄罗斯 CTAH 公司展出了一台 2931 深孔钻床，加工直径 $\phi 50\text{mm} - \phi 320\text{mm}$ ，加工长度 20000mm。



俄罗斯 CTAH 公司 2931 深孔钻床

俄罗斯 ABPOPA 公司展出了一台数控车床。

俄罗斯 VNITEP 公司展出一台 KS - 3V - 2 激光切割机，加工范围（X、Y、Z 轴）3050mm × 1550mm × 200mm。



俄罗斯 VNITEP 公司 KS - 3V - 2 激光切割机

俄罗斯 CFT 公司展出了韩国、日本、台湾的机床。其中有：

①斗山公司的 Lynx220L 车削中心，Lynx220LMS 车削中心，PUMA2100MS 双主轴车削中心，PUMA2600LY 车削中心，PUM GT2600L 车削中心，VC510 立式加工中心，DNM 350/5AX 五轴立式加工中心，DNM 650 II 立式加工中心，共 8 台机床。

②发那科公司的 $\alpha - D14LiA$ 、 $\alpha - D21LiA$ 小型加工中心，这两台机床配有上下料机器人。

③台湾协鸿公司的 1 台立式加工中心。



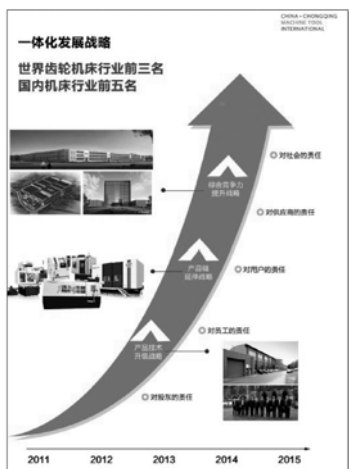
斗山机床展台

俄罗斯 WEBER 公司展出了比利时 LVD 公司的 ToolCell 135/30 自动换刀折弯机、捷克 FERMAT 公司的卧式镗铣加工中心、重庆机床公司的数控滚齿机、台湾的立式加工中心等展品。□

齿齿相依驱向世界“重机牌”

重庆机床集团 王碧霞

自诞生起，重庆机床集团便以王者风范自主创新于神州大地。开创滚齿机、剃齿机、插齿机等诸多第一，取得数百项国家级和省部级科技奖项，荣获中国名牌产品、重庆市市长质量管理奖、中国驰名商标，国家工信部品牌培育试点企业等诸多品牌荣誉。在传承创造中国齿轮机床第一品牌美誉的同时，重庆机床更把梦想延伸到了世界，决心以装备中国、服务世界为使命，打造世界的“重机牌”。



达观始于大境，恒远得之细节。重庆机床集团的发展是一部踏实厚载的历史，也更是一个精雕细刻的过程。这个过程中，一代代重机人在73年的薪火相传与积累沉淀下逐渐孕育了自己独有的特色文化，构筑起了他们共同的精神家园。从企业初创期的“自立自强，求精求新”精神，到创新提升期的“责任重机、创新重机、品牌重机、效益重机、快乐重机”“五个重机”的行动理念，到深入发展期的“求精求新，追求卓越”的核心价值观，重庆机床集团在发展有目标，文化有内涵，行动有特色上切实干出了模样。

围绕“一体化发展”战略，以“建百年企业，创世界一流”为愿景，着力于增强企业技术创新能力、精细加工能力这一核心竞争力，在专业、精细的企业精神指导下，重庆机床集团已形成了“一个中心，两项建设，三个特色”的品牌文化塑造模式。即以“厚重传承与创新发展”为中心，坚持“队伍建设、创新建设”，实行“特色引领，特色聚力，特色激励”。重庆机床集团深谙更高的竞争在文化，在强化品牌建设，练好内功，打造高品质产品和高档次服务的同时，企业更注重以“齿齿相依”的文化精神协同起来驱向世界的“重机牌”。而这一文化的落地生根，重在“为员工服务，为企业服务”，强调细节，并融入中心工作与发展之中。

打造专业精细队伍

在特色引领上，重庆机床集团品牌文化塑造在打造专业精细队伍上形成规模。坚持发展依靠人，倡导“只要每天都在进步，你就是人才”的



观念,注重在文化与实际工作中不断发现人才、锻炼人才、使用人才和培养人才,企业着力打造了才华卓越的工程技术队伍、技术精湛的能工巧匠队伍、激情创新的管理人才队伍、作风严谨的党务工作队伍等四支人才大军,不断在教育培训、道德培养、观念更新、促进生产等工作上加大力度,努力提高职工队伍的整体素质,提升公司实力和品牌形象,以支撑企业发展壮大。这一文化实践突出表现在定期举行的职业技能大赛和青年人才论坛。技能大赛通过赛鉴一体,以赛促提升的方式,不断引导员工岗位成才,2011年全国“五一劳动奖章获得者”罗安程,2012年全国优秀共青团员、重庆市“五一劳动奖章获得者”张树强等许多优秀技能人才从中被发现和培养,近年来一批优秀青年人才被选拔至干部队伍中,很多均是从青年人才论坛中脱颖而出的干将。

精铸文化品牌活动

在特色聚力上,重庆机床集团品牌文化塑造在精铸特色文化品牌活动上亮点突出。在实施“企业文化”战略过程中,重庆机床集团不断创新文化载体与形式,精铸文化品牌活动,使文化在职工中发挥着潜移默化、教化作用。每年在几大节日举办文体活动成为了重机的一大亮点,已形成了每年一度的新年职工文艺晚会、“三八”妇女节趣味体育活动、“四一”厂庆拔河比赛、“五四”

青年节主题活动、重机杯男子篮球赛、“七一”纪念庆祝活动、八月份职工主题摄影成果展、十一月份新员工入职见面会等具有重机特色的系列品牌文化活动,极大地增强了企业的凝聚力,增强了员工对企业的认同感、归属感,为企业健康可持续发展和重机品牌发展提供了坚强动力。这一系列品牌文化大餐作为重庆机床集团特色文化品牌活动被长期传承并加以贯彻行动,持久地凝聚起了“重机牌”特有的力量。

值得一提的是,由重机人自导自演的新年职工文艺晚会,经常出现一票难求的现象,被职工亲切地誉为“重机春晚”,受到外界和职工地热烈欢迎和一致好评,许多节目被选拔参加市级以上文艺演出。2013年“爱我重机·喜迎新年”职工文艺晚会在企业生产经营的低谷期,仍然呈现出了演员参与度高、节目质量高、观众人气高的“三高”景象,精彩的节目创意好、表现力强,充分表达了重机职工热爱重机、奉献重机的美好情怀及对未来的美好祝愿。

推行创新激励机制

在特色激励上,重庆机床集团品牌文化塑造在推行创新激励机制上起到了示范引领效应。重庆机床集团始终以科技进步为龙头,以自主创新为平台,以打造精品为目标,鼓励创新、尊重创新、引导创新、奖励创新,坚持企业目标与职工个人目标相统一,完善的创新激励机制成为了公司员工激情发展的一大动力。适时重奖对各大重点项目和科研发展做出突出成就和贡献的有功之臣;每年评选年度十大优秀科技工作者,参加国际四大机床展;每两年召开一次科技大会,用100万元奖励科技工作者,每年组织开展创先争优表彰大会,举办年度主题竞赛活动,奖励年度竞赛明星出境旅游……

在齿齿相依的人文传承与尊重贡献的人才激励机制下,结合时代发展,为进一步强化这一优势,公司以“建功重机·年度先进”颁奖典礼的形式,对上一年度在本职岗位做出优异成绩的个人和先进集体进行表彰,此项活动自2010年开始,每年进行策划实施,为重机人打造了一份真正属于





他们自己的每年一度的荣誉盛宴，引起震撼。典礼后为年度人物制作而成的形象展示墙，形成了公司一道独特的风景，引起了职工和外来客户的极高评价。“建功重机·年度先进”颁奖典礼已成

为重庆机床集团公司年度先进人物集中展示的舞台，成为其求进求新，追求卓越的有力说明，成为其服务世界的一个充分承诺。

“在中国，只要有齿轮加工的地方，就有重机牌齿轮加工机床”。重庆机床集团主导产品滚齿机、剃齿机国内市场占有率长期保持在 60% 和 50% 以上，远销全球约 80 个国家和地区。之所以能纵横捭阖于市场，有许多值得肯定的地方。而重庆机床集团员工最引以为傲却是产品品牌本身所蕴含的工作延伸，是重庆机床自始至终强调的团队力量，这是重机品牌文化独有的价值性。既源于整个重机团队对内的攻坚克难与创新实践，也表现为对用户与市场的责任服务，其价值力量凝聚在每一个被所有重机人强调的细节之中。

一个齿轮带动一个齿轮，精密结合，共同驱动，这是齿齿相依的文化精髓，是重庆机床文化塑造的内涵，更是驱向世界“重机牌”的根本动力。□

(上接第 89 页)

3. 对于销售合同的确定，以往年度销售的合同，今年交付的产品是否可以投保？

对于今年销售的合同，两年后或三年后交付的产品，是否可以投保？保险期限如何确定，能否一次性投保三年？首台（套）重大技术装备企业大多采取“订单式生产”，生产周期较长，对于符合《目录》要求的装备，不论是以往年度销售的合同还是今年销售以后交付的合同，均可纳入保险补偿政策范围。保险期限以交付使用时为起始日，允许一次性投保三年，三年保费可以一次性申请财政补贴。

4. 对于申报材料要求中的“首台（套）重大技术装备制造方和用户方所签订的正规合同复印件”是否有具体要求？

部分企业反馈，首台（套）装备的制造方与使用方同属一个集团，存在关联交易，此种情形是否在补贴范围内；部分工程机械公司，如三一重工、中联重科反馈，他们与客户签订的是租赁合同，此种情形是否在补贴范围内；对于 BOT、BT 项目，项目公司可能是独立法人、独立财务报表、不同法定代表人，这种情形是否在补贴范围内。上述情形均比较特殊，与常规的买卖合同有些区别，从制度试点开展的背景来看，出于鼓励用

户使用的目的，上述情况可以作为个案提交财政部、工信部、保监会研究。

5. 首台（套）重大技术装备的范围如何界定？

根据《财政部 工业和信息化部保监会关于开展首台（套）重大技术装备保险补偿机制试点工作的通知》（财建〔2015〕19 号），首台（套）装备是指在用户首次使用的前三台（套）装备产品；首批次装备是指用户首次使用的同品种、同技术规格参数、同批签订合同、同批生产的装备产品。只要是符合工信部《目录》规定的装备产品，性能、技术参数达标的可直接投保，不进行首台（套）重大技术装备的认定工作。

6. 出口装备可否申请享受首台（套）保险补贴？

如果出口装备与《目录》所列的装备（名称、规格参数、技术指标）一一对应，则可以申请享受首台（套）保险补贴。

7. 外资企业可否申请首台（套）保险补贴？

凡具备《财政部 工业和信息化部保监会关于开展首台（套）重大技术装备保险补偿机制试点工作的通知》（财建〔2015〕19 号）规定的申报条件，不论中外企业，均可按规定申请首台（套）保险补贴。

(未完待续)

做智能化工厂的探索与实践者

山崎马扎克（中国）有限公司总裁 董庆富

一、经济新常态与智能制造

2008 年国际金融危机后，美国提出“工业互联网”战略，打造信息网络技术与制造业深度融合的国家竞争新优势；德国提出“工业 4.0”战略规划，倡导智能制造与智能工厂。这些都意味着全球新一轮科技革命和产业变革正在兴起，势必在世界范围内给制造业带来深刻影响。

当前，中国经济进入从高速增长转为中高速增长的新常态，在结构上体现为经济结构优化升级，在动力上从要素驱动、投资驱动转向创新驱动。在此背景下，中国政府提出了“中国制造 2025”的规划纲要，力图通过坚持创新驱动、智能转型、强化基础、绿色发展，推动产业结构向中高端迈进，加快从制造大国向制造强国的转变。

提质增效方可促进中国装备制造业由大变强，在此经济发展方式转变调整，以及制造业转型升级的大好机遇下，很多制造业企业早已感知到产业的变迁脉搏，正在加快调整自己的步伐，力图通过向数字化、网络化、智能化制造的转变，迎来新的发展机遇。

山崎马扎克（中国）有限公司（下文简称马扎克中国）通过在中国的两座工厂，不断探索和实践智能化制造，在工厂智能化、装备智能化、产品智能化、服务智能化和管理智能化方面取得了多项突破，并以自身实践为基础，融合先进的技术和经验，为客户提供卓越的、智能化的装备、技术支持和服务，直至以综合解决方案助力客户搭建智能化工厂，成为中国制造业转型升级的紧密

合作伙伴。



宁夏小巨人机床有限公司



山崎马扎克机床（辽宁）有限公司

二、马扎克智能制造的探索之路

自 1998 年开始，马扎克总公司将 IT 技术应用于生产制造中，以网络化为先导进行工厂布局，打造智能化工厂（Cyber Factory）。工厂中的 FMS、e-BOT CELL 720 加工单元等设备的工作状态通过网络传输到智能生产中心（Cyber Production Center），使 IT 技术和制造技术成功结合。经过近 20

年的实践，马扎克全球的十座工厂都实现了智能化制造，引起了制造业的关注。

马扎克中国有着十五年在中国本土建设、运营、持续改善智能化工厂的经验。

建于2000年的小巨人工厂，被誉为中国第一座智能网络化机床制造工厂。目前，小巨人工厂已经拥有3100多家客户，向客户提供了15000余台机床，尤其以自动化、制造单元形式提供给客户的机床销量逐年增加。

建于2013年的马扎克中国辽宁工厂，装备了各种自动化、智能化、柔性制造单元和先进的信息系统，此外工厂建设还着重考虑了环保节能。辽宁工厂大量采用马扎克全球的最新技术，是马扎克未来工厂的样板工厂。

三、马扎克中国搭建智能制造的交流平台

为了推动机械制造业智能制造的转型升级，马扎克中国通过举办制造未来展示会 MTF (Manufacture the Future)，搭建一个智能制造的交流平台。

自2004年起，马扎克中国的小巨人工厂已经连续成功举办了11届MTF活动。累计有超过4000家客户的10000余位管理者和专家考察了全面开放的小巨人智能化工厂，了解马扎克工厂智能化的主要元素，并进行深入的交流探讨。

1. 装备的智能化

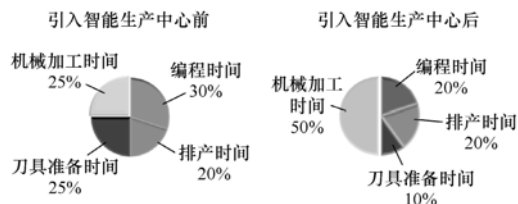
小巨人的机械加工工厂装备了大量高精度、复合化、柔性化的设备，这些设备均以装配柔性加工系统FMS、机械手、机器人等制造单元的形式出现。既有多条面向机床底座、立柱、滑鞍等大件加工的大型五面体加工单元的FMS；也有面向主轴箱、刀塔箱、尾架体等中型零件加工的卧加柔性精密加工单元的FMS；还有多台面向轴类、刀塔、套筒等关键零件加工的超级复合车削中心单元。一系列的制造单元为工厂的智能化、少人化、无人化奠定基础。

而小巨人的钣金工厂则由3条720h连续运转的激光机FMS柔性加工系统组成，在这套柔性系统中，自动上料、自动加工、自动分拣一气呵成，实现了真正的高效、高精度的加工。

由于FMS具有加工对象可变换、自如地安排生产计划、灵活应对生产计划变化的能力，两座工厂的FMS柔性加工系统的开动率可以达到85%以上，实现了工厂的少人化、无人化。

2. 生产的智能化

传统离散型制造工厂最大的问题在于各项工作无法并行，导致生产时间中多为辅助时间，真正的机械加工时间占总生产时间的比率非常低。目前，小巨人的机加工厂全面使用智能生产中心系统，作业准备工作在电脑端提前运算，并可以同时和其他工作并行开展，智能编程、智能计划、智能刀具管理和智能监控单元模块自动并行，实现设备与人的信息交换和共享，减少了生产辅助时间，使加工时间占比由25%提高到了50%，极大地提高了加工效率和工厂的设备开动率。



3. 管理的智能化

信息化时代，随着客户个性化需求的增加、消费习惯变化加快，企业对市场需求的把握越来越难。小巨人工厂不断完善的信息管理系统为公司各类信息的高效传递提供了保障，我们有自主开发的产品数据管理PDM系统、客户关系管理CRM系统、计算机辅助工艺设计系统CAPP、进度看板APS、加工数据管理系统JDM、装配进度管理系统AS等，通过应用以上系统并与智能生产中心CPC相结合，使工厂内部的制造活动实现精益生产、敏捷制造和同步工程，为公司的高效运行提供了保障。客户的购买意向作为项目信息进入CRM系统，通过数据预测模型的智能分析，为生产计划的制定提供依据；销售员和客户达成的合同意向会传入CRM，各主管部门会同时在网上进行评审，经批准的信息进入ERP系统；ERP经PDM进行实时的信息交换后将订单进行分解，最终形成计划指令并发送到智能生产中心及CAPP等系统，进行生产准备和执行。

4. 服务的智能化

作为厂家，如何对客户正在使用的机床进行24h的实时跟进，使客户放心使用产品，这些问题的解决方案在马扎克中国的智能制造交流平台中也有集中展示。马扎克通过在设备上安装远程诊断系统 MAZA - CARE，向客户提供24h实时设备使用的呵护，它与机床的智能化功能相结合，形成了对机床运行、维护等全方位的守护体系，通过设立于马扎克中国售后服务部的24h在线服务中心的操作，最终使机床70%的故障可以通过 MAZA - CARE 解决，大幅缩减了设备故障停机的时间，提高了设备生产效率，切实地为客户创造效益。

5. 产品的智能化

对于制造业来说，生产母机是基础，生产母机的智能化则是生产系统智能化的基础。2005年，借助第六代数控系统 MAZATROL MATRIX，马扎克机床配备了针对加工热变位、切削振动、机床干涉、主轴监测、维护保养、车削工作台动态平衡性及语音导航等7项智能化功能，使得机床如人类一样具有“感官”的功能，可以自行监控机床运转状态，并进行自主反馈。大幅度提高了机床的运行效率及安全性，同时也可降低对于高技术操作人员的依赖。经过10年的发展，目前马扎克机床的智能化功能已经从最初的7种，扩展到了现在的12大功能。作为机床行业产品阵容最丰富的综合厂家，马扎克有复合加工机、五轴加工机、立式加工中心、卧式加工中心、数控车床、激光加工机、自动化系统、CNC系统/软件等8大类、200多种机型的产品，无不具备智能化功能。可以说，马扎克真正地使机床带入了智能化时代。

MTF2015于今年的7月9日~12日在马扎克中国的小巨人工厂举行，我们邀请了近千位客户的管理者、专家莅临小巨人工厂进行交流探讨，本次展会的主题是：“十五年 探索 创新 共赢”，我们将继续用自己的方式去探索和诠释智能化工厂的未来发展，提供交流平台并与客户深入探讨。

MTF2015期间，在小巨人工厂里可以看到正在验收中的多家客户的制造单元，包含了汽车曲轴、活塞、缸盖缸体等各类加工单元。

另外，我们还准备了从自动化生产到智能化制造的多个成熟方案，主展区有面向汽车动力总成零件的桁架式机械手单元；有面向汽车刹车盘等大批量盘类零件生产的、配有机器人的立式车削中心；更有小巨人工厂生产的柔性制造系统FMS的展示。

马扎克在1981年开始生产并向客户提供FMS，目前全球已经实现了近2500套的销售业绩，这些FMS由统一的信息控制系统、物料储运系统和一组智能化加工设备组成，可灵活应对中批量、大批量、多品种少批量、变品种变量的生产系统，是智能化工厂的重要组成部分，FMS还支持后期的设备扩展。一位业内知名的客户在使用了马扎克中国生产的FMS后表示，这条FMS能大大提高加工精度和设备效率，开动率达到了95%，人均产值500万元，精良的制造单元让客户接到了更多的订单，实现了更高的经济效益，客户计划在短时间内尽快再装备3~4条FMS，这也超出了我们的预期。

未来工厂——山崎马扎克机床（辽宁）有限公司作为马扎克中国制造的后起之秀，将延续马扎克智能化制造实践成果的展示，向业界树立未来制造的标杆。

从制造大国向制造强国的转变过程中，智能制造是根本路径。

马扎克中国致力于为客户量身打造智能化工厂，其在中国的两座工厂是马扎克为客户提供智能化工厂解决方案的实践模型。马扎克中国利用实践经验与技术能力，可以为客户提供定制化增值服务。客户只需提供图纸和生产纲领的要求，其他一切由马扎克中国来做。量身定做式服务可以为客户减小投资风险，最大程度地缩短投产周期，为最终的客户工厂的转型升级和长远发展提供深度支持，在此方面马扎克中国获得了众多客户的肯定和信赖。目前马扎克中国正在精心为国内某知名轨道交通行业厂商提供最新的无人化制造工厂解决方案，并已经开始批量为其培训适应智能生产的员工队伍。马扎克中国100多位中日专家组成的联合工程技术团队更是为客户提供智能化工厂的强大后盾。

马扎克中国愿意为更多的客户打造出越来越完善的智能化制造工厂。

四、马扎克的新起点

创新与固守、商业精神与工匠精神始终是制造业发展的两难选择，马扎克却将这些看似矛盾的两面有机地融合，使之相互促进。创业 90 多年来，马扎克始终在机床的研发和生产中不断创新，始终秉承着客户至上的原则，将提供最高性能和品质的产品及服务视为企业发展命脉，不仅在高效、高速、高精度上精益求精，更注重人机工学、环境保护、产品外观等，打造完美产品。2008 年，山崎马扎克公司与世界著名工业设计大师奥山清行的团队合作，从人机工学的角度对产品进行全面、全系列的升级设计，进行了大量的美观性、安全性、操作舒适性的设计，不仅大大降低了机床操作者的劳动强度和劳动风险，同时优雅大气的外观使得马扎克机床犹如待人收藏的艺术品般在客户工厂熠熠生辉。

马扎克的创新不仅限于产品和技术的创新，而是包括了基于制造理念和生产方式上的革新。从世界首创的人机对话式控制系统到广受业界认可的复合加工机 INTEGREX，从柔性制造系统再到网络化、智能化工厂，马扎克始终将自己对于未来制造业发展的认识融入自己的产品开发中。

CIMT2015 期间，马扎克向中国市场介绍了全新的制造理念——Smooth Technology，Smooth 技术的理念是对生产制造的又一次革命和飞跃，以基于 Smooth 技术的第七代数控系统 Smooth X 为枢纽，马扎克不仅可以提供高品质、高性能的智能化产品，还可以提供智能化的生产管理服务。更让



山崎马扎克第七代
MAZATROL 数控系统
MAZATROL SmoothX

业界关注的是，马扎克全新推出了“iSF”概念，“MAZAK iSMART Factory”是马扎克使用最先进技术的新一代智能工厂，目前正在马扎克的工厂大力推进，她不仅整合了 MAZAK 最新的自动化和少人化技术，更重要的是工厂通过全新的数据采集模式，能够更方便地将关键数据传送给车间的监控系统，使车间的加工设备和网络更好地连接起来。通过生产管理系统与 ERP 的联动，努力建成生产计划的自动调整体系，这个体系的目标是生产周期缩短 30%，半成品在库和产品在库削减 30%，管理工时降低一半。iSmart Factory 的意义不仅在于马扎克自身可以采用这样高效、先进的方式组织生产，我们更期待在挑战成功的那一天向客户提供整套系统，以便适应“制造业服务化”的发展趋势，与客户共同成功。□

(上接第 95 页)

HSC 70 linear 高速立式加工中心，另外还展出了一台 UNO 刀调仪。

GF 阿奇夏米尔公司展出了 HSM 500U LP 高速立式加工中心、FORM 200 电加工机床、CUT E350、CUT 2000S 线切割机床。

STUDER 公司展出了 S41 万能外圆磨床。

WALTER 公司展出了 HELITRONIC VISION、EWAMATIC Linear 刀具磨床。

Hardinge 公司展出了 GX1600、GX710DT、V1000、V480APC 立式加工中心，H51 车削中心。

MAZAK 公司展出了 VARIAXIS i600 五轴联动加工中心，INtegrex - i400s 铣车复合加工机床。

TRUMPF 公司展出了 TruPunch 1000 数控冲床。

Bystronic 公司展出 BySprint Fiber 3015 光纤激光切割机。

FANUC、SIEMENS、FAGOR、NUM、MITSUBISHI 等世界知名的系统制造商均参加了展出。

THK、NSK、REXROTH、SKF 等世界知名的滚动功能部件制造商参加了展出。

山特维克、伊斯卡、钴领、山高等世界知名的刀具制造商参加了展出。□