

WMEM

世界制造技术与装备市场

World Manufacturing
Engineering & Market

No.1 2014
2014年2月
February 2014

主管：中国机械工业联合会
主办：中国机床工具工业协会
地址：北京市西城区莲花池东路102号
天莲大厦16层
邮政编码：100055
电话：(010) 63345259 传真：(010) 63345699
电子邮箱：wmem@cmtba.org.cn

出版：中国机床工具工业协会
《组合机床与自动化加工技术》杂志社

顾问：吴柏林 于成廷
主任：陈惠仁
副主任：王黎明 毛予锋
编委：

王旭 关锡友 张志刚 龙兴元 黄照 马伟良
元晋予 王陆洲 叶军 刘家旭 周辉 朱峰
石光 杜立群 刘炳业 陈江 陈永开 陈吉红
宓仲业 赵甲宝 张明智 魏华亮 耿良志 李晶明

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 伍衡 朱继生 李志宏 桂林
李保民 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 李振雄

总编辑：李华翔
副总编辑：杨春林
广告部主任：韩强
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

承印：北京博海升彩色印刷有限公司

零售价：中国内地RMB10.-
其他地区US\$10.-



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

目录 CONTENTS

2014年第1期（总第130期）

WMEM世界制造技术与装备市场

行业资讯 News

33 2013年中国机床工具行业要闻回顾

Review of the most important events of China's machine tool industry in 2013

行业论坛 Forum

主题：强化产业链协同创新，促进行业转型升级

Enhance joint innovation in whole industrial chain to
promote the industry updating

35 浅析产业链协同创新的经验及问题

张明智

On the experience and problems in joint innovation of the industrial chain

37 举行业集群之力 跃机床升级之门

邹春生

The industry joint action to get update

38 协同创新推进转型升级

龙兴元

Cooperating innovation to promote the updating

40 产业政策助推行业转型升级

李保民

The industrial policy will help for the industry updating

41 产业链协同创新 促进企业发展

刘西恒

The industrial chain joint innovating to promote development of the industry

42 产业链协同创新 促进产业转型升级

蒋米仁

Cooperation with the industrial chain to push the industry updating forward

展会贺词 Greetings for CCMT2014

44 转型突破 创新共赢

王旭

Make break through on change mode, gain innovation and joint win

45 面向未来的智能制造

关锡友

Intelligent manufacturing systems facing the future

46 积蓄力量，迈出转型升级新步伐

张志刚

Accumulate strength, start a new step to the "change mode and update"

47 携手合作 开拓进取

龙兴元

Cooperation hand in hand, opens up to make a progress

48 努力打造CCMT升级版

陈惠仁

Upgrading CCMT exhibition

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

Editorial Board:

WANG Xu, GUAN Xi-you, ZHANG Zhi-gang, LONG
Xing-yuan, HUANG Zhao, MA Wei-liang, YUAN Jin-
yu, WANG Lu-zhou, YE Jun, LIU Jia-xu, QU Bo,
ZHU Feng, SHI Guang, DU Li-qun, YANG Jing-yan,
CHEN Jiang, CHEN Yong-kai, CHEN Ji-hong, MI
Zhong-ye, GAO Rong-sen, ZHANG Ming-zhi, WEI
Hua-liang, GENG Liang-zhi, LI Jing-ming

Specially Invited Editorial Board:

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, ZHAI Wei, CHEN
De-zhong, XU Gang, LIU Gui-bao, WU Heng, ZHU
Ji-sheng, LI Zhi-hong, GUI Lin, LI Bao-ming, WANG
Ai-qing, WANG Yue-hong, ZHANG Guo-bin, CHU
Fu-chun, WANG Ming-yuan, GAO Ke-chao, LIU
Qing-le, WANG Xing-lin, DONG Hua-gen, HU Hong-
bing, LI Zhen-xiong

Chief-Editor: Li Huaxiang

Deputy Chief-Editor: Yang Chunlin

Advertising Manager: Han Qiang

ISSN 1015-4809

CN 11-5137/TH

Post Distribution Code: 80-121

展会信息 Exhibition

- 49 CCMT2014部分技术交流讲座日程表
Schedule of technical seminar during CCMT2014
- 50 CCMT2014技术交流讲座内容简介
Synopsis of the technical seminar
- 54 CCMT2014展品预览 (三)
Preview of exhibits to be shown at CCMT2014 (3)

专题综述 Topical review

- 85 提高数控机床可靠性的若干关键问题 张根保 柳 剑
The key problems for reliability proving of CNC machine tools
- 90 从EMO2013欧洲机床展看数控机床的发展趋势 邵钦作
The developing trends of CNC machine tool as viewed from EMO2013
- 95 机床主轴功能部件技术发展现状与展望 钟 洪
The state of the arts and look ahead of spindle technology for machine tool
- 101 光栅编码器发展现状分析与展望 林长友 梅 恒
Analysis on the state of the art of grating and encoder
- 107 国产数控外圆磨床的产业化应用与发展 夏 萍
Industrial application and development of domestic made CNC cylindrical grinder

调查与分析 Investigation & Analysis

- 110 信息业务需求调查情况分析报告 杜智强
Report on demand investigation for information work

产品与技术 Products & Technology

- 113 FANUC智能化机床上下料 日本FUNUC公司
Intelligent loading & unloading from FANUC
- 118 值得一试的干切削 山高刀具
Try for a dry cutting
- 121 车间型测量机在动力总成检测的应用 高仕伟
Application of CMM in inspection of power train at shop-floor
- 109 广告客户索引
Advertisers' index
- 消息 News(106)



2013年中国机床工具行业 要闻回顾



中国机床工具行业发展更加突出转型升级特征

2013年，中国机床工具行业延续了两年来的总体下行趋势，市场需求结构发生巨大变化。全球经济再平衡和中国经济增速放缓的大环境，对机床工具行业产生了全面而深刻的影响，过去10余年赖以高速发展的增长要素发生了深刻变化。特别是今年以来，行业发展在结构调整、转型升级方面的特征愈加明显，一批企业通过创新和服务等方面的扎实努力取得了阶段性成果。



中国机床工具工业协会成功换届并提出新的升级目标

2013年7月，中国机床工具工业协会成功换届，新的领导集体提出，要按照建设现代社会组织的目标，围绕“提供服务，反映诉求，规范行为”三大任务，紧密结合行业发展的新要求，切实加强协会自身建设，努力实现协会建设的版本升级，并将升级目标落实到各项业务工作中。



国家高度重视实体经济，习近平等国家领导人视察机床工具企业

党的十八后，国家更加重视实体经济的发展，习近平等国家领导人多次视察机床工具企业。7月21日，中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平同志莅临中国兵器武重集团视察，强调工业作为立国之本，要坚持独立自主、自力更生、自主研发、自己创新，形成科技竞争力，承担起实现中华民族伟大复兴的中国梦的重任。8月30日，习近平到沈阳机床集团时，提出老企业要敢于搞新技术、创新品牌、闯新市场，要志存高远、更上层楼，引领潮流、争创第一。4月17日，中央政治局常委、全国人大常委会委员长张德江到济南二机床视察，对企业的发展成就给予了充分赞许。



2013年国产数控机床应用长效合作机制走向深入

2013年，为了推动由国家发展改革委、工业和信息化部、国家能源局、国家国防科技工业局等四部委倡导的国产数控机床应用长效合作机制进一步向纵深发展，在2013年4月召开的军工行业与能源装备领域国产数控机床应用座谈会前后，共连续组织了六次高端用户与机床制造企业的供需对接与工艺交流活动，涉及能源装备企业50余家、军工企业90余家、机床工具企业80余家。



机床工具进口额10年来首度出现两位数下滑

进入2013年后，中国机床工具产品进口额出现两位数下滑。前3季度，机床工具产品累计进口额同比下降19.3%，其中金属加工机床进口额同比下降24.0%。金属加工机床中，金切机床进口额同比下降25.7%。这是除受全球金融危机影响的2009年外，机床工具进口额近10年首次出现两位数大幅下降。同时，近两年来我国进口机床工具产品的结构也发生诸多明显变化，对高精、高速、高效、智能型中高档数控机床的需求明显增加。



着力打造机床工具产业展览业务升级版

2013年，第十三届中国国际机床展览会（CIMT2013）成功举办，展会规模创历届之最，展品水平大大提升。展会主办方中国机床工具工业协会，凭借多年成功举办CIMT展会和中国数控机床展览会（CCMT）的强大优势，并以CCMT2014重回上海举办为契机，提出打造中国机床工具产业展览业务升级版的目标，着力提升展会的国际化、专业化和信息化水平，为广大参展商提供周到的服务和全新体验。



济南二机床赢得第6条福特生产线订单

济南二机床集团有限公司于2013年7月启动了福特汽车美国本土第三家工厂冲压线项目，这是继2011年囊括福特汽车美国本土两家工厂共计5条大型冲压生产线订单之后，再次赢得的第6条大型冲压线项目，实现了进军国际高端市场的连续突破，彰显了济二机床国际竞争力的不断提升和国产冲压设备快速发展的强劲势头。



外资企业加紧在中国市场布局

在全球经济复苏乏力、中国机床工具市场处于缓慢下行的大背景下，众多外资企业却加紧在中国市场的布局。2013年，山崎马扎克大连新工厂竣工投产，森精机公司天津工厂开业，德国通快集团以72%的大股份收购了我国锻压行业知名企业江苏金方圆公司。这些现象一方面说明外企对未来中国市场更加重视，另一方面也预示着国内中高端机床市场将面临更为激烈的竞争。



刘海旺荣膺第十四届经济年度人物特别奖

2013年岁末，北京北一机床股份有限公司重型制造部高级技师、部件工部主任带班刘海旺和上海电气集团的刘霞、中国北车集团的苏健三人，代表中国技术工人登上了经济年度人物的最高领奖台，荣膺2013年度第十四届中国经济年度人物特别奖。这不仅他们个人的殊荣，更是对中国技术工人默默奉献的肯定。



【编者按】当前，国内机床工具行业企业正处在艰难的转型期。随着市场需求总量的减少，以及市场需求的快速升级，过去一直制约机床工具行业企业发展的一些共性问题更加突出，成了阻碍行业进一步发展的瓶颈。加强产业链协同创新已成了越来越多行业企业的共识。然而，由于合作理念、组织机制、利益分配、认知程度等方面的差异，机床行业产业链协同创新还存在着一些亟待解决的问题。

为促进行业的技术进步，推动行业企业的转型升级，本刊特别邀请到了部分机床工具行业企业的负责人或相关代表，以书面论坛的形式，围绕“如何强化产业链协同创新”这一话题发表他们的真知灼见。

强化产业链协同创新 促进行业转型升级

中国机床工具工业协会传媒部 李华翔

浅析产业链协同创新的经验及问题

重庆机床(集团)有限责任公司董事长 张明智



协同创新是当今世界科技创新活动的新趋势，是整合创新资源、提高创新效率的有效途径。通过多年与高等院校、科研院所和上下游企业的合作，重庆机床（集团）有限责任公司（以下简称“重庆机床”）已基本建立了“以市场为出发点、以政策为导向、以企业为主体、以项目为纽带、以研发平台为基础”的协同创新体系。下面以“齿轮加工自动生产线”项目为例，浅析重庆机床开展产业链协同创新工作的经验以及遇到的问题。

长期以来，我国齿轮生产线大多是由单机齿轮加工机床简单组合而成的手动生产线，无法实现精益和自动化的生

产,更无法满足大批量、高效率和自动化的生产需求。2010年初,以重庆机床为主体,联合重庆大学、重庆蓝黛动力传动机械股份有限公司等高校、企业,共同开展齿轮加工自动生产线的研制工作。2011年,该项目获得国家科技重大专项立项支持,并成功研制出国内首条齿轮加工自动生产线。经过近四年的联合研制,齿轮加工自动生产线实现了车削、滚齿、倒棱和剃齿等工序的自动加工,并以高效、优质和低耗运行为核心,有效提高了齿轮加工过程的管控能力,实现了生产效率、设备利用率和产品质量水平的综合提升。目前,已获得累计订货超过6000万元,成功打破了国外技术和市场的垄断。

该产业链协作创新项目可以说是比较成功的,其成功的主要经验可概括为以下三点:

其一,产业链协同创新参与单位具备较完备的创新体系。产业链协同创新的前提是上下游单位的知识、要素结构有明确边界,单位在相应的产业界具备科研能力。协同创新本质属性是一种重要的管理创新,是一种优化配置创新资源、提高创新效率的有效途径,因此这也要求参与单位具备资金、人才、技术等创新资源,并形成对这些资源的有效管控。

在自动线协同创新项目中,重庆机床集团作为国内齿轮加工机床行业排头兵,依托国家认定企业技术中心创新平台,拥有专业技术研发人员近400人,科研团队配置合理;科研经费投入超过营业收入5%,经费管理规范;建立技术信息系统(TIS),创新工具设置完善;掌握制齿机床研发核心技术,拥有专利技术150余项,制齿机床整机技术水平国内领先,较完备的创新体系和自主创新能力为项目成功提供了强有力的保障。

其二,产业链协同创新具备外部需求驱动力和内在利益驱动力。对于现实或潜在的参与者,能够参加协同创新行为乃至项目的意愿,既与其创新基本实力有关,也与显性或隐性收益考虑和预期有关。在外部需求驱动力方面,最直接的体现就是创新成果的转化及转化成果的市场前景。明确的市场前景预期,不仅可以充分发挥市场配置资源基础性作用,集中力量突出重点,减少项目创新方向的

盲目性,还可充分调动参与单位协同创新的自主性和积极性,最大限度地提升协同创新的成功率。内在利益驱动力方面,关键是要做好利益协调,参与单位事先应明确各自利益范围与责任边界,设定风险分担和利益分配机制,并辅以一定的风险投资机制。

在自动线协同创新项目中,精密高效、自动化、智能化已成为制造业发展的必然趋势,该项目完全符合此趋势,市场前景广阔,产业链各方利益预期明确。再辅以共同认可的知识产权、项目投资、项目收益等分配机制,保证了该项目的顺利实施。

其三,产业链协同创新与政府各项引导政策相契合。纵观国内外协同创新的经验,较为成功的有美国扁平化、自治型的硅谷产学研“联合创新网络”,致力于生物技术协同创新的北卡罗来纳州三角科技园;日韩的技术研究组合和官产学研结合等,均离不开政府相关政策的强有力引导。

现阶段,我国科学技术总体水平较发达国家还有不小差距,科技力量整体运行效率还有待提高,科技资源配置方式、评价制度等体制机制还存在不少弊端,市场配置资源的作用难以充分发挥,因此,完全基于利益驱动的产业链自愿协同创新在我国尚未成形,要实现高水平、高起点的协同创新,势必需要政府引导政策的调控。

自动线协同创新项目实施初期便积极寻求国家政策支持,2011年成功获得国家科技重大专项立项支持,在国家专项制度约束下,协同创新参与单位、创新目标、任务分工、经费分配、管理制度等各方面均形成了更细致的方案,也确保了项目创新目标及时、完整的实现。

重庆机床集团自动线协同创新项目虽然取得了一些成效,积累了一些经验,但是项目协同创新的层次仍不高、深度仍不够,更重要的是并未形成常态化的协同创新机制。要形成共建研发机构、技术联盟、一体化的经济实体等高层次的合作,还需要完善科技创新体制,深入整合产学研各方及社会其他方面资源,在引导外部需求和刺激内生动力之间实现平衡,不断营造有利于产业链协同创新健康发展的政策环境和社会氛围。

举行业集群之力 跃机床升级之门

北京北一数控机床有限责任公司总经理 邹春生



制造业是国家的基础性产业，作为制造业核心的装备制造在国民经济建设和国防建设中具有重要的战略地位，体现着一个国家的综合国力和技术实力。我们机床行业作为装备制造业的母机，是制造业产业升级的基础和保障。

欧洲机床行业一个比较显著的特点是“专、特、精”，行业企业规模不一定大，但很多都是某一专业领域佼佼者。与欧洲不同的是，日本机床行业普遍采用集约化生产模式，批量化生产程度很高。与我国重点关注整机研发不同，作为机床强国，他们目前关注重点已转移到功能部件、轴承、系统等关键零部件、核心技术的研发，以及成套成线能力的提高等方面。行业企业的盈利模式也从单纯的整机生产延伸到了关键功能部件领域，并形成了较为完整的产业链。

在行业发展态势良好的时期，我国一些装备制造企业异军突起，跻身于跨国公司行列，实现了“做大”，但“大而不强”是不争的事实，行业的核心竞争力也普遍较弱。在成套装备能力低、高端环节均被国外品牌一直掌控的情况下，只能在竞争激烈的中低端领域求生存，对高端领域望尘莫及。即使某些企业拥有了一些行业顶尖的技术及相关资源，但在缺少相关支持的情况下，拼一己之力也难

以有大作为。要实现机床行业的跨越升级，必须充分发挥有关方面的作用，形成促进机床行业发展的合力。

关键功能部件更是我国机床行业的一项短板，严重制约了我国机床行业的发展，需要更多的支持。如果机床行业的功能部件都要依靠进口，我们将没有任何优势可言，包括成本（如果达到世界先进水平的产品），还有就是没有任何产业安全。为此，需要采取以下措施：

一、积极借助政府之力

在现行市场经济机制下，政府作为最直接最有力的干预者，其为市场主体服务的职能还未能显现。对机床行业这一技术密集、资本密集的行业来说，政府在规范市场、引导市场等方面的作用显得尤为重要。

军工行业作为关系国家安全的重点行业，准入门槛之高让许多企业兴叹。为拉动机床行业发展，政府带领国资机床企业跨过这道门槛是十分必要的。目前，行业产学研联盟不断涌现，在政府的引导之下，组织大专院校做基础性研究，将研发主体转移到企业，加大共性技术的研发投入，更有利于提升技术水平和促进产学研结合。除此之外，一系列如对高档数控机床首台首套（首条线）、对重型/超重型机床、对企业技改项目、新产业建设所需土地等补贴优惠政策的实施，对促进行业发展有着十分积极的意义。

但没有持续的发展，往往首台套成功的并不占多数，还存在需要改进、完善的工作，需要继续给与支持，然而这样的支持有限，也不利于真正专注于高档数控机床的制造商。建议用市场成果来检验项目的水平，设定一些应用领域的条件，改变政府支持的方式，如改直接资金支持为税收优惠（返

还)等政策,因为高端机床的开发需要一个相当长的时间,需要持续的支持。

二、充分重视行业协会的服务能力

行业协会肩负着协调、监督、研究、指导等各项职能,作为一个行业服务性质的独特机构,其地位需进一步提高。其协调作用,不仅体现在协调本行业企业之间的经营行为,制定并执行行规行约和各类标准,更体现在向上协调联系政府,向政府传递企业诉求,协助政府制定和实施行业发展规划、产业政策、行政法规和有关法律;向下协调行业企业,优化行业分工,提高行业配套能力。行业协会监督行业产品服务质量、竞争手段、经营作风,维护行业信誉,鼓励公平竞争,打击违法、违规行为,能为行业发展创造一个优良的环境。行业协会对本行业的基本情况进统计、分析,对国内外行业发展情况进行调查,研究本行业发展面临的问题,提出建议、出版刊物,供企业和政府参考,更直接彰显了它的服务性质。

向政府提出建议和为行业发展规划提供依据,

都离不开真实的数据与理性的分析,行业协会可以借助自己的独特优势,发挥这样的作用。

三、注重市场作用的发挥

市场是将行业企业和用户联系起来、调控行业发展的无形之手。对比欧洲、日本机床行业,我国机床行业资源配置、使用效率低下,市场在资源配置中的决定性作用还未得到有效发挥,市场与政府这架天平太过倾斜,严重阻碍了行业发展。当前形势下,在充分肯定政府作用的前提下,重视市场的功能,使其充分发挥在资源配置中的决定性作用,是提高行业经济效益、保证行业蓬勃发展所必须的。如前面提到的政府支持方式的改变。

总之,行业升级是新的发展阶段国家赋予机床行业的历史重任。政府、协会、市场均是影响行业发展的的重要因素,三者作用得到充分发挥是行业跨越升级的充分必要条件。在各项条件完备的前提下,行业企业才能紧紧抓住发展机遇,积极寻求发展之路,全面开展技术创新,努力实现我们的机床梦、中国梦。

协同创新推进转型升级

陕西秦川机床工具集团有限公司董事长 龙兴元



随着中国融入全球一体化的进程加快,我国已然成为世界第一制造大国,但还存在工业大而不强,产业链协同创新不足,自主创新能力薄弱,传统发展模式难以为继等问题,中国机床工具企业急需依靠协同创新、转型升级实现可持续健康发展。

陕西秦川机床工具集团有限公司(以下简称“秦川集团”),坚持“技术领先,模式取胜”的发展思路,围绕产业链协同创新,打破以往传统机床工具企业模式,逐渐发展为向下游延伸若干支点的大集团,基于已拥有的企业资源和制造能力,公司形成横跨各企业的技术产品链和产业集群,获得了“链条对点”、“集群作战”的竞争优势。同时,公司通过整体上市,在未来将形成3个1/3的业务板块,即:1/3是机床装备、智能制造岛(生产线);1/3是以关键零部件为支撑的高端制造;1/3是数字化车间和系统集成,机床再制造及工厂服务。努力将秦川打造成具有世界

水平的高端装备制造领域的系统集成服务商和关键功能部件供应商。

一、优势互补，链条竞争，打造复杂型面加工装备产品链

秦川集团紧紧围绕“磨削”这一核心能力，通过区域整合、并购重组等途径，拓展自身在复杂型面加工领域的能力，集成公司铸、车、铣、镗、滚、拉、插、剃、热、磨加工机床、刀具、夹具和检测装备的优势，同时利用公司在数控系统、伺服系统、精密回转工作台、主轴方面的研究成果，形成合力，为用户提供成套工艺技术和装备，同时促进公司精密机床装备、功能部件产品和技术的发展，形成了从刀具制造到热前加工（滚、拉、插、剃），再到热后加工（磨削）及检测（测量仪）等各个关键环节的全产品链能力。涉足的复杂型面加工装备产品链包括齿轮加工机床工具、测量仪及智能制造产品链；螺纹/螺杆加工机床工具、测量仪及智能制造产品链。

秦川集团未来将主要瞄准汽车变速箱齿轮、轿车/SUV的自动变速器、航空发动机关键零部件、机器人关节减速器等领域，提供机床装备、智能制造岛（生产线）。

二、资源整合，创新服务，发展现代制造服务业

秦川集团以其拥有的科技资源为基础，架构了以研究基础、共性技术和前瞻性技术为目标的中央研究院，形成独具特色的三级研发体制（中央研究院→各子公司研究院（所）→分厂（车间）技术科），设立海外研发平台，包括北美研发中心、欧洲研发中心。

中央研究院、北美研发中心、欧洲研发中心都是完全开放的技术研发平台，它主要负责基础性、前瞻性的技术研究，其人员从外部来，课题任务既从内部出也从外部来。这一机制安排能够保证这些研发平台可以基于市场需求，拥有独立的研究

视野，并能够独立的选择研究方向和课题。这样的研发平台使得秦川集团能够以较低的成本聚合所需要的高端人才、技术资源，从而实现在某一技术领域的快速突破。公司在国家实施的“高档数控机床与基础制造装备”科技重大专项中，承担项目达到43个，其中牵头19项，主要得益于技术研发平台上“政、产、学、研、用协同创新”所提供的强大科技创新能力，形成了一大批填补空白的重大技术突破。

在与英国ROMAX公司合作开发1.5MW风电齿轮箱过程中，对方发挥其研发、设计、软件开发能力，我公司发挥工艺、制造优势，从产品开发入手，参与到ROMAX公司设计开发阶段，快速完成产品研制工作，从设计到测试、从工艺过程到样机已全部通过德国劳氏船级社的各项试验考核，指标达到了同类产品的世界一流水平。参与其中的技术人员成长为公司第一批齿轮传动领域的国际水平设计专家，为发展风电增速箱、石油钻采齿轮箱、轴流风机增速机、机器人关节减速器产业打下了坚实基础。

基于对主机和功能部件产业制造技术中的“Know-how”的延伸开发，我们获取了在现代制造服务业方面的市场机会，并将成为未来支撑秦川集团整体盘面的又一个1/3。包括：利用我国机床高保有量，获取存量服务机会；基于技术领先进入设备再制造业务，获取高额增值；基于产品门类齐全，工厂设备的数字化升级、数字化维护的集成优势，获取高附加值。

秦川集团早在2008年布局建设的齿轮传动设计能力，未来将在长三角、珠三角等工业密集区建立实体服务平台，为用户提供从数字化车间及系统集成，到工厂服务与设备再制造的全方位、现代化服务平台。在针对用户需求提供用户解决方案方面，秦川集团与上海汇众汽车制造有限公司签署了现代制造服务业务合作协议；为上海核电开发了深孔钻床；为采埃孚公司（ZF）开发了转向机扇形轴齿轮磨床等。

在我们看来，协同创新是推进全产业链转型升级的有力武器，需要的是长远的合作眼光和战略性的合作思维，需要的是长期持续不断的坚持。

产业政策助推行业转型升级

山东博特精工股份有限公司董事长 李保民



近年来，我国的机床工具行业得到了快速发展，产值已先后超过美国、瑞士、德国、日本，跃居世界第一。特别是以大飞机、北斗卫星、天宫一

号、四代核电和深潜器等“上天入海”为标志的高端“中国制造”，在谱写中国装备工业的新辉煌，令“中国制造”享誉全球的同时，也为我国转型升级奠定了坚实的基础。但是我们必须看到大而不强的现实使我国装备制造业与世界先进水平相比仍然存在较大差距。在当前市场经济环境下，行业正面临和经受调整转型的严峻考验，这是不以我们的意志为转移的事实。机床工具行业如何转型发展是每位机床人应该深思和值得探讨的问题。贪大求全，重复投资，低效发展等旧的发展模式已难以为继，创新驱动、转型升级才是中国机床工具行业摆脱低端向高端、先进装备制造业再出发的唯一出路。

一、我国机床工具行业的现状

(1) 低端产能过剩，创新驱动乏力。当前，机床工具行业中低档产品总量过剩，高档产品供给不足，行业以“产值规模”论英雄，纷纷追求产量、数量，而忽视了产品的质量。不仅制约了行业的优化升级，也导致了低水平同质化竞争与市场环境恶化，严重影响行业的转型升级。

(2) 技术标准缺失，管理服务薄弱。目前，机床工具行业没有严格规范的技术政策和具体强制性标准，尤其缺少经济规模的行业准入标准，进入我

们“无所不能”的认识误区：车、铣、磨、龙门、大小轻重型兼融，核心技术不能充分聚焦，人员、技术跟不上，造成什么都做，什么都做不好的局面，行业标准有待健全，同时，社会化的管理及服务体系尚不健全，专业化人才匮乏，技术服务环节薄弱。

(3) 协同发展能力差，无产业链价值观念。重主机轻配件思维模式，不能形成配套战略联盟，唯我独尊，把合作看成简单的买卖关系，不重视供方长期稳定的配套。召之即来，挥之即去，不能形成长期协同发展和协同创新产业链。

(4) 专业化程度低，不能充分发挥技术优势。行业部分企业始终认为“大而全、小而全”能够快速扩大企业规模，什么零部件都自己做，不重视专业化生产，降低了企业的核心竞争力，使企业错失发展的机遇。

二、产业政策具体到位、行业协同创新发展

(1) 完善的配套体系为行业发展奠定基础。完善的体系包括产品研发、配套生产、政策支持等。比如德国、日本、瑞士、意大利、中国台湾地区等机床强国或地区的机床行业发展的历史说明，没有完善的配套体系和研发体系，机床产业是不可能发展起来的。

(2) 建立研发、技改专项资金保证制度。共性技术的研发与引导，税收政策与金融政策的支持，是功能部件行业调结构、上水平的关键。国家应予以提供研发资金支持和技改专项保证，切实满足企业产品质量的提升，实现产品结构升级和更新换代需要，增强企业产品市场竞争力。

(3) 提升装备水平，保证产品质量。积极采用国内外先进生产制造技术及设备，实现生产工艺装备现代化，加速改造落后生产工艺，淘汰落后的工

艺技术装备,提高生产效率,提升产品品质。

(4) 建立专门服务机构和服务网路,提供专业化服务。依据中高档功能部件的销售特点,建立销售服务专门机构和服务网络,增强快速响应服务能力和成套解决方案能力。

(5) 重视下游产业链企业的培育,保证长期提供优势成本、高质量的产品。重视中高档功能部件行业下游产业链的供应关系,保证供方具备快速度、优势成本、高品质服务的能力,这是企业提高核心竞争力必不可少的一部分。主机厂、配套厂之

间要形成“协同发展,利益共享”的共同价值理念。

当前,面对日益严峻的市场挑战,中国机床工具行业必须要通过协同创新驱动,高端引领,才能够实现由大到强的转变。经过创新调整的洗礼和锤炼,也一定能催生出机床行业崭新的未来。为此,行业企业都需要潜静于心,摒弃浮躁,找准差距,以创新的姿态,赶超的勇气和毅力,尽快缩短与国际先进水平的差距,为早日实现装备制造的强国梦做出积极贡献。

产业链协同创新 促进企业发展

宁波海天精工股份有限公司总工程师 刘西恒



宁波海天精工股份有限公司自成立以来,一直致力于中高档数控机床的研发与制造,非常注重研发队伍的建设及技术创新。经过全体员工的共同努力,海天精工的产品已形成包括龙门加工中心、卧式加工中心、立式车削中心、

高速及五轴联动加工中心、大型卧式镗铣中心等六大系列,300多种产品,广泛服务于汽车、机车、船舶、工程机械、电力、军工、航空航天等行业,客户遍及全国27个省市自治区。

经过几十年的发展,我国机床行业已取得了巨大的成绩,已成为制造大国,但还不是制造强国,特别是在高档数控机床方面与先进制造国比还有很大的差距。数控机床尤其是中高档数控机床的产业链比较长,一台机床的零部件不是主机厂一家所能完成的,需要众多的配套厂商提供物美价廉、性能优良、运行可靠的配套件,如:数控系统、滚珠丝杠、滚动导轨、轴承、刀库、光栅尺、A/C双摆五

轴头、电主轴单元等。但遗憾的是,目前我国这些高品质的关键配套件主要还是从境外进口,国内虽然有部分配套能力,但从性能上、品质上、可靠性上与国外的产品相比还是有较大的差距,还远远满足不了国内中高档数控机床的需求。

纵观国内机床行业,除去高品质的主要关键功能部件的配套能力较差外,主机厂自身的研发能力和研究深度也有待于加强与提高,如机床的基础研究、可靠性研究、应用技术的研究以及前瞻性研究等都比较薄弱,有的企业甚至还没有开展这方面的工作,很多企业在产品研发时还是“类比设计”的较多,如:你用什么样的配套件我也用什么样的,基础件你是什么材料和尺寸我也是,不问究竟或不知究竟,而制造出来的产品的性能和品质与别人比却相差甚远。只学到了“形”没有学到“神”,如此等等。就目前我国机床行业及其产业链的现状,它既有技术问题又有管理问题和认识问题,是个共性问题,是业内绝大多数企业急需改进和提高的,但是有些问题又不是一个企业所能解决的。

就目前国内的现状看,机床行业产业链的协同创新有一定的基础,但由于各企业经营理念、认知程度、运行机制不同等多方面的原因,有很多事情较难处理,操作起来还是比较困难。

从协同创新的角度来说,大型骨干企业集团应是协同创新的主力军、是核心,可以通过相对集中的统一指挥、管理,引导科研系统围绕产业链建立创新链,建立或强化创新公共技术平台,激发和强化产业创新能力。企业集团在创新时建立以市场决定技术创新项目的机制,建立技术创新评价机制,建立研发人员的考核与激励机制,按照产业链和用户需求来评价创新成果,以此来激励和支撑产业的创新发展。在企业集团内部协同创新的同时,也在一些项目上与高等院校及科研院所合作,以汇聚高校、科研院所、企业集团的优质技术资源,在学科、人才、科研等方面形成优势互补、强强联合、资源共享的协同创新项目组或共同体。

我所了解的某大型骨干企业集团按产品的产业

链划分成几个不同的产业公司,各产业公司的产品即形成了上下游的产业链关系,又有些产品互为客客户,这种模式的好处在于在一个企业集团的统一领导和协调下,各产业公司即独立运作又在企业集团大的框架下协调运行,各产业公司相互支持、相互促进、协同创新,知识产权及经济利益等均好协商并达成一致,各产业公司共同发展的同时也促进了集团公司的发展,增强了集团公司的整体竞争力。该集团公司经过几年的努力,在集团内产业链协同创新方面已经取得了不错的成绩。

由此可以看出,现阶段先在一些大型骨干企业集团内搞产业链协同创新是比较现实的,也是可行的。即可以省去很多无法处理的麻烦,又能带动行业的发展,同时也可摸索出一些经验。

产业链协同创新 促进产业转型升级

广州数控设备有限公司总经理办公室常务副主任 蒋米仁



当前纵观中国社会经济环境,劳动力成本提高使得人口红利的消耗殆尽,原材料成本日益俱增使得经营利润吃紧、节能减排等绿色环保成本使得治理责任加重。国际市场

竞争不仅仅是企业间的竞争,更是产业链之间的竞争。这迫使企业不仅要提升内生力,还要有机融入产业链生态系统,寻求产业链资源上下整合和协同创新。随着产业结构不断调整升级,近年来中国智能装备市场规模不断扩大,先进的智能装备技术对提升企业制造效率、降低企业能耗的作用日益显现,尤其高档数控机床、智能控制系统、工业机器人、信息技术的深化应用和两化融合,是国家战略,更是企业转型

升级的必然选择,为产业加速发展发挥重要作用。

一、产业转型升级的驱动力

智能制造装备的水平已成为当今衡量一个国家工业化水平的重要标志,也是转型升级的主要途径。相比与国外品牌,国内的数控机床更多是比较简易的组装设备,其中的关键零部件在精度、可靠性方面还有很大差距。同样,作为智能专用装备典型代表的工业机器人,在新一轮工业革命中将成为制造模式变革的核心和推进制造业产业升级的驱动力,无论对新兴产业发展和传统产业转型都有重要作用。然而,目前国内机器人企业规模都小,整体实力难与国外机器人公司抗衡。

由此,如何提高智能装备制造业的自主创新水平,减少核心技术的对外依赖性;如何进行产业转型和升级,面向国内国际两个市场,降低整个行业的对外依存度;如何推进产业调整和转移,提高企业的盈利能力,分散经营风险;如何完善制造体系,增强关键基础配套件的制造和系统集成能力;如何做优做强我国装备制造产业,提升具有国际竞

争力地位，已是智能装备制造产业当前面临的最大挑战。

二、产业链升级的路径

1. 构建企业技术创新能力

技术创新是企业发展和进步起着关键性的作用，是推动企业进步的动力源。企业为市场提供可靠稳定的系列化产品，必需要有一支规模专业的技术研发队伍，更需构建技术研发管理体系。

身为民营企业的广州数控，早期技术基础薄弱，但广数专心致力，不断寻求技术创新突破，通过“并行研发”、“产学研”紧密合作等技术研发方式加强人才队伍建设，孕育创新力量，开辟出了一条技术人才由少到多、技术成果由无到有、技术含量由低到高、技术管理由“粗放式”到“体系化”、技术组织由“作坊式”到“国家级”的发展路径。

2. 构建企业内产业结构协同发展

企业构建内部产业结构的协同发展，关键在于是否具有高技术共享程度和产业同质性，如机床数控系统企业拓展工业机器人产业，具有数控技术的研制基础及关键功能部件的配套实力，缓减了行业内其他企业过于依赖外部技术的发展瓶颈，且具有自主控制配套件成本的优势。广数组建了“机床数控系统成套设备、工业机器人、全电动注塑机、机床会展中心”四大产业结构的“金字塔式”的产业生态系统，拟合协同创新发展。

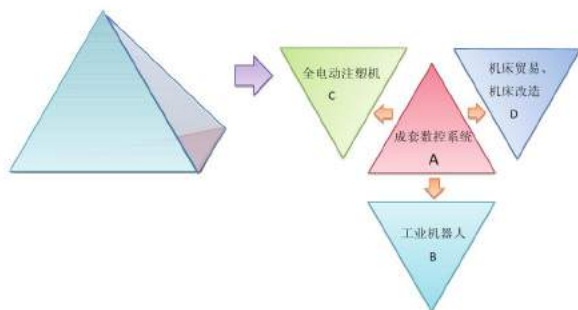
(1) 巩固机床数控系统成套设备产业，为拓展相关智能装备产业提供有力的技术和产业配套保障。

(2) 共享数控核心技术和低成本产业跨界，横向业务拓展工业机器人、全电动注塑机等战略性新兴产业。

(3) 机床会展中心具有共同建立市场开拓、品牌推广等互惠互利的共同目标，实现上下游企业战略联盟。

3. 完善产业链成员的协同创新机制

单靠机床企业、科研院所的力量来快速提高智能装备工业的技术创新能力殊为不易，而如果通过协同创新，就可以“集中力量办大事”，把分散在智能装备工业的各类高校、科研院所、企业，甚至



金字塔式产业战略模型 金字塔产业战略模型展开图

社会各界的资源和创新要素最大限度地整合起来，形成合力，尽快补齐技术短板，方能高效促进产业转型升级。

关于完善产业链成员的协同创新机制，建议做好以下几点：

(1) 政府、行业协会推动产业健康发展，出台资金、人才扶持政策，积极推进智能装备在机械制造、汽车等领域的规模化示范应用，培育龙头骨干企业，促进产业集聚，带动转型升级。

(2) 分行业、分专业、分地区地组建产业发展联盟，以合作共赢为目标、以知识与技术等共享为理念，坚持集群式、高端化的发展方向，引导企业协同创新、抱团发展，加强关键部件、核心技术攻关，提高产品质量，增强企业核心竞争力。

(3) 研究产业链协同创新的管理机制，尽快形成科学、合理的风险分担和利益分配等机制，以利益驱动机制来提高行业内相关创新主体的积极性和创新成果的转化率。如研究共赢互利的商业合作模式或投融资机制，攻关共性、难点技术平台的创新合作模式，以工艺用户带动开发需求的市场驱动机制等，做到行之有效。

三、展望

总之，中国智能装备制造产业的工业崛起势不可挡，振兴中国民族数控产业使命重大，协同创新贵在有一个明确的共同奋斗目标，成在所取得的成果能迅速被用于实践中。因此，在这一过程中，各创新主体必须打破“企业墙”，实现深度合作，有效集成创新资源和创新要素，才能为中国装备制造转型升级提供全方位的支撑，使我国早日实现装备制造业的升级跨越。□

展会
贺词

Greetings for CCMT2014

CCMT 2014

转型突破 创新共赢

中国机床工具工业协会当值理事长
北京北一机床股份有限公司董事长 王旭



“春江潮水连海平，海上明月共潮生”，在第八届中国数控机床展览会（CCMT2014）隆重开幕之际，我谨代表中国机床工具工业协会和北京北一机床股份有限公司表示热烈的祝贺。

一路走来，回首2013年国内外复杂多变的政治、经济形势，纵览国内各行业发展的跌宕起伏，再一次印证了实体经济是国家发展的基础和本钱，中国装备制造业也因此正经历着前所未有的转型升级的机遇和挑战。在形势“倒逼”形成的行业转型升级过程中，处于产业链前端的中国机床工具行业必须实现自我突破，通过吸收、消化、掌握先进的技术，增强自主创新能力，提升整体竞争水平，实现国家的、民族的和企业的梦想，才能屹立于世界最高端的舞台上。

在面对新机遇、迎接新挑战的过程中，展现新变化、创造新未来。北一机床秉承“制造精良、追求卓越”的核心理念，精益求精、创新共赢，在引领重型、超重型数控机床优势的基础上，持续拓展五轴加工中心、倒立车、高精度磨床、轮对机床等产品，更广泛应用于航空航天、国防军工、汽车零件、轨道交通、能源电力等重点领域。而慢慢求索路不止，北一机床将在未来的发展之路上继续推陈出新，在共创共赢中欢迎各位领导、专家、新老朋友来展位参观指导洽谈。

最后，预祝第八届中国数控机床展览会（CCMT2014）圆满成功！



CCMT 2014

展会
贺词

Greetings for CCMT2014

面向未来的智能制造

中国机床工具工业协会轮值理事长
沈阳机床集团董事长

关锡友



值此第八届中国数控机床展览会（CCMT2014）隆重开幕之际，我谨代表中国机床工具工业协会和沈阳机床集团表示最衷心的祝贺！

CCMT展会自创办以来，历经七届，已经发展成为国内规模最大的集中展示国产数控机床的专业展会，深受业界的赞赏和支持，也引起海外同仁的关注和重视。

2013年，我国机床工具行业延续了2011年下半年开始的下行趋势，增速持续缓慢回落，市场需求下降。与此同时，世界新一轮科技创新正在加速推进，基于互联网环境下的集成化的智能制造正在悄然兴起，全球范围内的传统制造业受到了严峻的挑战。面对世界经济、行业的深刻变革，客户需求的不断升级，作为工业基础的机床行业转型升级势在必行。

沈阳机床作为共和国工业的长子，已经走在了转型升级的道路上。2013年，企业大力推进内部市场机制改革，建立了完全以客户为中心的优尼斯工业服务事业部，为客户提供产品全生命周期的服务。同时，在已经突破的核心技术基础上，对底层核心技术进行了进一步深入的开发，诞生了世界首台具有网络智能功能、系统误差补偿技术领先、控制精度达到纳米级、产品精度世界最高的i5智能数控系统，将在本届展会首次亮相，为广大客户诠释当代网络环境下的智能制造。

面向未来，沈阳机床将继续以创新驱动发展，加速推动企业从传统制造商转型成为现代工业服务商，为中国由制造大国向制造强国转型做出新的贡献！

最后，预祝本届展会圆满成功！



展会
贺词

Greetings for CCMT2014

CCMT 2014

积蓄力量，迈出转型升级新步伐

中国机床工具工业协会轮值理事长

济南二机床集团有限公司董事长 张志刚



金蛇狂舞辞旧岁，骏马奔腾迎春来。值此CCMT2014隆重开幕之际，我谨代表济南二机床集团有限公司表示热烈的祝贺。

2013年，中国机床行业在结构调整、转型升级的“阵痛”中走过了又一个不平凡之年。复杂多变的国内外环境形势和中国经济结构调整继续给机床行业发展带来深刻影响。许多企业在经受市场下滑、竞争加剧、效益下降等压力和考验的过程中，对转型升级的艰巨性、长期性有了更加深刻的认识和感受，纷纷寻找突破途径，研发新产品，探索新模式，力争抢得先机，占领制高点。

2014年的主旋律仍旧是转型升级、创新求变。变则通，不变则塞；变则兴，不变则衰；变则生，不变则亡。不久前召开的十八届三中全会和中央经济工作会议，彰显了中央全面深化改革的信心和决心，改革将激发全社会的创新活力和经济增长的内生动力，改革也将为机床行业的转型升级创造更加有利的外部环境。

CCMT2014的主题确定为“新变化 新未来”，是对当前这种发展形势和市场需求的深刻诠释。面对外部环境变化带来的挑战，我们需要新一轮的思想解放和观念变革，要自觉摆脱对规模扩张发展模式的依赖，彻底摒弃对快速增长的盲目追逐，下决心转变方式、调整结构，真正走上依靠技术进步、管理升级和劳动者素质提高的可持续发展道路。只有这样，我们才能迎来一个全新、美好的未来。

过去一年，在社会各届的关心、支持下，济南二机床克服宏观经济影响，积极应对挑战，保持了主要经济技术指标的持续增长；赢得广汽大型伺服冲压线项目、上海大众汽车大型快速冲压线项目以及航空航天行业高档五轴联动加工中心等重要订单；成功实施了福特汽车美国工厂海外总承包交钥匙项目，5条快速冲压线全部交付用户使用，在产品质量和效率方面获到用户的肯定和好评。

百尺竿头思更进，策马扬鞭自奋蹄。2014年将是极具挑战和考验的一年，机床行业需要积蓄力量再出发，迈出转型升级的新步伐。本届展会济南二机床集团的参展产品是，针对国内航空工业加工需求，研制的国内首台翻板卧式加工中心；汽车工业冲压工艺所需的大型快速冲压线、全自动开卷落料线、大型多工位压力机、级进模压力机等产品模型。这些展品以崭新的理念和技术，诠释了济南二机床的创新追求和创新活力。欢迎各界朋友到济南二机床展位参观交流。

最后，预祝本届展览会取得圆满成功！



CCMT 2014

展会
贺词

Greetings for CCMT2014

携手合作 开拓进取

中国机床工具工业协会轮值理事长

陕西秦川机床工具集团董事长

龙兴元



值此第八届中国数控机床展览会（CCMT2014）举办之际，我谨代表中国机床工具协会理事会和秦川机床工具集团对这次盛会表示最热烈的祝贺！

“新变化·新未来”，是CCMT2014的展会主题。在刚刚过去的2013年，世界经济处于脆弱的复苏阶段，发达经济体总体趋于好转，但高失业、高赤字、增长后劲不足的问题依然严重，新兴经济体则因为结构性调整滞后，增长明显放缓。中国经济则更处于增长速度换挡期、结构调整阵痛期、前期刺激政策消化期的“三期叠加”阶段，以刺激政策带动的反弹周期趋于结束，而新的动力源尚不明朗。受此影响，机床工具全行业呈现出需求趋缓、产能过剩、成本上升、价格下滑等困难状况，且短期内难以有明显好转。但同时我们也看到，随着国内外市场边界的进一步模糊和国内机床的技术进步，中端机床市场已成为竞争的热点所在；由于国内高端需求的拉动，高端机床进口大幅增长的现状并未改变；成线成套装备、智能制造岛、数字化车间、制造服务业等的发展还没有形成规模化优势。这也正是中国机床行业新变化、新未来的目标所在。CCMT2014为自己确立了“国际化、专业化、信息化”的升级版目标，也正是行业企业调结构、强管理、促升级的努力方向，相信本次展会将为行业企业提供良好的展示、交流平台。

在中央政府全力扶持装备制造业发展的背景下，机床行业作为制造业之母必将走出寒冬，迎来发展的春天，让我们借助CCMT2014的发展平台，携手合作，开拓进取，共同开创中国由机床大国迈向机床强国的新局面！

诚祝第八届中国数控机床展览会圆满成功！



展会
贺词

Greetings for CCMT2014

CCMT 2014

努力打造CCMT升级版

中国机床工具工业协会常务副理事长兼秘书长 陈惠仁



第八届中国数控机床展览会（CCMT2014）将于2014年2月24~28日在上海新国际博览中心举办。我代表主、承办单位，向光临本届展会的海内外嘉宾表示热烈的欢迎！

中国数控机床展览会（CCMT）自2000年在上海创办以来，至今已连续成功举办了七届（其中在上海连续举办四届，之后分别在北京和南京举办了三届）。作为中国最具权威性的国际机床展览会CIMT的姊妹展，CCMT在机床业界及广大用户中同样具有极强的影响力。当前，行业正处在一个以转型升级为主要特征的历史发展阶段，作为集中展示当今数控机床发展最新成果的重要展事活动，CCMT2014自然备受广泛关注。

本届CCMT2014展会规模将再创新高，国际化程度将得到显著提升。届时，将有来自20个国家和地区900余家机床工具行业制造商参展，展出总面积达10万平方米，其中境外展商近270家，展出面积占总面积的32%。海内外展商将带来包括1200余台套机床和量仪在内的数万件精品，展品种类和数量均远超历届。此外，展会期间还将举办包括“2014机床工具制造业CEO国际论坛”在内的一系列丰富多彩的国际交流和行业活动，旨在为参展企业、用户和来宾提供了更为广泛的交流空间。

随着上海对外开放度的加大以及展馆设施的逐步完善，未来上海会展业将迎来更加广阔的发展空间。此次重返上海举办的CCMT2014展会，将是本年度机床工具业界的又一次盛会，也是CCMT展会发展史上的一个重要里程碑。我们期待着在本届展会上为展商和用户提供更为优质的服务。今后，我们将朝着国际化、专业化、信息化这三个方向，持续努力，逐步打造和实现CCMT升级版，最终将CCMT打造成世界名展。

预祝第八届中国数控机床展览会（CCMT2014）圆满成功！



CCMT2014 部分技术交流讲座日程表

主讲单位	讲座题目	时间	会议室
沈阳机床（集团）有限责任公司	智能与未来——i5 智能数控系统带来的产业变革	2 月 25 日 9：30 - 12：00	N5-M48
沈阳机床（集团）有限责任公司	我们的精益变革之路	2 月 26 日 9：30 - 12：00	N5-M48
中国机床工具工业协会特种加工机床分会、中国机械工程学会特种加工分会	激光加工及增材制造（3D 打印）技术交流会	2 月 24 日 13：30 - 16：00	E7-M39
武汉华中数控股份有限公司	808 系列数控系统在工业市场的整体解决方案	2 月 25 日 13：30 - 16：00	N3-M43
大连光洋科技工程有限公司	光洋数控系统全面提升高档数控机床精度和效能	2 月 26 日 13：30 - 16：00	N5-M49
大连科德数控有限公司	新一代高动态、高精度立式五轴车铣磨复合加工中心 VGW400/800-MTG	2 月 25 日 13：30 - 16：00	N5-M49
上海交通大学	数控机床误差实时补偿系统及其应用	2 月 25 日 13：30 - 16：00	N5-M48
杭州友佳精密机械有限公司	集成全球先进制造技术与经验，装备世界高端制造行业与企业	2 月 25 日 13：30 - 16：00	N4-M45
北京发那科机电有限公司	最新的 FANUC 机器人及智能机械技术	2 月 25 日 13：30 - 16：00	N2-M42
西门子（中国）有限公司	西门子全系列数控系统介绍	2 月 25 日 13：30 - 16：00	N1-M40
西门子（中国）有限公司	SINUMERIK MDynamics 铣削工艺包——助力实现完美加工表面	2 月 27 日 13：30 - 16：00	N2-M41
约翰内斯·海德汉博士（中国）有限公司	海德汉最新数控及测量产品介绍及应用	2 月 25 日 9：30 - 12：00	N1-M40
斯凯孚（中国）销售有限公司	斯凯孚机床解决方案和服务实力	2 月 25 日 9：30 - 12：00	N5-M49
南京蓝帜金属加工技术有限公司	蓝帜金工刀具在齿轮行业上的应用	2 月 25 日 9：30 - 12：00	N4-M45
雷尼绍（上海）贸易有限公司	生产制造中的全面过程控制技术及激光熔融金属快速成型制造技术（激光金属 3D 打印）的应用	2 月 26 日 13：30 - 16：00	N1-M40
业纳（上海）精密仪器设备有限公司	汽车机械加工的测量方案	2 月 27 日 13：30 - 16：00	N1-M40
南京埃斯顿机器人工程有限公司	埃斯顿工业机器人在智能制造中的应用	2 月 26 日 13：30 - 16：00	N5-M50
山善（上海）贸易有限公司	2014 年三丰精密量仪的校正讲座	2 月 25 日 13：30 - 16：00	N5-M47
瑞文通风技术有限公司	2014 空气净化-智能旋风分离器技术峰会	2 月 25 日 13：30 - 16：00	N2-M41
美国机械制造技术协会	IMTS-2014 年美国芝加哥国际机械制造技术展览会新闻发布会	2 月 26 日 9：30 - 12：00	N1-M40
日本工作机械工业会	新闻发布会	2 月 25 日 14：00 - 15：00	N4-M44

《世界制造技术与装备市场》(WMEM)

读者服务卡、申请杂志赠阅登记卡

为了加强本刊与读者的信息沟通,及时了解读者的需求,使本刊能快捷地随读者的需求变化,更好地为读者服务。我们特为那些渴望通过本刊了解有关装备和技术信息,并对本刊的文章、广告内容等有反馈意见(填写第13项广告号码)的读者,提供免费寄赠服务,赠送一期杂志。

本刊编辑部:北京市西城区莲花池东路102号天莲大厦1608号
中国机床工具工业协会《WMEM》编辑部 邮编:100055

请在以下您确认的项目后□内划“√”

1. 您是本刊的:

老读者□ 新读者□

2. 本刊对您的工作:

十分需要□ 一般参考□

3. 您对本刊中的哪些栏目感兴趣?

1. 专题报道□ 2. 本刊专访□
3. 专题综述□ 4. 论坛□
5. 展览会信息□ 6. 相关产业□
7. 行业资讯□ 8. 产销市场□
9. 产品与技术□ 10. 技术讲座□
11. 产品信息□ 12. 企业风云□

您希望增加哪些新栏目? _____

4. 您是通过何种途径读到本刊的?

订阅□ 赠阅□
社会图书馆□ 单位资料室□
专业人士推荐□ 展览会赠阅□
其他□

5. 贵单位所属行业类别:

汽车、摩托车及其零部件工业□
航空航天□ 机床工具□
国防□ 石化□
铁道□ 冶金□
船舶□ 建设□
电力□ 工程机械□

矿 山□ 农业机械□

轻 工□ 水 利□

林 业□ 纺 织□

仪器仪表□ 化 工□

模 具□ 院 校□

医疗器械及设备□ 电子电信□

板材加工□ 塑料机械设备□

通用机械及零部件□ 焊接与切割□

其他行业(请具体说明)□ _____

6. 贵单位的所有制性质:

国有□ 集体□
民营□ 中外合资、合作□
外商独资□ 其他□

7. 贵单位的业务类别:

生产企业□ 科研院所□
贸易公司□ 政府部门□
大专院校□ 协会、学会□
信息服务□ 其他□

8. 贵单位员工总人数:

1~50□ 1001~3000□
51~200□ 3001~5000□
201~500□ <5000□
501~1000□

9. 贵单位对下列哪些设备/技术感兴趣,或近三年有采购意向:

车床□ 铣床□

10. 上述设备中贵单位拟选择的类别为:

数控型 ☐	普通型 ☐
国产 ☐	进口 ☐

12. 您对本刊哪些文章中的技术、新产品感兴趣?
(填首页目录中的页码)

13. 请附名片或填写您的通讯地址:
(如欲索取本期广告的详细资料, 请同时填清英文部分, 本刊将转请有关制造商免费寄给您所需资料。)

Name: _____

Organization: _____

Title: _____

Address: _____

Tel. : _____ Fax: _____

E-mail: _____

邮政编码: _____

地址: _____

单位: _____

姓名 (职务): _____

电话: _____ 传真: _____

电子邮件: _____

请在下面方框内填写您对本刊广告中所感兴趣的广告服务项目的号码, 这个号码应与广告下方或附近所注的号码一致

[illegible]

14. 请您对本刊提出改进意见和建议:

CCMT2014 技术交流讲座内容简介

1. 题目：智能与未来——i5 智能数控系统带来的产业变革

主讲单位：沈阳机床（集团）有限责任公司

内容介绍：

目前全球的生产方式正发生着重大的变革，智能时代只有智能便捷的产品能够满足新形势下市场的前瞻性需求。而沈阳机床倾情打造的 i5 数控系统作为全智能化数控系统，将重点围绕机床全生命周期创新性地从操作智能化、编程智能化、加工智能化和管理智能化的角度做到真正的服务于用户。

本次技术交流会上沈阳机床将向您诠释 i5 数控系统的智能制造模式，并与您一同探讨智能制造的新未来。

公司展位号：N5-301

2. 题目：我们的精益变革之路

主讲单位：沈阳机床（集团）有限责任公司

内容介绍：

经济全球化趋势愈加显著的今天，找准制造业的发展趋势并迎头赶上显得十分紧迫。精益生产被认为是 21 世纪最先进的生产管理模式，这种强调以更少的人力，更少的空间，更少的投资和更短的时间，满足客户需求的业务管理方法，使其首创公司丰田汽车成为行业领袖，也惠及所有后来引进此模式的中外企业。

沈阳机床于 2007 年引入精益生产模式，7 年精益之路，是一个持续、漫长，从量变到质变的积攒，只有通过本次技术交流讲座，才能真正走近沈阳机床精益生产模式的精髓与核心。

公司展位号：N5-301

3. 题目：激光加工及增材制造（3D 打印）技术交流会

主讲单位：中国机床工具工业协会特种加工机床分会、中国机械工程学会特种加工分会

内容介绍：

- 激光加工技术国内外现状及发展趋势以及市场情况。

- 激光增材制造（3D 打印）技术现状及发展趋势和市场情况。

- 有关厂商的新产品、新技术介绍。

- 座谈交流。

公司展位号：E7 馆

4. 题目：808 系列数控系统在工业市场的整体解决方案

主讲单位：武汉华中数控股份有限公司

内容介绍：

- 808 系列新产品介绍

- 808 系列产品的应用案例

- 808 系列产品 2014 年推广计划

- 客户分享交流

公司展位号：N2-601

5. 题目：光洋数控系统全面提升高档数控机床精度和效能

主讲单位：大连光洋科技工程有限公司

内容介绍：

GNC62 是大连光洋在 GNC60/GNC61 总线开放式数控系统的基础上，对多方面技术改进和完善，研制的新一代高性能全功能型高档数控系统。GNC62 升级了 GNC60/61 的硬件，采用 intel i5 多核 CPU，同时继承了 GNC60/61 的软件体系结构，

继承了 GNC60/61 的多轴多通道控制能力,全面提升数控系统的五轴控制技术,提升了数控系统及伺服驱动的动态响应能力,提升了数控系统的几何误差补偿能力,增加了系统三维在线切削仿真和 GMDL 会话式编程引擎,拓展了系统的人机交互能力,提供了更为方便的对刀方式和刀尖点坐标显示,提供了更便于数控程序调试运行的手轮速度功能,进一步增强了数控系统的开放性,为用户自行定制和二次开发具有个性化的机床控制器提供便利。

GNC62 系统体系及附件概述; GNC62 系统插补功能; GNC62 系统五轴功能 (RTCP, 五轴插补、斜面加工); GNC62 系统在线测量功能; GNC62 系统补偿功能; GNC62 系统 GMDL 引擎; GNC62 系统组态; GNC62 系统 PLC 开发。

公司展位号: N2-502

6. 题目: 新一代高动态、高精度立式五轴车铣磨复合加工中心 VGW400/800-MTG

主讲单位: 大连科德数控有限公司

内容介绍:

重点介绍立式五轴车铣磨复合加工中心 VGW400/800-MTG。该产品设计采用封闭墙式支撑结构,全对称布局,双支撑摇篮结构,高精度电主轴,床身、底座采用具有良好吸震性能和低热膨胀系数的人造大理石材料,配套光纤总线式高档数控系统,支持五轴联动加工、双驱同步,具有车铣磨复合加工选项;支持全闭环控制、刀具测量、工件测量;具有优异的精度表现和 60m/min 的速度表现。介绍五轴型该类机成功应用于航空航天叶轮、叶盘、机匣类零件加工案例。

公司展位号: N2-502

7. 题目: 数控机床误差实时补偿系统及其应用

主讲单位: 上海交通大学

内容介绍:

数控机床误差实时补偿系统是上海睿涛信息科技有限公司和上海交通大学博士生导师杨建国教授的研究团队针对提升机床精度等级和精度稳

定性而开发的高科技产品。它帮助厂家以相对低廉的成本实现了①在车间温度和机床温度有较大变化的情况下,数控机床仍具有稳定的高精度;②大中型机床直线度精度的提高。

(1) 本产品主要针对客户的典型问题有: ①数控机床的定位精度在变化的车间温度和机床温度下没有保持性。在螺距误差补偿得到良好精度的情况下,由于加工车间环境温度的变化和机床运动引起的丝杠等运动副温度的变化,会导致机床定位精度变差。据实验可知,环境温度上升 5℃,机床丝杠温度上升 3℃,500mm 的工件尺寸偏差可达 40μm。随着环境温度和机床丝杠、光栅尺等核心部件的温度变化,机床精度没有保持性。②大中型数控机床直线度误差偏差较大。大中型龙门机床在加工长型工件时,如床身导轨面的精加工,其加工表面通常存在严重的直线度偏差,13m 长的工件其上母线直线度偏差可达 200μm 左右。③主轴热漂移误差。典型的是车床进行批量加工时,工件的尺寸(尤其是径向尺寸)无法保持在一个稳定的公差范围内。

(2) 数控机床热误差及直线度误差实时补偿系统的近期实际案例介绍: ①某航空件加工厂 3m 龙门的全温度场 3 轴定位误差实时补偿。②某机床生产厂 16m 龙门多方向直线度误差同步实时补偿,等等。

8. 题目: 集成全球先进制造技术与经验, 装备世界高端制造行业与企业

主讲单位: 杭州友佳精密机械有限公司

内容介绍:

友嘉实业成立于 1979 年,历经三十余年的经营发展成为由数控机床、PCB 机械、产业设备、绿能等四大事业群所组成企业集团。数控机床事业部历经发展已在全球拥有 26 大品牌,42 个数控机床生产基地。

2013 年 9 月 15 日,友嘉正式宣布斥资约 1 亿欧元收购了德国 MAG 集团旗下 5 家德国机床厂、1 家俄罗斯系统整合公司。至此,友嘉集团成为在德国、意大利、美国、俄罗斯、日本、韩国、中国大陆、中国台湾地区等 8 大国家和地区拥有生产基

地的企业，同时成为全球为数不多拥有从中端、中高端，高端到世界顶级完整产品线的机床制造企业。

友嘉集团数控机床产品包括中高端、高端、世界顶级立、卧式加工中心，五轴综合加工机床，立、卧式车床，龙门5轴、5面加工中心、各类镗铣床、磨床、柔性制造系统等，产品单价从50万人民币到超过1亿，服务于航空航天、新能源、工程机械、汽车制造、船舶、铁路、医疗、通讯、电子、模具等诸多行业和企业。

公司展位号：N4-201

9. 题目：最新的 FANUC 机器人及智能机械技术

主讲单位：北京发那科机电有限公司

内容介绍：

FANUC 最新的工厂自动化、机器人及智能机械的产品及技术，包括：

(1) 最新的高可靠性，高性价比的纳米 CNC——FANUC Oi / Oi Mate-MODEL D 系列，最适合于各种结构的加工中心、车床，以及磨床和冲床产品。

(2) 实现高速，高品位加工的纳米 CNC——FANUC 30i/31i/32i/35i MODEL B 系列，最适合于各种功能复杂、技术先进的高档车床和加工中心。其中的 31iB 系列是世界最高水平的高性能 FANUC CNC 中的核心机型。

(3) 具有高速，高响应的工业机械用 CNC——FANUC Power Motion i-MODEL A 系列，适用于一般工业机械的运动控制。

(4) 最新的电机及放大器产品，最新的伺服控制功能。

(5) 用于工厂自动化的最新的机器人技术。

(6) 最新的智能机械产品及技术。

公司展位号：N2-302

10. 题目：西门子全系列数控系统介绍

主讲单位：西门子（中国）有限公司

内容介绍：

西门子公司的全系列数控系统介绍。

公司展位号：N1-603

11. 题目：SINUMERIK MDynamics 铣削工艺包——助力实现完美加工表面

主讲单位：西门子（中国）有限公司

内容介绍：

SINUMERIK 840D sl 是西门子数控系统中的旗舰产品，能完美胜任各种应用需求。凭借西门子卓有口碑的专业经验和久经实践验证的 SINUMERIK 数控系统，SINUMERIK 840D sl 提供了丰富的新功能和完美的人机对话界面，是刀具和模具制造的理想解决方案。

本次讲座将邀请德国西门子模具应用专家主讲，针对五轴模具应用中的特点，重点介绍西门子 SINUMERIK 840D sl 系统中提供的新技术、新功能：

- SINUMERIK MDynamics (3 轴/5 轴) 铣削工艺包

- Advance Surface 精优曲面功能带来最佳的表面质量

- SINUMERIK Operate 人机交互界面

- ShopMill/programGUIDE 编程

- CYCLE800 在五轴加工中的应用

- TRAORI/ORISON 功能及应用

公司展位号：N1-603

12. 题目：生产制造中的全面过程控制技术及激光熔融金属快速成型制造技术（激光金属 3D 打印）的应用

主讲单位：雷尼绍（上海）贸易有限公司

内容介绍：

雷尼绍公司生产制造中的全过程控制技术及激光熔融金属快速成型制造技术（激光金属 3D 打印）应用介绍。

公司展位号：N1-701

13. 题目：海德汉最新数控及测量产品介绍及应用

主讲单位：约翰内斯·海德汉博士（中国）有限公司

内容介绍：

海德汉公司光栅尺、编码器和数控系统的最

新产品和应用介绍。

公司展位号：N1-002

14. 题目：斯凯孚机床解决方案和服务实力

主讲单位：斯凯孚（中国）销售有限公司

内容介绍：

- SKF 机床解决方案介绍
- SKF 中国服务能力介绍
- 为更好服务中国客户，SKF 加大中国市场投入——机床研发中心和平湖新工厂成立

- SKF 发布新产品

- SKF 发布新的机床行业轴承型录

15. 题目：蓝帜金工刀具在齿轮行业上的应用

主讲单位：南京蓝帜金属加工技术有限公司

内容介绍：

蓝帜金工将继续以高标准产品和服务，以及解决方案帮助用户优化加工解决方案，以保持持续的竞争力。比如 SpeedCore “速切王” 齿轮滚刀。新的 SpeedCore “速切王” 滚刀由一种具有更高耐热性、全新的切削材料制成的，并配以高性能的诸如 LMT Manosphere 纳米涂层。SpeedCore “速切王” 能够在干切削、高速滚切时依旧保持很好的性能，可以将原有切削速度至少提高 50%，切削效率提升 30% 以上。客户在无需增加额外投资的情况下，同等时间内大大提高产能，带来显著的效益。2013 年的汉诺威 EMO 展上，德国蓝帜金工总部也展出十几款创新刀具，尤其让人眼前一亮的是一款大模数内齿滚刀。在此之前，工程机械和风能行业中的大齿圈只能用铣齿加工，效率和精度都非常低。蓝帜金工全球第一次推出的大模数内齿滚刀，堪称是这个领域的一次变革，不仅帮助大齿圈加工实现了高精度加工，而且大大提升了加工效率，充分体现了蓝帜金工将提升产品竞争力作为第一要务的宗旨。

16. 题目：汽车机械加工的测量方案

主讲单位：业纳（上海）精密仪器设备有限公司

内容介绍：

业纳公司汽车机械加工测量方案介绍。

公司展位号：N1-514

17. 题目：2014 年三丰精密量仪的校正讲座

主讲单位：山善（上海）贸易有限公司

内容介绍：

2014 年三丰精密量仪的校正应用介绍。

公司展位号：N4-501

18. 题目：2014 空气净化-智能旋风分离器技术峰会

主讲单位：瑞文通风技术有限公司

内容介绍：

基于数十年在空气净化领域积累的丰富经验，德国瑞文 REVEN? 成功研发出机械式分离系统 X-CYCLONE? 智能旋风分离器?。该系统享有全球专利保护，并于 2012 年正式向国际市场推出。

该系统能最大程度地分离空气中飘散的 PM10 污染，比如油，乳化液，水蒸气，加工尾气以及细尘埃。系统为纯机械式，工作无需辅助能源，易清理，不带需定期更换的一次性部件。因此，其使用，操作和维护成本大大低于以往的空气净化设备。

典型应用领域包括机械制造的生产和加工过程，食品加工业，大型厨房和餐厅。经过数十年的不断优化和继续研发，X-CYCLONE? 作为 REVEN? 空气净化器的核心技术已成为高效、节能、可持续发展的方案。18 个月以来，不断有来自食品加工业的著名企业和机构采用瑞文技术。REVEN? 瑞文净化器已稳固占据牛奶加工业的空气净化市场。瑞文还成功进入新的行业，比如油气开采钻井平台的排放净化。同时，X-CYCLONE? 技术正越来越多地用于加工机床的冷却液和润滑剂分离领域。随着配有空气净化技术的加工机床出口到世界各地，我们的设备也成功立足于全球市场。

公司展位号：N1-411

19. 题目：IMTS-2014 年美国芝加哥国际机械制造技术展览会新闻发布会

主讲单位：美国机械制造技术协会

（下转第 84 页）

CCMT2014 展品预览 (三)

中国机床工具工业协会传媒部

大连机床集团有限责任公司

展位号: N2-201

DLA-20 数控车床

主机床身采用 40° 整体倾斜床身, 排屑方便, 刚度好。伺服主轴电机具有良好的机械特性, 8 倍的宽恒功率调速范围。主轴前端配有 3 套无间隙进口轴承, 终生免润滑。海德汉 0.001° 的编码器, 空套在主轴上确保 C 轴定位精度。高精度、高刚性的进口直线滚动导轨和丝杠。尾座导轨为镶钢导轨, 液压自动锁紧。12 工位进口动力刀塔, 缩短了换刀时间, 保证了切削加工的可靠性。独立的排屑冷却系统配置大流量的冷却泵和链式排屑装置, 为车削加工提供强制冷却和自动排屑。控制系统采用三菱 M70MAL 系统和 AC 交流伺服驱动。该车床能够对 $\phi 340\text{mm}$ 以内的轴类零件及 $\phi 430\text{mm}$ 以内的盘类零件进行各种车、铣、钻、镗的加工。



DXZD-0002M 柔性制造单元

近年来, 随着 3C 行业迅速发展, 市场对小型高速加工中心的需求不断增长。大连机床集团根据市场的需要, 针对新兴产业小型铝制品零件特点, 设计制造出以一台立式钻攻中心、一台雕铣机和日本三菱工业机器人组成的 DXZD-0002M 柔

性制造单元, 通过机器人实现从固定料架上料、下料, 除了钻孔和攻丝加工外, 还可以完成铣削、镗孔加工, 还可根据客户要求增加无序上料, 全面实现自动化。可实现从小的加工单元到规模的流水生产线的扩展。具有高智能化、高效率、高精度、高可靠性、高速特点。实现一人多机的高效率生产方式, 克服由于人为因素影响, 大幅提升产品合格率。

本加工单元适用于 3C 行业 (电脑产品: 电脑壳体、电脑硬盘等; 通讯产品-发射机壳体、散热器等; 消费类电子产品: 手机壳体、mp4 外壳、导航仪壳体等)、航空座椅类、医疗行业、灯具类、卫浴类、渔具钓具类等行业的轻金属类零件产品加工及小型铝制汽车零部件等。

INGERSOLL 850F 立式加工中心

该机床不仅适用于板类、盘类、壳体类、精密零件的加工, 而且适用于模具加工。零件经过一次装夹, 可完成铣、镗、钻、扩、铰、攻丝等多工序加工, 具有自动化程度高、可靠性强、操作简单、方便、宜人, 整体造型美观大方、机电一体化程度高等优点。



INGERSOLL-40H 卧式加工中心

广泛使用于军工、航天、汽车、模具、机械制造等行业的箱体零件、壳体零件、盘类零件、异形零件的加工，零件经一次装夹可自动完成四个面的铣、镗、钻、扩、铰、攻丝的多工序加工。

INGERSOLLER1270 立式加工中心

适用于板类、盘类、壳体类、精密零件的加工，而且适用于模具加工。零件一次装夹后可完成铣、镗、钻、扩、铰、攻丝等多工序加工，具有自动化程度高、可靠性强、操作简单、方便、宜人、整体造型美观大方、机电一体化程度高等优点。

HDSY-500 卧式加工中心

该机床将 Y 轴与工作台复合，X 轴与 Z 轴复合，主轴采用滑枕式结构，具有上下料高度可依据需求调整、排屑顺畅、易于实现模块化、结构紧凑、高速高效等特点。

该机床主要是用于汽车发动机缸体、缸盖、变速箱体等关键零部件的高效智能化加工中心及生产线成套设备，以提高汽车关键零部件生产效率和产品质量，替代进口产品，满足国内汽车行业需求。

DKX093 自动线

由 2 台 HDL63 和 1 台 HDL50 卧式加工中心单元通过桁架机械手连线。各主机配 A 轴或者 B 轴转台，用于对缸体的前后面、顶底面及进、排气面进行加工。



整线由机械手自动上、下料，缸体加工姿态机械手自动转换，各主机配备专用夹具，夹紧可靠，定位准确。各工位下料位分别带检测台。采用

上供装置及上排装置和集中冷却系统供液、过滤、加压供给主轴内冷，使加工线更加绿色、环保。

机床主轴功率大，可提高工件的金属切除率，缩加工节拍，特别是应用于铸铝合金工件加工；主轴转速升高，能够实现工件孔系的高效加工；主轴冷却改进为水冷却方式，更有效地降低了主轴定子和前端轴承的发热量，保证主轴回转跳动精度，满足工件加工精度要求。为机床配置的在线手动换刀装置可以在不影响机床工作的情况下，完成刀具交换任务，提高了机床自动化程度。

该自动线整体设计水平先进，可满足国内外汽车等行业零部件加工。

DGMA1320 工作台移动式定梁龙门数控加工中心机床

零件经一次性装夹后，可完成铣、镗、钻、扩、铰、攻丝等多工序加工，具有高效率、高精度、高刚性、高柔性等特点，适用于汽车、航空航天、冶金矿山、机床制造等行业的箱体类零件及杂形零件的加工。

DMG MORI

展位号：N1-201

NHC 系列高精度卧式加工中心

高刚性加工的 NHC4000/NHC5000 对各移动体实行轻量化，快速进给速度由以前的 50m/min 提高到 60m/min，提高了 20% 以上；通过 X 轴、Y 轴线性导轨配置在高位，实现了厚壁高刚性床身。此外，通过加大主轴轴承内径和缩短主轴端面到托盘中心的最短距离，实现更高刚性的加工。



NHC 系列卧式加工中心可进行从低速的铸件加工到高速的铝合金加工，满足以汽车产业为首的多种行业的广泛需求。

CTX 450 eoeline

延续了 ECOLINE 系列多年来的特点：成熟的技术、稳定的零件和最好的价格。相对它仅 4.9m² 的占地面积，它的宽敞加工区能加工复杂和大型工件。



它的技术亮点包括极高动态性能的伺服刀塔，可选配多达 12 位动力刀位，周期时间短，最大可加工 75mm 棒料的主轴，导轨间距大，直线导轨刚性好和定位精度高。

该类机床配置独一无二的 3D 数控系统是：SLIMline[®] 控制面板，配 SIEMENS 840D solutionline 的 Operate 4.5，HEIDENHAIN CNC PILOT 640 或 MITSUBISHI 的 MAPPS IV，还提供大量可选配功能，例如这台全新万能车床可配直接测量系统。

DMU50 5 轴数控万能铣削加工中心

开启了车间、培训、实验室以及工具、夹具和模具制造的新时代。该铣床所有轴和主轴均采用数字电机，快移速度高达 24m/min，加速度为 5m/s² 电主轴最高转速为 18000r/min 的，使 DMU50 具有更高的动态性能。除了标配的刚性工作台之外，还有带液压夹紧装置的摆动回转工作台和联动的电机动力可选工作台，使其两根加工轴发挥作用。以刚硬的带加强肋的铸架的先进滑盖作为基础，显著地提高了精度。



DMG ERGOLINE[®] Control

控制面板配有 19" 显示屏和带 3D 软件的最先进的控制技术，保证了高的加工速度、精度和可靠性。DMU50 为所有 5 面到 5 轴联动加工提供了理想和低成本入门方案。

DMG MORI CTX 车铣加工中心

DMG MORI CTX 系列车床以智能化的模块系统为基础，客户可根据其特定需求构建个性化的万能车床。它有丰富的选配，从配高速刀塔的单主轴卡盘到配副主轴和 Y 轴的完整加工。将在 CC-MT 展出的车铣复合加工中心 CTX beta 1250 TC 是 CTX 系列中代表性的产品，带车铣复合加工主轴。

加工业的热点之一是综合不同加工方式的复合加工技术。车铣复合加工中心的完整加工是其中重要的一种，而 CTX beta 1250 TC 提供市场上最好的特性。该系列中最紧凑的机型可加工的最大工件长度达 1250mm 和最大直径 390mm。超大规格和通透的加工区视线是这台人机友好机床的一部分，它为用户提供最佳操作舒适性。



济南二机床集团有限公司

展位号：E7-301

APM2040 翻板卧式加工中心

是济南二机床集团有限公司根据国家数控专项的要求同时结合市场需求而研制开发的高速、高效加工中心（重大专项编号：2013ZX0401011）。

APM2040 是国内首台翻板卧式加工中心，填补了国内空白，形成自主知识产权的技术成果，为大型航空结构件提供整体解决方案。

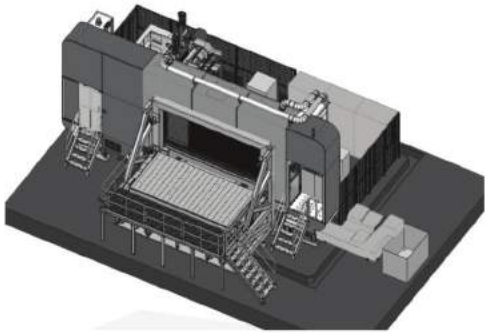
针对大型航空结构件卧式加工工艺及设备需求，研制大型翻板卧式加工中心，掌握翻板卧式加工中心及翻板工作台定位夹紧技术；基于国产数控系统的毛坯测量与加工余量分析技术和接触式原位检测技术、大型航空整体结构件的加工工

艺等核心技术，并进行生产试验验证。在课题中，对国产数控系统、滚珠丝杠、直线导轨、刀库等国产功能部件进行应用验证。

研究航空结构件加工工艺（加工工艺方案、参数，加工程序，工装，刀具及工件检测等）；研究机床总体布局；研究机床关键结构，研究工作台翻转机构和大排屑量排屑装置，对关键部件引入可靠性设计理念；基于数字化样机，开展整机结构动静刚度及优化设计技术、切削热变形及补偿技术研究；研究毛坯测量与加工余量分析系统、接触式零件原位检测系统；针对性进行国产数控系统功能试验研究，为用户提供相关大型航空结构件加工整体解决方案。

机床采用“立柱移动式”的主机结构：立柱沿 X 轴方向移动，采用高刚性直线滚柱导轨，双电机、双齿轮-齿条消除传动，海德汉精密光栅尺实现全闭环位置反馈。

主轴箱沿 Y 轴方向移动，采用高刚性直线滚柱导轨，精密双丝杠重心驱动，采用两套海德汉精密光栅尺实现全闭环位置反馈；滑枕沿 Z 轴前后水平移动，采用高刚性直线滚柱导轨，精密滚珠丝杠传动，海德汉精密光栅尺实现全闭环位置反馈；可 90° 翻转的大型翻板工作台，通过两对液压油缸实现翻板工作台翻转，翻板台翻转到位后采用楔块定位、液压夹紧，防松钩锁的设计确保翻板台更加安全，实现零件在水平位置装夹、在垂直位置加工，便于切屑快速排除。



数控系统采用西门子 840DSL 数控系统及 S120 全数字交流伺服系统，配有最新 PCU50 人机界面，采用 Windows XP 操作系统，可汉语和英语两种文字动态切换，操作灵活、方便，人机界面友好。

机床所有大件均采用焊接结构件，以提高机

床刚性，同时降低移动部件重量；主轴采用高速、大功率电主轴，实现高速高效加工，滑枕采用钢板焊接件；毛坯测量与加工余量分析系统和接触式原位检测系统，实现毛坯的虚拟划线和零件的在线检测；Y 轴平衡采用液压平衡，液压缸与蓄能器相联，由蓄能器提供平衡压力，无需专门的液压站，简化了液压系统的机构，降低能耗。

机床配置 40 把 HSK-A63 的链式刀库；采用大排量链板式排屑器满足机床高金属切除率的需求；整机加工区域采用全封闭防护罩，防止切屑与切削液的飞溅。

该机床主要应用于航空领域大型铝合金结构件的高速、高效加工。配备双摆角数控万能铣头可以实现零件复杂型面的精加工。

宁波海天精工股份有限公司

展台号：E6-501

GU 系列龙门立式加工中心

该机床是海天精工集多年合作研发、生产经验后，开发的一款高效高精度大扭矩的立式加工中心，可广泛应用于汽车、内燃机、航空航天、家电、模具、通用机械等行业。

该系列机床采用经优化设计的横梁和立柱截面，提升了龙门框架本身的刚性。刚性强、动态特性佳，热稳定性好。高性能主轴采用齿轮两档变速，既能够提供重切削所需的低速高扭矩，同时还具备以较高的转速进行表面精加工的能力；主轴冷却采用无氟环保型恒温系统，提高了主轴的热稳定性，避免因主轴热变形给零件加工带来的不良影响；轴与主电机用弹性联轴器直联，主电机的热量不易传递到主轴箱，提高了主轴箱的热稳



定性；主轴轴承采用脂润滑，齿轮采用独立循环的稀油润滑，保证在无极变速情况下润滑可靠；前后轴承为独立的锁紧螺母定位，避免长隔套在温度变化时产生的热胀冷缩对主轴精度及性能的影响；打刀缸采用液压打刀，蝶形弹簧复位，轴承支撑结构，先进可靠；主轴端上有可调节方向的喷嘴，对加工部位全方位地供应切屑液，提高切削质量。

采用4个方向均具有相同额定载荷的高刚性线轨，在经过预紧处理后，可确保滑动表面之间无间隙，以有效提升机床的精度和稳定性。

本系列机内采用双螺杆布置的螺旋排屑器，可有效地将机床内部的切屑自动推送至位于机床前侧的排放口。排放口下方可选配履带式排屑器，将掉落在上面的切屑顺利地提升到集屑车中，从而增加可用切削时间，增加了投资报酬率。

针对客户的不同特点，可选配刀具中心冷却功能、ATC 机械手式刀库、工件自动测量、刀具自动测量、4轴联动加工等。

HU500 卧式加工中心

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

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



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

哈斯数控机械（上海）有限公司

展位号：N1-300

DS-30SSY 双主轴车削中心

配备双轴传感器既精准又可靠，能将双轴车削与Y轴、C轴和动力刀结合在一起，为不同客户创造强大的“done-in-one”解决方案。第二主轴能够实现完全同步车削，并在加工过程中快速传递工件，以此缩短加工循环时间。



使用DS-30SSY能够一次性完成车削、铣削和钻孔等一系列操作，加工好的工件也会自动掉落在接料器中。由于车、铣操作使用一台机床就能全部解决，大大节省了时间。同时DS-30S系列Y轴车削中心还能够进行偏心铣削、钻孔和攻丝加工，标准配置了高扭矩动力刀和伺服驱动的C轴，具备4轴加工能力，是需要双主轴车削加工中心者的最佳选择。

Alfing Kessler Sondermaschinen GmbH

展台号：N1-824

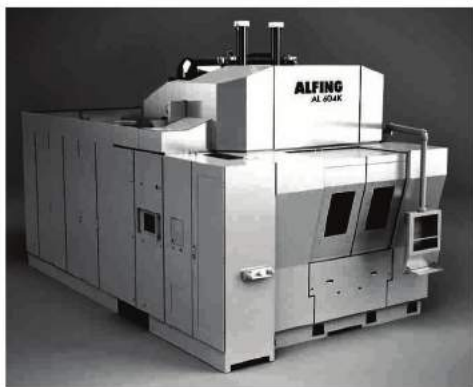
AL6 多主轴加工中心

全新设计的AL6系列多主轴加工中心标配高运动性滚珠丝杠，不论是钢件的强力切削、还是铝件的高速加工，均能轻松应对。另可选配直线电机作为驱动方式，满足超高速加工的需求。主轴方面则有双主轴及四主轴型式可供选择：双主轴型式主轴间距600mm、四主轴型式主轴间距200mm。

刀库可存放大直径及超长刀具；灵活上下料

方式：前方或上方；钢板水泥复合结构，减震效果极佳；可选配含立柱及前置床身温度调节功能的高精度包；装夹桥更换时间 < 8min；可根据加工任务选择滚珠丝杠或线性电机驱动方式。

双主轴型式适合变速箱、离合器或缸盖等铝件的加工，也可加工刹车钳、转向节等钢件。四主轴型式则适合加工连杆等小型工件。



AM3/AM4 模块式机床

该机床是连杆加工的全新形式。它采用将多列刀具主轴布局在加工区域，通过工件夹持轴将工件送至各个刀具主轴上进行加工的新颖加工方式，最大限度地压缩了非加工时间，大大提高了生产效率，其换刀（屑-屑）时间仅相当于工件从一列主轴移动至另一列主轴的时间，即不到 1s。用户根据加工内容，可在加工区域的两侧及顶部灵活配备刀具主轴。此外配备了静压轴承的工件夹持轴，因其永不磨损的特性在提高了加工精度的同时，还大大降低了机床的维护成本。



新颖的加工方式，屑-屑时间小于 1s；一次装夹可完成连杆粗加工和螺栓孔加工或完全加工；工件夹持轴采用静压轴承，永无磨损，维护费用低廉；超大窗口设计，可清晰观察加工过程；占地

面积小，节约车间空间；整体式紧凑型设计，安装就位简便快捷。

该系列机床适用于乘用车及商用车用连杆粗加工、半精加工及精加工。

青海华鼎重型机床有限责任公司

展位号：N2-202

C8132C-1 数控车轴车床

机床采用全防护一体化卧式斜置（45°）整体床身的布局形式，先进的运动和动力参数，高效的结构配置，使机床具有高刚性、高速度、高性能的特点，可满足用户高效高精加工的需求。刀架和数控系统可根据用户的需求配置。主要适用于铁路机、客、货车车轴的粗、精加工（卡盘、拨盘）。

CHG61250 × 6/40 卧式车铣复合机床

主要用于加工各种轴类零件外圆柱表面、异形曲面、锥面、螺纹、键槽、端面等，具备车、铣、镗、钻等功能，充分体现重型卧车复合、高精、高速的特点。本机床主传动和 Z 轴传动均采用双电机驱动模式；主轴具备 C 轴功能；拖板移动导轨为直线滚动导轨；刀架选用八工位动力刀塔。

青海一机数控机床有限责任公司

展位号：N2-202

HMC100S 卧式加工中心

底座采用了国际流行的 T 型厚壁箱型结构，这种结构不仅能够加强底座本身的刚性，还能将温度变化产生的变形控制在最小范围，长时间保持高精度，也增强了导轨的刚性，底座内壁布置了相当数量的隔板，从而进一步增强了底座的刚性，保证了刚性的持久性。

底座上呈 T 型分布着 X 向和 Z 向导轨，均采用高刚性、高精度、稀油集中润滑式的圆柱滚子直线导轨，具有精度高、刚性好、寿命长、精度保持性好等特点。

立柱采用双柱封闭框架式结构，空腔内设置有较高的纵向和横向环形筋。这样，提高了立柱的抗扭刚度。

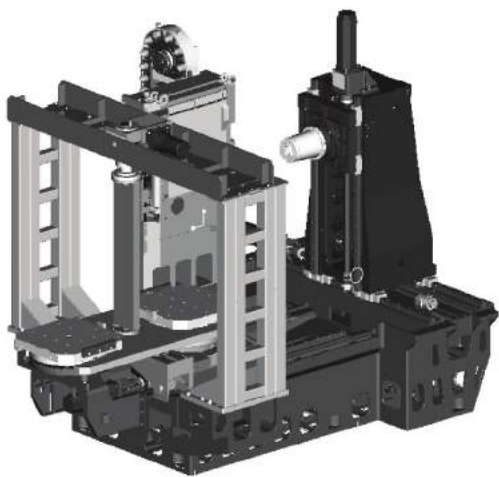
滑鞍采用圆柱滚子直线导轨，不仅可以提高刚性和精度，而且改善了机床的导轨动静摩擦特性，大大提高了抗爬行能力。

分度工作台的回转运动是由交流伺服电机通过齿轮副及齿轮副带动回转台及上齿盘组件实现工作台的回转，工作台回转位置精度由高精度端齿盘保证。

主轴箱配有主轴套筒恒温循环冷却系统，有效地控制了主轴长时间或高速运转引发的温升，以保障机床高精度及主轴长期运行。

HMC63 型卧式加工中心机床

总体布局采用国际流行的“T”型结构，刚性足、精度保持性好且结构紧凑、占地面积小、加工范围大。主轴采用两档齿轮变速，最高转速为 4500r/min，主轴最大输出扭矩为 524N·m。可以满足强力切削。工作台采用端齿盘（1°×360）定位，支撑面积较大，支撑刚性好，承载大，定位精度高。三向进给均采用自润滑滚柱型滚动导轨支撑，承载性能好，免维护。进给驱动选用大惯量交流伺服电机、高精度联轴器。丝杠采用自润滑中空油冷却滚珠丝杠副及预拉伸处理，移动速度快，精度保持性高。一体化刀库机械手快速换刀装置；独特的重刀可变速功能。

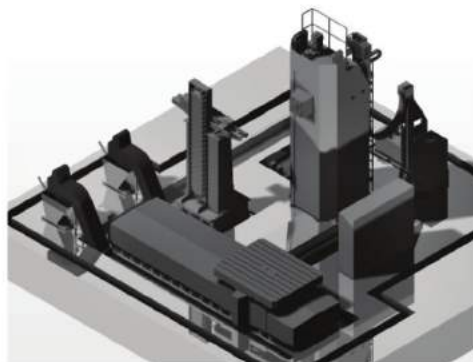


机床的机械手在换刀过程中将主轴松、拉刀通过凸轮联动实现快速换刀（换刀时间：2.5s）。直接回转式凸轮驱动快速工作台交换装置，保证了工件交换时平稳、可靠、快速。工作台交换采用液压抬起、弧面凸轮控制旋转运动实现快速交换（交换时间 12.5s）。

苏州江源精密机械有限公司

TH6216 卧式镗铣加工中心

主体结构为国际流行的倒 T 型动柱式高刚性大扭矩结构。该机床前后两个床身采用分体式结构，均采用整体封闭箱式结构，周边都设计有防屑、防水的倒流槽装置，配有排屑装置。工作台支撑采用静压导轨支撑结构，增大承受重量，消除齿轮传动，消除反向间隙。立柱采用框架封闭式结构。前后四导轨结构提高了主轴的刚度。平衡油缸结构使主轴上下移动更加平稳快速。主轴箱安装在立柱中央位置，具有热对称性及机械对称性，更能保证加工精度的要求，具有伸缩镗杆结构即 W 轴，采用机械两档变速，进口镗杆及轴承并通过油气润滑系统保证高速高精要求及热稳定性，可配各种附件头，扩展加工范围。



北京广宇大成数控机床有限公司

展位号：N5-705

摇篮式五轴联动加工中心

该机床的 C 轴为水平回转工作台，A 轴为围绕 X 轴的摆动轴，X 轴为主轴头纵向移动轴，Y 轴为主轴头前后移动轴，Z 轴为主轴头升降轴；各直线轴导轨为滚柱直线导轨，传动机构为伺服电机与高速静音滚珠丝杠直连，光栅尺闭环控制；A、C 轴导轨为三面闭式静压导轨，内装式力矩电机直接驱动，高精度角度编码器闭环控制；刀具主轴为电主轴。

该机床采用专利技术的复合式摇篮转台，具有高精度、高刚性。“三面静压闭式导轨高速、精密数控回转工作台”是一种全新结构的、完全自

主产权的全静压数控转台，目前已成功应用于五轴联动加工中心，并完成飞机发动机的叶轮加工。

该机床采用的“三面静压闭式导轨高速、精密数控回转台”，是A—B轴全部采用静压技术完成的A—B轴复合结构（摇篮式）转台。该转台具有高回转精度、高定位精度、高速度、重承载能力和低噪声的特点。该转台集力矩电机直驱式A、B轴复合转台设计制造技术、力矩电机及驱动器的设计制造技术/双轴复合转台的检测方法等核心技术为一体，具有创新性和实用性。该五轴加工中心成功实现了五轴联动叶轮加工及复杂箱体一次装夹加工，可以替代进口设备。

高精度数控立式磨床

一次装夹可以完成内孔、外圆、端面磨削功能。砂轮主轴采用专利的中间止推液体动静压油膜轴承，具有刚度好、回转精度高（径向与轴向跳动均小于0.001mm）的特点。两主轴的转速均可实现无级调整。工作台为三面闭式静压工作转台（发明专利产品），具有高回转精度、高承载能力等特点。轴向与径向跳动均小于0.0015mm。工作台带T型槽，并安装电磁吸盘，更换零件只须调整支承位置，装夹及调整零件方便。工作台的驱动为内置西门子大功率力矩电机直接驱动，并具有分度功能。机床具有足够的刚性、稳定性。活动安全防护设计、便于操作及装卸工件，保证周围环境，配电箱防护连锁。特殊设计结构保证了整体机床无漏油，无污染，具有绿色环保性。

该机床适合轴承内外圈加工、环类/盘类/套筒类零件的加工及小批量、多品种生产线中的粗磨、半精磨、精磨等工序的加工。

齐重数控装备股份有限公司

展位号：N2-501

SVTM200 × 16/12L-MC 高精度单柱立式车铣加工中心

工作台采用滚动导轨结构，径向采用高精度双列圆柱滚子轴承定心，轴向采用高精度推力滚子轴承作为滚动导轨，提高了工作台使用寿命和精度；可移动C轴实现工作台的高精度进给；工作台传动齿轮与轴承润滑经过冷却装置供油至各

部位，降低温升，减少热变形；配有新型铣削刀架，滑枕内镶铣削主轴实现高速铣削，滑枕下端装有角油缸夹紧体，满足机床重载车削；配有整机防护罩和冷却液及切屑的自动回收功能，实现机床绿色制造。

机床适用于军工、航空航天、能源、汽车等行业回转类零件的高精度，高效率车、铣、钻加工。

机床动静态刚度高，尤其适合重载、高速切削。

HDVTM160 × 10/8L-MC 高精度立式铣车复合加工中心

为高精度、高效率、高复合产品，具有七轴（X、Y、Z、W、A、C、C'）五联动功能。

工作台采用高精度全滚动导轨副，工作台端、径跳达0.003mm；双伺服主轴电机驱动，实现车削双驱功能及C轴主从控制功能，C轴定位精度达4"；横梁升降（W轴）采用静压导轨及双伺服同步控制，定位精度达0.01mm；X、Y轴采用高精度直线导轨，伺服电机直联驱动，重复定位精度达0.003mm；Z轴采用高精度滚动导轨，伺服电机直联驱动，重复定位精度达0.003mm；配置高精度摆角铣头，实现A、C'轴伺服驱动，A、C'轴定位精度达5"。

机床适用于军工、航空航天、造船、汽车等行业复杂平面、曲面零件的高精度、高效率加工。

无锡泰诺工具有限公司

展位号：N3-916

HTM- II 数控滚刀铲齿车床

采用镭纳克 G-SPEED NC U3 数控系统，三轴联动，电子凸轮，马鞍型床身，X轴使用直线电机和高精度光栅，C轴采用大模数消隙蜗轮副和伺服电机。本产品具有高效精度的特点，是取代传统铲齿车床的最佳选择。

其结构为马鞍型床身，布局合理。直线轴全部采用直线重载导轨，C轴采用大模数消隙蜗轮副，保证高刚性。技术特点：①X轴使用直线电机和高精度光栅，保证高响应速度，减少机械误差，提高机床精度。②数控系统采用镭纳克 G-SPEED NC U3 系统，全中文界面，操作简便，6轴3联

动，并具有电子齿轮、电子凸轮、手轮偏置等专有功能。③加工效率高，最快铲齿速度达到每秒8次，平均加工一件滚刀不到20min。④精度高，表面光洁度好，没有拉伤，可以大大缩短成品磨削时间。



本产品适用于螺纹升角 $\leq 15^\circ$ 、0.6~6模数各类高速钢滚刀的热处理前粗加工，或各类精铲滚刀的热处理前精加工。

HGM-III数控铲磨床

采用铼纳克 G-SPEED NC U3 数控系统，其中分度轴采用台湾上银的 DD 马达，进给和铲背采用沙迪克的直线电机，并配上发格直线光栅，全闭环设计。在传动机构上采用 THK 的滚动导轨和滚珠丝杠，机床全密封设计，加高压油冷却设备。自主研发的 GPM 砂轮修形软件，自动修砂轮，电子凸轮和电子齿轮，并具有自动扳螺纹升角，液压尾座等功能。是加工 0.6~6 模数各类滚刀的理想机床。

机床采用品字型床身，布局合理。全直线导轨保证了高刚性和高响应速度。

技术特点：

(1) 直线轴全部使用直线电机和高精度光栅，减少机械误差，提高机床精度。

(2) 全闭环设计。

(3) 数控系统采用铼纳克 G-SPEED NC U3 系统，全中文界面，操作简便，6轴3联动，并具有电子齿轮、电子凸轮、手轮偏置等专有功能。

(4) 自主开发的砂轮修形软件，一次修形合格率达70%以上。

(5) 修砂轮机构采用电主轴和金刚石滚轮，有效提高产品光洁度。



(6) 采用最先进的滤芯过滤系统，切削液过滤精度达 $1\mu\text{m}$ ，并且没有耗材。

(7) 最新开发硬质合金滚刀粗、精加工功能，加工效率精度高。

本产品适合加工 0.6~6 模数各类滚刀，外径 $\leq 200\text{mm}$ ，总长 $\leq 600\text{mm}$ ，有效长度 $\leq 350\text{mm}$ ，螺纹升角 $\leq 10^\circ$ 。

本溪世恒机床有限责任公司

展位号：E7-815

ZB28-12.5B 滚丝机

主要用于滚压各种精密外螺纹、梯形螺纹及蜗杆，也可对工件进行矫直、滚光、滚纹等成形滚压加工。用4级精度的滚丝轮进行滚压，滚压后的螺纹可达到国家标准规定的4级精度。

滚丝机是冷滚压成形无屑加工制件的高效自动锻压机床。冷滚压成形工艺具有加工精度高，生产效率高，节约材料，提高工件强度，操作简便等特点。

滚丝机广泛用于标准件、汽车、摩托车、铁路、煤矿、石化、建筑等行业的机械制造。

广州机床厂有限公司

展位号：N3-815

G-240 系列全功能数控车床（带自动上下料机械手）

采用整体床身，加高式底座结构，极大提高整机刚性复合式床身结构，油水分离，双重防水灵活尾座配置形式，满足不同需求，具备侧或后排屑方式供选择。该机特别适合于汽车、模具、航

空航天、军工、五金等各种机械加工领域的需求柔性制造线。

四川深扬数控机械有限公司

展位号：E7-605

CTM40 五轴联动全智能型中走丝线切割机床

该机床是五轴联动全智能型中走丝线切割机床，采用全闭环自适应 AC 伺服张力控制系统（中国首创，重大技术突破）。该系统是第四代中走丝机床的标志性核心技术，完全实现了对运行中的电极丝进行动态精确监测，以及加工区域电极丝张力的自适应修正及补偿功能。电极丝运行出现保养异常时，系统自动停机并报警提示。率先突破变张力多次切割技术（中国首创，完全自主知识产权）在多次切割时系统根据数据库指令，在每次切割时自动实现对运行中的电极丝进行不同张力值的恒量控制。此外，该机还配置了多 CPU 智能专家控制系统、电极丝智能张力控制系统和电极丝刀库化控制系统。



多 CPU 智能专家控制系统：只需输入“材料”“厚度”“粗糙度”，智能专家控制系统即可为您实现完全智能化的高精度加工；电极丝智能张力控制系统是目前中国唯一拥有的最先进、最精确的电极丝张力控制系统，能够对电极丝进行适时精确控制，张力动态精度可达 0.2n/0.5s（在每 0.5s 内灵敏度达到 20g），国际领先；电极丝刀库化控制系统运用全数字控制技术，对电极丝的直径实现有效控制，使精加工时的电极丝直径恒定不变。该机适用于模具、航空、航天、兵器零件的精加工等。

黄山皖南机床有限公司

展位号：E6-902

XK6132 数控铣床

该机床是在 X6132 万能铣床的床身基础上进行升降台优化设计三坐标三联动经济型数控铣床，属用途广泛的多功能、高精度、可靠性数字控制机床。

主传动轴采用集中孔盘变速操作齿轮传动；三个进给方向采用同步带轮与伺服电机驱动。本机床三个方向导轨副均有贴塑耐磨措施，精度保持性高，寿命长。



机床具有足够的强度和刚度，导轨副淬火处理，贴塑配置，精度保持性高，寿命长。机床有 18 级主轴变速，变速采用孔盘式集中变速机构，变速范围广，使用方便。主轴采用摆线泵实行集中润滑，进给传动采用阻尼自动润滑方式。操纵台与电机柜采用分体式，悬臂式操纵台能左右自由转动角度，操作方便。工作台 X 轴采用大导程滚珠丝杠，使工作台在快速移动时，降低丝杠转速，控制温升及噪声。

机床配置国内外品牌数控系统，也可根据用户要求配置数控系统，可以进行铣、钻、镗、铰、镗等多道工序加工。如加工各种平面、斜面、螺旋面、沟槽、弧形槽、齿轮和花键轴，以及内腔铣削等各种制造业成批生产，适用于工、夹、模具制造业以及教学的理想设备。

HMC500 卧式加工中心

主轴具有高刚性结构，可进行高精度的切削加工。立柱“门式”框型整体结构，刚性好，主

轴中心线与立柱两导轨中心线在同一平面，主轴系统变形小，加工精度高。三轴滚珠螺杆采用了预拉伸结构，使三轴具有较好的动态刚度。三个直线坐标均为滚柱导轨，使机床高速进给时震动小，低速进给时无爬动，并且有很高的精度持久性。三轴滚珠螺杆和伺服马达直接传动，无传动累积差，重复及定位精度高。自动换刀结构，换刀迅速，动作稳定。工作台可自动回转，自动夹紧、松开，定位精度高。机床设计采用了机电一体化结构，电器控制柜、气动装置都安装在机体上，减少了占地面积，简化了搬运和安装。机床所有零部件和各种计量单位全部符合国际单位（SI）标准，并配有自动螺旋式排屑机构及外置链板式排屑机和积屑小车。



该机床适合于各种箱体、模具、盘类和板类等复杂零件的铣、钻、镗、铰、攻丝及两维、三维曲面、斜面的准确加工，并具有自动选刀、换刀功能，可自动连续完成多道加工工序。

武汉格威机械有限责任公司

展位号：N2-802

YK51500 数控插齿机

为国内首台 5m 数控插齿机，机床采用西门子 828D 数控系统，机床主轴（SP 轴）、工作台（B 轴）、刀架（C 轴）、径向进给（Y 轴）均采用高性能交流伺服驱动，其中 B、C、Y 可以进行联动控制，为四轴三联动高档数控机床。

机床的主要特点如下：

（1）机床总体结构为纵向布局，立柱移动实现径向进给。机床设置有双层进给导轨，上、下两层导轨可分别作径向移动，确保在机床加工范围

内加工均具有很好的结构刚性，有利于提高加工效率和工件加工精度并扩展了机床加工范围。

（2）工作台采用恒流静压轴承定心并设置有卸荷导轨，保证机床能在重载下保持良好的刚性和定心精度，精度保持性好，工作稳定可靠。

（3）机床依据人机工程学原理进行设计，各种管线布局合理美观，操作方便、舒适、安全、可靠，机床整体具有良好的外观。



最大齿轮加工直径可达到 6000mm；四轴三联动控制，采用恒流静压技术；加工软件设计完善，人机交互方便，可任意设置加工参数；刚性好；立柱移动进给，双层进给导轨结构。

该机床适用于加工大型内、外直齿圆柱齿轮，特别适合冶金、风电、回转支承、工程机械、矿山机械等行业在加工大型齿轮、齿圈时使用。

济南四机数控机床有限公司

展位号：N5-702

MK1320A/3X500 数控外圆磨床

采用广州数控三轴联动系统，并配置广州数控工业机器人，可实现加工的全自动化。机床头架采用伺服电机控制，并有准停开关，保证工件准确停止位置。尾架采用本公司专用技术的大行程尾架，保证机器人装卸工件方便，拓宽了加工工件长度范围，适用于电机轴、汽车齿轮轴等零件的加工。

MKS1650X2000 数控高速端面外圆磨床

采用 FANUC 两轴数控系统。机床工作台和横进的进给移动均采用日本 THK 滚珠丝杆。横进进给导轨采用 SCHEEBERGER 直线导轨；砂轮架是

本公司独有技术的动静压轴承；机床配置量仪实现磨削过程的全闭环控制。机床采用全封闭结构，环保安全。高速、高效、高精、柔性、环保、安全、高性价比，适用于火车机车轴、工程机械液压轴、船用曲轴、重型卡车后桥等零件的加工。

秦川机床集团有限公司

展位号：N2-301

YK7230A 数控蜗杆砂轮磨齿机

该机床是一种全新结构的高精度齿轮磨床，其核心是通过全新的结构布局，先进的传动技术和驱动技术，配以完善的自动对刀技术、自动上下料技术、高速磨削技术，使该机床的整机性能提升到一个新的水平，大幅度提高机床的磨削效率。

机床采用立式布局，简化了机床结构，提高了稳定性，降低了成本。该机床结构类似于滚齿机结构，砂轮修整器置于工件立柱之上。这种结构布局的优越性体现在两个方面：一是从原理上解决了砂轮同相位磨削同相位修整的问题，有利于提高机床的磨削精度。二是工件主轴固定在床身之上，彻底解决了旧机型工件架刚性不足的固疾，有利于提高机床磨削精度的稳定性。新结构布局同时简化了机床结构，提高了稳定性，降低了成本。该机床的磨削过程是利用五个伺服轴（B、C、X、Y、Z）的联动来实现的，砂轮的全自动数控修整利用了机床磨削主运动三个伺服轴（B、X、Y），与旧机型相比，减少了两个伺服轴（U、V）。



砂轮主轴采用自行设计的电主轴结构，选用SIMENS内置式同步主轴电机驱动，定、转子均采用强制循环冷却，功率15.5kW，最高转速

3500r/min。砂轮法兰与主轴结合采用短锥定心、端面定位结构，同时具有内置式动平衡装置。新型的结构砂轮主轴既缩小了机床外形尺寸，又提高了主轴的磨削刚性以及热平衡特性和动平衡特性，有效地保证了机床的磨削质量。

工件主轴采用最新的直接驱动技术（Direct Drive），省去了中间环节——齿轮传动，减少了误差来源，有利于提高工件主轴的驱动刚度和动态响应速度，也提高了机床的磨削精度和稳定性。

YK7340A 成形砂轮磨齿机

是一种用于高精度齿轮加工的精密金属磨削机床，将砂轮轴截面截形修整为与齿轮齿槽相应的截面，进行成形磨削加工。



机床具有自动对刀及在机测量功能，动作及操作简单，可采用深切缓进给磨削方式进行加工，具有加工精度高、效率高、可靠性及稳定性高、自动化操作程度高、加工对象种类多、齿轮修形灵活等特点。机床采用卧式布局，五轴三联动。直线运动导轨采用滚柱直线导轨。

磨削主轴为Siemens 1FE1内置同步电机，最大使用功率25kW。

机床大小两档砂轮换装方便，采用高精度修整器修整。在软件方面，开发了包括磨削计算、参数化界面、齿轮常用数据库、自动对刀、在机测量等系列功能的程序包。程序界面友好，操作简单，用户使用方便快捷。

YK72150 数控磨齿机

该机床是重大专项2011ZX04003-031“高效、精密齿轮齿圈磨齿机”课题的研发产品，是公司自主研发的新一代大规格复合型磨齿机，具有连续展成和成形法磨削功能。对于多齿数、小模数（最大14mm）的齿轮齿圈采用高效的连续展成法

磨削，极大地提高了生产效率，对于大模数、少齿数的齿轮采用成形法磨削，提高磨削精度。加工直径最大可达 1500mm，是世界上最大的蜗杆砂轮磨齿机，填补了我国蜗杆砂轮磨齿机的空白，适用于船舶、机车、风电核电、石油化工、冶金矿山、军工、机床等行业对高精度齿轮齿圈的精密加工。



朝阳博文机床有限公司(朝阳机床厂)

展位号：N5-918

MK72600 数控磨头移动式立轴距台平面磨床

采用数控系统控制，可进行自动控制磨削进给，自动控制磨削周期，操作站具有显示屏，可进行程序编制和更改，可以根据不同工件进行编程控制，具有电子手轮，可实现手动操作。此机床具有磨削效率高（与传统平面磨床相对比），占地面积小等优点，是新一代的平面磨床。数控立轴距台平面磨床采用立式结构布局，配立式磨头一套，电磁吸盘固定在床身上，磨头移动由伺服电机驱动，通过齿轮齿条沿床身导轨移动，可磨削平面，广泛应用于造纸印刷、橡胶、木材加工、塑料制品、冶金轧板等行业。

M72500 磨头移动式立轴距台平面磨床

该机床采用台达 PLC 控制，Z 轴伺服驱动，磨头上配有操作按键，以控制磨削周期、Z 轴数码显示、往复和缓进磨削。

该机床占地面积小，矩形工作台两侧有导轨防护，防止工件飞出伤人。

该机床适用于木材加工、造纸印刷、塑料制品、橡胶、冶金轧板等行业修磨刀具刀片。



金华市纳百川机械有限公司

展位号：N5-906

NBS2000CNC5 数控拉刀刃磨床

专业刃磨直径 100mm × 2000mm 圆拉刀前刃面，150mm × 1800mm 平拉刀和斜拉刀前刃面。机床是采用德国 SIEMENS 840Dsl 系统控制的五轴数控拉刀刃磨床。其结构新颖美观，功能完备，手动上下工件，自动刀具检测，全自动磨削。机床数控回转轴使用进口蜗轮蜗杆，保证了回转角度精确和重复定位精度，分别达到 0.015° 和 0.01°。机床配备砂轮修整器（金刚石笔修整），可根据拉刀沟型对刚玉砂轮进行数控两联动成形修整。机床还可采用 CBN 砂轮成型修磨，精度好，效率高。机床还可自动测量工件和砂轮修整器的位置，实现对需修磨拉刀的自动测量、修磨，砂轮自动精确修整、补偿等功能，提高加工的精度和效率。专用拉刀磨削的磨削程序采用变量编程方式，测头自动测量出工件参数，数控系统完成全自动的磨削工作循环，操作简单、实用，使得拉刀的磨削精度稳定可靠。经本机床磨削出的拉刀容屑槽形状为加长齿型，磨削形状精度可以达到 0.01mm。前角面跳动可达 0.005mm。真正意义上通过刃口修正达到延长刀具寿命，降低刀具成本的目的，更重要的是实现操作简便，精度稳定。

机床为全封闭湿磨，配置静电吸雾装置。机床采用 CBN 砂轮端面干涉修磨，配以国外主流加工工艺，磨削拉刀精度好，效率高。同时机床还配置有马波斯测头，满足对不同拉刀的自动测量要求，提高加工的精度和效率。

本机床主要用于刃磨各种圆拉刀、直槽平拉刀，斜槽平拉刀，键槽拉刀前刃面刃磨。



丹东富田精工机械有限公司

展位号: N3-751

CKA15-F2 数控车床

该机床是为满足小直径零件的精密加工而研发设计的机床,全部采用 FANUC 免维护伺服电机,具有体积小、行程大、主轴转速高、高精度进给、易操作、易维护、排屑顺畅等优点。机床标准配置主轴 Cs 轮廓监控功能,搭配不同的铣削动力头,可以实现高精度主轴定位、端面侧面铣削钻孔、异型部件等精密加工。



宁夏银川大河数控机床有限公司

展位号: N5-101

2MK2218YS 高档珩磨机床

通过原理上的原始创新,成功将数控系统的数字控制轴与线性机械液压伺服系统相结合,构成一种全新的珩磨机床主轴往复随动数字控制装置。与国外知名厂商的电液伺服比例阀加伺服缸

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

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

2MK2218YS 实现了主轴往复,主轴旋转,工作台移动或旋转,珩磨油石粗涨压力控制,珩磨油石精涨压力控制等 5 个轴的数控控制;可实现发动机缸体和缸套内孔任意夹角网纹的加工。机床采用了全新的珩磨机床主轴往复随动数字控制装置,以及广州数控技术有限公司按照银川大河提出的针对数控珩磨机床的控制策略和工艺要求开发出了“银川大河数控珩磨机床专用数控系统 GSK980He”。本机床拥有“复合式数控珩磨机双进给机构”发明专利(ZL200910117252.1)和“珩磨机主轴往复随动控制装置(ZL201120077811.3)”等 8 项实用新型专利,采用了高精度、双进给自动测量珩磨头及珩磨加工自动测量技术。

宁波天瑞精工机械有限公司

展位号: E6-801

VF 系列龙门式高精度高速综合加工机

该机床是专门针对高精密模具所设计,标配 15000r/min 高速主轴,广泛应用于各类高精模具加工。主体床身铸件采用高级米汉纳铸铁,经过自然时效处理,消除内应力,保证结构的稳定性

和精度的长久保持。该系列采用龙门式结构，门桥及底座为一体式成型铸件，整体结构经 FEM 分析如阿健计算分析，可提供最佳的高刚性、高精度。三轴使用高端滚柱线性导轨，配合三轴光栅尺，确保精准的精度和进给快速的稳定。全密闭式外罩，新颖美观，操作便利，每个设计都从使用者的便利出发。水箱配置油水分离装置，保护环境，延长切削液使用寿命。该机床适用于汽车精密模具和产品零部件、高精模具等的加工。



浙江金汤机床有限公司

展位号：N3-953

CK9650/500 盘类精密专用数控车床

主要针对国内轴承行业、阀门行业加工所需而开发的数控车床。CK9650 X 轴、Z 轴均采用滚柱式线性导轨，中拖板为排刀结构，导轨倒装在中拖板上，滑块安装在大拖板上，这样车床在切削过程中，不管中拖板怎么移动，都能保证刀具的着力点支承在滑块上，使机床切削刚性大大增加，从而保证机床切削精度能达到同规格斜床身精度要求而且刚性更好，从而极大地保证了产品加工质量要求，提高了产品的合格率。本机床床身底座为整体式铸造，床身截面半圆弧结构，采用向后倾斜式排屑形式；导轨宽 500mm，比当前国内同规格平床身数控车床增宽了不少，这样很大程度上增加了床身的刚性及排屑空间。本机床还可以配备自动排屑器，排屑方向为右边，经过这些改进，使平床身机床也能达到斜床身数控车床的排屑效果，大大改善了当前平床身数控车床排屑空间小、排屑不畅的问题，从而解决了轴承车削加工中铁屑多且难以处理的难题，也易于机床

安装机械手，实现单机或多机自动化。

本机床实现了全封闭式防护，床身靠主轴箱处导轨每根单独配备不锈钢护罩，既利于排屑，又能很好地保护线轨，防止铁屑及切削液等杂物沾到线轨上，造成线轨的磨损。特别是 X 向电机采用移动式不锈钢护罩防护，防水性能得到全面提高。电气箱安装部位也由原来主轴箱后侧移至后罩上部，移位置后因有不锈钢护罩挡住，防潮性能提高了，电气元件也得到了很好的保护，而且给维修也带来了方便。



该机床是轴承、轴套、球阀、法兰等盘类零件精密加工的首选。

南京威克曼科技实业有限公司

展位号：E7-812

VL1530H400 激光切割机

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



大连三垒机器股份有限公司

展位号：E6-805

SHW100 立卧转换五轴联动加工中心

适合于加工较大型的精密复杂零件，其立卧转换的万能铣头，具有转换速度快（3s）、铣削力强的特点，配上高速高精度及较大型转台的三维加工单元，使整台机床形成更加完美的加工体系，为完成高质量的加工工作提供可靠的保证。该机床所配置的海德汉五轴数控系统使机床更加稳定可靠。该产品适合加工螺旋、曲面、球体等较大型复杂零部件，应用于军工、船舶及其他机械制造行业。

SVW 80 立式五轴联动加工中心

该机床的 X、Y、Z 三轴采用箱中箱结构，以此消除了机床运行时的重力平衡的问题。同时，机床的 X、Y、Z 向采用多导轨双驱动的形式和每分钟 48 米的快速移动速度，使机床具备了同类产品所没有的高稳定性、高强度、高速度、高精度，对于精密复杂的零部件加工可以成倍地提高工作效率。由于该机床采用海德汉的五轴数控系统，使机床的操作者在系统的编程上更加方便、直接。该产品适合加工曲体、球面及较复杂的零部件，且具备高速、高精度的特点，适合于军工、汽车、船舶等各行业。

北京德铭纳精密机械有限公司

展位号：N5-751

MICRA 10 系列钻头刃磨机

采用整体铝合金作为床身，设计合理，机构紧凑，刚性好，磨削精度高。砂轮轴和钻头装卡装置安装在可倾斜的支撑上。金刚石修整笔位置固定，砂轮可作相对进给，对砂轮进行修磨。工业显微镜具有双重的作用，即可用于钻头修磨前的定位，又可用于对后角和横刃修磨过程的监视。

该机可修磨直径从 0.5mm ~ 16（或 20）mm 的钻头，可精确而快速地修磨三平面钻尖，带自定心性能的负或正横刃钻尖等。可修磨 2 或 3 个齿的左旋和右旋钻头，钻尖角为 80° ~ 180°，后角在 0° ~ 18° 范围内可调，横刃角度在 -40° ~ 10° 内可

调。机床符合欧洲联盟规定的 CE 标准。



BT—80 型数控工具沟槽磨床

该机床配备专用的数字数控系统，以及基于 WINDOWS XP 的刀具磨削应用软件包（FLEX V2.0），可用来修磨和制造高速钢、硬质合金的钻头和铣刀的沟槽磨削。



友好的操作界面，个性化的软件包设计，使得客户可根据自己的需要创建刀具数据库，并根据数据磨削任何直径的刀具和刀具的任意部位。所有的用户程序可进行存储、复制、改名和修改等操作，在开始刀具磨削之前，可对将要磨削的刀具沟槽进行二维仿真，如果不满意，可以进行参数调整，直至满意为止。

哈尔滨精达测量仪器有限公司

展位号：N2-813

JE152 型齿轮测量中心

该测量仪是一台具有当前国际先进水平、可靠性高、技术成熟的电子展成式齿轮检测设备。中文操作界面（基于 WINDOWS 平台），满足齿廓、螺旋线、齿距、径向跳动等常规测量，可对不

合格齿面进行单独测量。测量软件能够满足对齿顶及齿根修形齿轮的评定要求；能够满足“K”字形齿形测量及评值要求，以及齿向特殊修向的评定要求，具备测量结果输出打印功能。



青岛合泰仪器工具有限公司

展位号：L4-212

1003 (TSL) 系列回转工作台

该工作台是铣床的主要附件之一，可用在铣床上进行分度钻孔或铣削、圆周切削、镗孔铰平面等工作。工作台垂直位置与底座配合使用时，还可对较复杂的工件进行圆周分度钻削和铣削。

工作台垂直位置与底座配合使用时，还可对较复杂的工件进行圆周分度钻削和铣削。各规格的转台分别提供连接不同卡盘的法兰盘，作为特殊订货，并将法兰盘独立包装。另外，为特殊订货所提供的分度盘附件可实现由 2~66 间所有整数和由 67~132 间能被 2、3 和 5 整除的所有整数的分度。可用在铣床上进行分度钻孔或铣削、圆周切削、镗孔铰平面等工作。

上海大量电子设备有限公司

展位号：L4-212

TP-40C +8WPC-C 中走丝线切割机床

采用精密滚珠丝杠、直线导轨、交流伺服电机驱动、全闭环控制，机床几何精度和控制精度均高于国家标准规定。采用 V9.0 线切割全绘图方式编程系统，具有自动找中心、短路自动回退、快速模拟校验、反向切割、断丝保护及自动回零处理、清角处理、加工完毕之后自动关机 etc 切割功能。



系统采用 TP9.0 高版本软件，模块式结构运行稳定，维护操作方便，高频脉冲参数调节范围广，并由软件直接控制，能满足各种加工条件需要——可实时显示加工轨迹和图形，加工过程中也可以改变加工参数 - TP9.0 数控系统；能接受 CAD 绘图格式，并自动生成加工程序，多次切割参数一次设置，整个多次切割过程中可一次连续完成。

上海金衡数控设备有限公司

展位号：N5-823

JH4540-4X 小型多头圆柱雕刻机

是针对加工圆柱工件而设计的四头旋转雕刻机，主要优势在于可以大大提高加工效率，适用于批量加工圆柱工艺品、化妆容器打点割线、烟嘴花纹雕刻、管状乐器雕刻、笔筒花纹雕刻、钢笔 LOGO 雕刻等。在保证产品精度的同时，也为客户大大提高了生产效率，节约了投资成本。小型多头旋转雕刻机，大大提升了小型圆柱型工艺品的加工效率。



JH4040K 模具雕刻机

X、Y、Z 各轴均采用进口直线导轨；全模具化生产，机械稳定性有保证；机体、龙门立柱均采用整体金属铸造件，刚性好，运行平稳，机床整体振动小；X、Y、Z 各轴均采用进口高精度模制滚珠丝杆，滑块预紧配置，保证滑块无间隙，加工精度有保证；兼容 TYPE3/ARTCAM/文泰等各种 CAD/CAM 设计软件；擅长对各类工件进行高效精密加工。

**和和机械（张家港）有限公司**

展位号：N7-912

SLT-152Fiber1000 镭射切割机

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

**四川富临集团成都机床有限责任公司**

展位号：N5-602

2MK6020/5L5 轴 5 联动数控工具磨床

采用先进的强力缓进给 + 高压冷却系统 + 自动数控成型砂轮系统的强力成型磨削原理，实现高速高精度杆状刀具一次磨削成型。采用大功率电主轴，安装在高刚性的整体人造花岗岩立柱上，选用圆柱滚子的高刚性滚柱导轨，分度头夹持工件在床身上实现纵向和横向进给，磨头在立柱上作垂直升降运动，这三种运动均用交流伺服电机 + 高精度滚珠丝杆副传动系统完成，电主轴直接安装在 C 轴旋转轴上，选用进口大功率力矩电机，以五轴联动方式实现对各种标准及非标刀具的整体一次成型磨削。用于杆状刀具包括铣刀、钻头或其他类似工具的强力开槽及刀型生产加工。

MK2710 数控复合磨床

一次装夹可完成零件内孔、端面、外锥的磨削。采用弹性薄膜夹具，以工件的节圆和端面定位夹紧。机床磨头采用多工位布局结构，完成工件多部位的磨削加工。内孔磨具、端面磨具、短外锥面磨具均采用大功率、高刚性电主轴。进给、往复工作台均采用伺服电机直联滚珠丝杠副，传动链短，精度高。采用完全封闭罩壳，独立电气箱，前置悬臂式操作台，操作方便。采用高刚度、高精度、高灵敏度的直线滚柱导轨。工件主轴采用套筒式主轴，进给机构配光栅尺，精准的定位配移动式手持单元，方便调整及零件对刀使用。

MK2320B 数控内圆端面磨床

采用倒抬式独立端面磨削机构，全数字控制。工件一次装夹可完成内孔、端面，锥孔、端面的磨削加工，有效保证了加工零件精度的一致性，大幅度提高了砂轮主轴的使用寿命，减少了砂轮的损耗。

本机床为高精度、高效率的生产型机床，主要用于盘类、轴类或类似零件的内孔、端面以及锥孔、端面的磨削加工，适用于汽车、拖拉机齿轮及专业齿轮生产行业的批量生产。



广州数控设备有限公司

展位号: Not-602

搬运机器人——上下料

搬运机器人与 CNC 间的信号交互，完成了机床和 HDB250-1 上下料架的辅助运动控制，实现了单台机器人给车床自动上下料功能。目前，此单元广泛应用于 CNC 自动上下料、零部件装配等各种加工行业。



替代人工操作，可以长时间、重复性运动；可以转换成车、铣、钻、磨等多机型组成的柔性加工单元；可以由加工单元扩展到生产线，为工厂实现自动化生产打基础。

焊接机器人

广州数控自主研发的 6 关节焊接机器人，包括控制柜、焊接电源、送丝机、示教盒、机器人本体等，适配国内外品牌焊机。

该机器人可以准确高效地完成点焊及直线、圆弧的焊接作业，实现多种焊接工艺的自动化，能极大地提高零部件生产的自动化水平及生产效率，同时使生产更具有柔性，焊接质量也得到保证，广泛应用于汽车、汽车配件、摩托车、造船、机车车辆、锅炉、重型机械等行业。



25i 铣床加工中心数控系统

该系统是“国家科技重大专项产品”之一，是广州数控自主研发的多轴联动的功能齐全的高档数控系统。该系统配置广数自主研发的最新 DAH/GH 系列 17 位绝对式编码器的高速高精伺服驱动单元，实现全闭环控制功能，在国内处于领先水平；采用国际标准 G 代码，并具有高速高精功能，使用多种在线轨迹光顺模式，具备多轴 RTCP 功能。支持 RS232、USB、基于 TCP/IP 的高速以太网接口。通过自主研发实时工业以太网功能，连接多个驱动与 I/O 单元简化系统连接，抗干扰能力强，并支持 PLC 在线编辑、诊断、信号跟踪。



988TA 车削中心数控系统

是科技重大专项课题（2012ZX04001-021）成果。

GSK988TA/TB 采用 GSK-Link 工业以太网总线，适配 GS-L 系列伺服装置，支持在线伺服调谐，可连接光栅尺、磁阻编码器、磁栅、圆光栅，实现进给轴全闭环控制和高精度 Cs 轴控制。提供

8.4 吋/10.4 吋真彩 LCD、横式面板/竖式面板共四种结构形式，操作面板采用独立式按键。

GSK988TA/TB 可满足中高档车削中心高精度、高效率加工的需要。



约翰内斯·海德汉博士公司

展位号：N1-002

LC 200 封闭光栅尺

新型绝对式光栅尺 LC200 系列最长可达 28m，细分误差小于信号周期的 $\pm 1\%$ 。新型的密封连接设计为光栅尺提供了更好的抗污染特性，并且极大放宽了安装公差，为用户的安装提供便利。开机即能获得当前位置值，无需执行回零操作，节省加工时间。该产品尤为适合于长轴类大型机床的应用要求。接口方面提供 EnDat，Fanuc 和 Mitsubishi。

封闭光栅尺 LC1X5

新型绝对式光栅尺 LC1X5 系列光栅尺采用了新型的双密封结构设计，进一步提高了光栅尺的抗污染特性。这款光栅尺精度最高可达 $\pm 3\mu\text{m}$ ，分辨率至 1nm，细分误差小于信号周期的 $\pm 1\%$ 。开机即能获得当前位置值，无需执行回零操作，节省加工时间。接口方面除 EnDat，Fanuc 和 Mitsubishi 外，提供适用于西门子的 DRIVE-CLIQ 信号接口，实现与西门子系统的直接连接。

绝对式旋转编码器 ROQ437F

是一款多圈式编码器，每一圈可提供 335554432 (25bits) 个位置值，圈数最大可记至 4096 圈。由于绝对值编码原理，编码器在系统上电后即可反馈当前的绝对位置数据。这款编码器特别适合伺

服刀库，最高允许转速可达 15000r/min，接口直接输出 Fanuc 协议，可实现与发那科系统的直接连接。



绝对式角度编码器 RCN

因其高精度、高分辨率、紧凑的外形和简便的安装而广泛应用于高精密度数控机床的转台、摆头和直接驱动等的角度测量，测量精度高达 ± 0.4 角秒，且抗污染特性极高，细分误差小于 $\pm 0.5\%$ 。内部结构的新型设计及可插拔式电缆设计，令用户的使用尤为方便。

新一代测头系统 TS 及 TT 系列

该产品延续了海德汉独有的抗磨损的光学传感器，可广泛应用于铣床、加工中心、车床和磨床；并且增加了很多新特性：复合技术的信号传输（无线信号和红外线），进一步增大了信号传输区间；超强的天线接收功能，保证有效接收触发信号；碰撞保护和过热保护功能，防止测头在工作中出现故障；缩小测头体积，适用于空间有限的测量环境。

上海松德数控刀具制造有限公司

展位号：L2-003

微米镗刀

松德通过长时间的努力，现可提供一套经实践验证的镗削刀具系统。这种新推出的系统被称为：微米镗刀，使用的直径范围为 26 ~ 150mm；具有高精度调整装置，使调整精度可达 0.001mm/格，可直接在机床主轴上极为精确地进行调整，无论是磨损补偿精度还是测量后精调，都可以很好地满足客户的需要；精调过程中及精调后都无需再

锁紧刀座，尺寸完全保持不变；微米镗刀刀体与刀座之间独特的结构设计，可方便地通过改变刀座的安装方向，实现加工的正镗和反镗；同时微米镗刀刀片位置改变时，可通过直径反方向的活动平衡块进行自动的平衡调节。



高精度的 HSK 刀柄系统

随着工业技术的快速发展，现有机床主轴接口广泛采用高速短锥空心柄系统（HSK）。松德经过技术研发及工艺改进，推出了高精度的 HSK 刀柄系统。其主要特点是锥面与端面的双面定位，使装夹更加稳定可靠。与不同刀柄相比，其主要优势在于：换刀精度更高、静态刚度高、径向刚度高、尺寸小、重量轻，由于重量轻，机床加速更快从而用于高速轴换刀时间更短。



可调式端面环槽刀

可调式端环槽刀适用于阀门类 API 标准的端面密封槽加工，它解决了由传统的车槽工艺造成表面粗糙度达不到要求及传统铣槽效率低等问题。该刀具的加工效率高，一把刀体配合不同的内、外径刀座，可覆盖 API 标准全系列的加工；同时可内、外径进行粗调及精调，微调调整精度可达 0.005mm/格；具有操作简单、实用性强、铣削尺寸准确、使用范围广等优点，深得客户好评。



台州威龙数控刀具制造有限公司

展位号：L2-303

16ERAG60 EM20 螺纹刀片

该产品为精密研磨型的外圆螺纹刀片，采用超细颗粒的强韧硬质合金基体与纳米结构的 TiAlN 涂层结合，切削刃和断屑槽经过精密磨削，适合于加工普通钢、软钢、碳钢、合金钢、不锈钢、铸铁等各类工件材料的高精度的螺纹牙型和精度要求较高的螺纹。



该刀片加工精度高，对于相同螺距、不同直径的螺纹孔，采用丝锥加工需要多把刀具才能完成，但如采用螺纹刀片加工，使用一把刀具即可。

Z3D25-32-WC04 可换刀片

可代替整体的钻头，使得加工硬度高的材料特方便，使数控机床加工中高效实现插钻、镗削、螺旋插补和交叉孔镗削成为可能，并通过使用 U 钻获得良好的表面质量和高精度。其加工效率一般是麻花钻的 2~3 倍，可提高数控机床上钻孔的生产效率。U 钻可直接在工件上加工，无需中心钻打引导孔，刀体前端装有可更换的刀片并带有内冷却效果，降低了使用的成本。



STCR2020-27 霸王外圆切槽刀杆

此款车刀为外圆切槽车刀，刀尖数为4个可以换着利用，相比同等的切槽刀杆切槽的深度数值要大。增加了刀片的刀尖数，可以降低客户的使用成本，而且增大了刀杆的 F 值，可以有效地提高刀片的抗冲击力度。加大了切槽的深度。这种刀具适合在数控车床上使用，加工一些卡簧槽、液压槽等。



大连光洋科技工程有限公司

展位号：N2-502

GRT400-V 单轴转台

利用力矩电机实现转台的直接驱动技术，避免了传统的蜗轮蜗杆或齿轮齿条等中间传动环节产生的转动惯量、弹性形变、反向间隙、运动滞后、摩擦、振动、噪声及磨损的缺点。力矩电机和传统伺服电机相比具有更加明显的优势，机械效益更高，转动更加平稳。另外，刹车机构直接固联到力矩电机转子上，结构简单，更紧凑，夹紧作用面积大，具有更大的刹车力，且夹持平稳，对系统及传动影响小。使用绝对值式角度编码器，由此形成全闭环位置测量系统，精度高，动态响应快。



该单轴转台适用于立式加工中心，主要用于直径 $<400\text{mm}$ 的回转体结构件的高精度加工；配合摆头，也可以实现五轴加工。

GDME 系列磁感应式编码器

由一个传感器测头和一个精密测量齿轮组成。

由于传感器外壳是一体式制造，所以极其坚固可靠，防护等级达到IP 68，可适用恶劣环境。全屏蔽式金属壳体实现最高的抗干扰强度。小体积适用于小安装空间。自动增益调节系统可实现简单安装（可选）。非接触式测量转速及位置值无需考虑机械磨损，具有极高的抗污染能力，直接传动没有机械间隙问题。1 V_{pp}（正弦/余弦）输出信号是可以识别方向的两个相位偏置90°的正弦信号和它们的反相信号，可以选择带有基准信号，具有极高的信号质量。

该产品具有安装空间小、抗干扰强度高的特点，小巧的传感器外壳是一体式铸造，极其坚固可靠，防护等级达到IP 68，可适用恶劣环境。它适用于车床、磨床和铣床上主轴的位置和转速测量，试验台上的转速和位置测量。

苏州新火花机床有限公司

展位号：E7-603

M332S 普及型中走丝线切割机

该机床含七项核心技术发明专利，引领中走丝技术全面创新；九种全数字化脉冲形，脉冲宽度调节范围广：1 ~ 256 μs ；高精度台湾产直线导轨，手动运动副润滑泵，保证多次切割功能长期稳定可靠；切削液自动过滤系统：提高和稳定切割表面质量，延长切削液使用寿命，更环保；高表面粗糙度切割丝稳定机构：改善小工件及薄形工件表面粗糙度；具有系统故障自检测功能（在机床维修和保养时，可以自动检测出机床故障，方便维修）；具有智能加工工艺数据库，常用加工参数数据库及客户自编参数数据库。产品广泛应用于国防军工、精密机械加工、模具制造、科研院所、教学实训及医疗行业。



SPM430C 数控镜面电火花成型机

采用精密滚珠丝杠及线性导轨传动，日本交流伺服电机直接驱动，编码器反馈控制，检测分辨率 $0.4\mu\text{m}$ ，机械控制当量 $1\mu\text{m}$ ；超精镜面加工电源，表面粗糙度 $R_a \leq 0.1\mu\text{m}$ ；硬质合金及石墨等专用加工电源回路，主轴高速抬刀，高速伺服功能，适用于大深径比窄槽窄缝加工；智能化专家加工工艺数据库系统，适应不同加工材料、不同电极材料、不同速度、不同损耗等多方面应用要求。



产品广泛应用于国防军工、精密机械加工、模具制造、科研院所、教学实训及医疗行业。

苏州三光科技股份有限公司

展位号：E7-607

LA500A 精密数控浸水式慢走丝线切割机床

采用高成功率自动穿丝技术，低能耗脉冲电源技术，高光洁度加工技术，高效率加工技术，高精密加工技术，自适应、自反馈、智能控制、五轴四联动数控系统及学习型智能工艺数据库，是航天、



航空、军工、模具制造、IT、家电、汽车、电机等行业复杂零部件制造和精密模具加工中不可或缺的关键设备。

江苏亚威机床股份有限公司

展位号：E7-401

HPMS-30510-FMC 数控冲剪复合柔性生产线

结合自动上下料、冲压、剪切和工件分选落料于一身。水冷技术伺服电机用于冲压主传动，节能、高效，性能卓越；水冷技术伺服电机用于剪切主传动，4点压力传动，性能领先；直角剪上下刀片剪切间隙自动调节，自动适应不同厚度板材；配置废料自动收集输送装置，满足批量自动化加工需求；支持滚轮、攻丝、多子模功能；支持小工件无缝排料加工，板材使用率增加 $10\% \sim 15\%$ ；可与智能板材仓库对接扩展为大批量自动化柔性生产线；厚转塔镶套结构，导向好、精度高、模具寿命长；专利技术常啮合旋转工位，支持与转塔轴联动配合专利技术下模快速装卸，国际领先。

HPML-30510 数控冲割复合加工机

该产品是伺服电机式转塔冲床与光纤激光切割的复合机器，节能环保冲压与激光切割快速自动切换，实现高速加工；冲压与激光切割共用一套编程软件，提高工作效率；激光切割与冲床送料联动，实现全幅面小件共边切割，优势互补；高功率光纤激光器和切割头全套进口，保证切割质量；分别配置冲压小件和切割废料自动输出装置；配置全段复合型工作台面，板料在台面内移动，保证加工精度的一致性；配置风机除尘装置，改善工作环境；可与自动上下料装置组合，形成钣金加工柔性生产线。

无锡锡锻机床有限公司

展位号：E7-512

PDH-110/3100 伺服数控液压折弯机

该机床机架整体加工，采用自主研发的伺服液压系统，自主研发的 NC 控制系统，先进的外观设计，适用于薄板的高精度折弯加工。



SPD-20032 双电伺服数控转塔冲床

采用单伺服电机直接驱动曲柄连杆机构，旋转模采用直联同步结构，旋转模内蜗轮采用剖分式结构，并且蜗轮蜗杆成对加工，消除了侧向间隙，机架整体加工。双伺服直驱主传动，具有自动上料、冲孔、工件收集、下料等功能，并且低能耗、噪声低，适用于薄板的高精度孔形，成形及拉伸等加工。



江苏扬力集团有限公司

展位号：E7-302

YHB1032 型电液伺服泵控数控折弯机

该机床是一款兼具加工效率、加工精度的新一代节能、环保型数控金属板材折弯加工产品，是广大金属钣金加工用户的首选。本产品采用一种电液混合驱动双向泵控液压技术，与传统的阀控技术的折弯机相比，具有节能、环保、工作效率高、工艺柔性好、噪声小等诸多优点，代表了数控板材折弯装备领域的最先进的技术，可以为电器、地铁配件、汽车、粮食机械、纺织机械、工程机械、精密配件、轮船、冶金设备、电梯、家用电器、装饰、广告等诸多领域的发展提供装备保障。



EP20-型全电伺服数控转塔冲床

采用自主研发的单个大扭矩水冷伺服电机驱动的曲柄连杆机构作为主传动机构，冲压力达到了200kN，冲压频率达到了600r/min，最高送料速度达到单轴106m/min，完全能够满足高速、高精、节能环保的加工需求。



本产品与传统的液压式、机械式结构相比，具有精度高、速度快、工艺适用性强、下死点位置精确、能耗低等诸多优点，是广大金属钣金加工用户的首选设备；可方便地进行落料、浅拉伸、滚筋、滚剪以及压印等工艺加工，广泛应用于航空、航天、电子、电器、地铁配件、汽车、粮食机械、纺织机械、工程机械、精密配件、轮船、冶金设备、电梯、家用电器、装饰、广告等诸多领域的金属钣金件的加工。

泰安华鲁锻压机床有限公司

展位号：E7-501

KJPI-20 × 1000 数控全自动板料矫平、坡口加工、卷制成形线

通过数控系统自动控制实现：上料机将板料放至辊道→送进矫平机矫平→至纠偏送进机→送进坡口机加工坡口→送至四辊卷板机→卷制成形

→卸下筒件。可用于钢板的柔性加工成形；钢板的双边、双面坡口加工；筒形工件的全自动卷制。

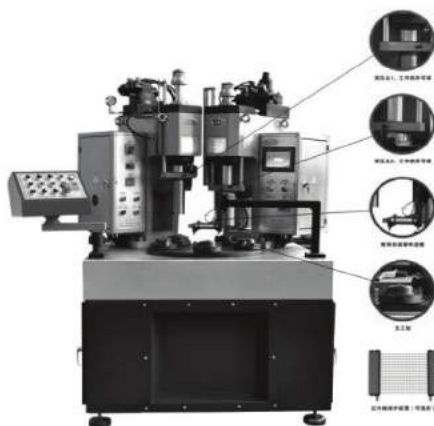
玉环方博机械有限公司

展位号：E7-503

多工位多压头压力机

采用 C 型机架、结构紧凑，占用空间小，方便操作机身整体铸造，刚性好，性能稳定；活塞杆机械限位，下压行程可调；定位精度 0.02mm；下压行程具有快进与工进两种速度，快进速度提高工作效率，工进速度可任意调节，保护模具，提高产品质量；双压头，配有自动卸料功能，提高工作效率。

在多工位压力机上加工，一般只需一台设备即可完成多工序加工。这些工序包括落料、拉延、冲孔、压平、胀形、弯曲、缩口、翻边、滚丝、压花和修边等。



该多工位压力机主要用于中小型金属板材拉延件的落料、冲孔、成形等，例如汽车电子行业的灯头、灯座，轴承行业的保持架和滚针轴承外圈，碱锰和镍氢镍镉电池的钢壳，微型电机外壳，制锁行业的门把手等。

山东科力光电技术有限公司

展位号：E7-456

BLPS 型激光安全保护装置

该装置在折弯机上模模尖附近设置保护区域，它为操作者在接近该区域的手臂和手指提供有效的安全保护。当上模在移动的过程中，探测到非设定加工物料的遮光物体时，上模立即停止移动，

防止发生人身伤害。它兼顾了操作者的安全和机器的生产效率。

该装置是欧盟安全四级认证的 BLPS 型激光安全保护装置，是针对液压折弯机人身安全保护而设计开发的一款安全四级光电保护装置，采用的动态检测技术，通过了 TUV 功能安全四级认证并获得了国家发明专利。该产品完全达到了国际同类产品的先进技术水平。

T4 型安全光幕

是中国国内首款通过 TUV 认证的安全光幕产品，安全等级四级 Type4，获最权威认证机构认证——TUV 认证。双独立 OSSD 输出，外部继电器触点监控（EDM）功能，检测精度高，最高可达 14mm，适用于保护手指，具有强大的抗光干扰和电磁干扰能力。



该设备可用于冲压机械、剪切机械、焊接流水线、折弯机械、压滤机械、木工机械、注塑机械、制模机械、自动化装配线、自动化仓储设备等。

德国布里斯滚珠丝杠有限公司

大型重载丝杠

大型重载是指丝杠直径 160mm、滚珠直径 30mm。为开发这个新的处女地，布里斯总裁威尔姆斯先生和开发团队从添置配套机床设备，尝试新型刀具材料，改进加工工艺等多方面进行了深入的研究和探索。图片上展示的滚珠丝杠是德国布里斯为一家欧洲著名品牌的压力机厂家生产的重载丝杠。该丝杠直径为 160mm，滚珠 30mm，螺母循环圈数 18 圈，光螺母的长度就将近 1m，螺母重量达到 800kg。为保证 18 圈中每圈循环，每个珠子都能均匀承载，对加工精度和工艺都提出了 μm

级以内的高要求。同结构的丝杠，布里斯能做到单根动载 560kN。丝杠动载的大幅度提高为滚珠丝杠的使用开辟了新的领域，重载丝杠替代液压系统，运用于压力机上已是在欧洲成功并经常使用的方案。除此以外，近几年主流大型机床的需求，飞机装配，卡车轿车锻压以及水闸操作等领域都可以发现德国布里斯滚珠丝杠的应用。



瓦房店天久轴承科技有限公司

展位号：N2-923

轴承产品质量采用国际 ISO 标准和国家行业最新技术要求，从投料生产到产品销售及售后服务的全过程，均处于受控状态。该公司生产加工范围从内径 35mm 到外径 1800mm。普通精度等级优势产品主要是中大型球轴承、滚子轴承和自润滑关节轴。其中生产的 NNC 剖分系列轴承产品深受海内外客户的欢迎与钦赖。同时天久轴承（WZFB）也是专业研制开发高精度 ZRT 转台轴承、机床主轴轴承和电机配套用精密轴承的生产型企业。公司生产的轴承全项精度已经达到 P5、SP、P4、UP、及 P2 级水平，具有精度高、噪声低、转速高、品质优、寿命长等特点，广泛用于普通机床、数控机床、大中型电机、精密轧机等机械上，可替代进口或填补国内空白，为用户节约成本，并减少进货周期。

WZFB 品牌轴承以其优秀的品质和精度赢得了国内外客户的认可，现已远销德国、西班牙、奥地利、意大利、捷克、美国、新加坡等多个国家和台湾地区；在国内瓦房店天久轴承也已是东北地区、华东、华南地区、中南、西南等大部分地区的中大型机床厂重点供应商之一。比如交大昆机科技股份有限公司、天津二机床等均采用 WZFB 精密轴承。产品适用于数控机床、车床、铣床、镗床等。

四川普什宁江机床有限公司

展位号：E6-405

喷油器体型腔深孔钻铣高精多轴复合加工中心

机床具有 A、B 两个旋转轴，实现五轴控制、多轴联动。机床高速电主轴，具有高速、高功率和扭矩、体积小、易拆装的特点，电主轴中心冷却压力达 15MPa，对深小孔钻削有良好的排屑效果。

机床高压中心冷却系统具备恒温控制、流量可编程调节及监控功能；冷却系统采用恒温控制，机床精度稳定性得到有效保证。

机床夹具系统具备结构紧凑、自动找正工件中心、夹持速度快、易拆装、兼容性好的特点，从工作台内部为夹具供油、供气，有效防止了油、气管影响自动上、下料。

机床链条输送线分为上料线 and 下料线，分别用于放置工件毛坯和工件成品，根据工件节拍，定时在输送线上放置毛坯和取下成品，大量减轻了工人的劳动强度。

多关节工业机器人具有自主知识产权，由国产广泰五轴数控系统控制，并与 FANUC 数控系统的协同工作，完成在夹具和输送线之间准确、快捷地放、取工件。更换多关节工业机器人手指和输送线链条，可兼容更多型号工件的全自动加工。

本机床主要用于共轨喷油器体中孔渗碳后（硬度为 28~35HRC）钻孔、铣面、挤压攻丝、高压深小孔加工。

CMK0220II CNC 小型精密数控排刀车床

属机、电、气一体化产品，可对短小轴单件加工及冷拉棒料、磨光棒料连续上、下料的自动循环加工，完成零件的车外圆、钻孔、攻丝、镗孔、车螺纹、割槽、切断等工序。

本机床为 2 轴联动控制，可实现两轴联动加工。

CKN1120V CNC 纵切自动车床

机床采用 FANUC 0i-TD 双通道数控系统，采用棒料进行连续上、下料的自动循环加工，可完成车外圆、正面钻孔、正面攻丝、正面镗孔、车螺纹、割槽、横钻孔、铣方、铣槽、径向攻丝、切

断、背面车削、背面钻孔、背面镗孔、背面攻丝等工序。

机床采用独立的背面加工刀具，正、背面可重叠加工，极大地提高了加工的效率。

机床主轴、副主轴均采用 FANUC 内置主轴电机，结构紧凑，运转平稳，振动低，噪声小。

机床配备料机接口，与料机联机后，可实现多棒料自动上料。

本机床配置专用铣削附件时，可铣削螺纹类零件，如骨钉或蜗杆。

山东新安凯科技科技有限公司

展位号：N3-552

SQC385 数控纵切车铣复合自动车床

该机床属于机电一体化产品，特别适用于细长轴零件的精密高效加工，配有高速精密同步导套，能对冷拉棒料及磨光料进行连续上、下料的自动循环加工，胜任对轴类零件进行外圆、钻孔、镗孔、车端面、车螺纹、割槽、切断、攻丝等工序的加工。当机型为车铣复合中心时，由于配备了水平与垂直布局的旋转动力刀具，机床还具有铣削（如键槽、平面、曲面轮廓等）复合加工能力。主轴及副轴同时加工，缩短加工时间，刀具进给速度调整功能，具有刀具寿命管理系统，加工钢件的刚性较强稳定。该机床适用于航空、航天、军工、汽车、摩托车、通讯、制冷、光学、家电、电子、钟表、玩具等行业各种细长轴类零件的高效、精密、复杂零件的大批量加工。



南京翼马数控机床有限公司

展位号：N3-952

ET-400 多功能数控车床

该机床采用高品质的专业车床主轴，保证长

久的使用寿命和良好的稳定性。床身及主要部件采用高等级铸件，并经过有限元分析合理的结构强度、加强肋的搭建，保证机械整体的高刚性。采用二轴线性滑轨，摩擦系数低，各方向零间隙，保证加工件的表面光洁度及尺寸精度。机床底座为一体铸造，并经过高精度加工、研磨、配合科学的油水分离结构，真正实现环保、低能耗。

台州美日机床有限公司

展位号：N5-616

MR-Q10 锯片磨齿机

可根据不同切屑要求来改变锯齿的切削角度、齿型、齿深，能轻易地研磨出锋利的锯片。可磨齿锯片的材料有：高速钢 HSS 锯片、飞锯（锰钢 Mn）锯片。可磨齿锯片的外径 40 ~ 600mm，可磨多种齿型（左右齿，圆弧齿，三角齿，高低齿），可依据不同的切削要求，快速调整锯片的研磨时间。机头可朝上或朝下任意调摆，不须换砂轮片即可修磨倒角。机械进给推爪末端焊有碳化钨片，可降低磨损。推臂经过改良设计，确保进给准确到位。经过严格的生产管控，本机只需例行保养，即可确保研磨精度。



该机主要用于修磨三角齿、斜齿、交叉齿、焊接锯片的加工。

复合钻头研磨机为傻瓜式钻头研磨机

专用于修磨前切削刃。研磨精准且快速，操作简单，无需技巧即可轻松研磨。配置台湾师傅制造的钻石砂轮，只需一块砂轮即可完成所有工序，角度精确，寿命长。本机能刃磨钻头前切削刃（前角），具有先端角（顶角）、逃隙角（后角）、前切削刃（正前角）、中心横刃大小随意调整，可替代中心钻，定位更加精准。

钻头研磨机适用于普通麻花钻的修磨。本机能刃磨钻头前切削刃（前角），具有先端角（顶角）、逃隙角（后角）、前切削刃（正前角）、中心

横刃大小随意调整,可替代中心钻,定位更精确,排屑更容易,钻削更轻松。本机为左右双头研磨,左为磨削 $\phi 2 \sim \phi 13\text{mm}$ 直径范围的钻头,配置为 ER20 的筒夹;右为磨削 $\phi 14 \sim \phi 26\text{mm}$ 直径范围的钻头,配置 ER40 的夹具。



杭州开兰重工机械有限公司

展位号: N3-913

KLCNC-110 数控高速金属切断圆锯机床

锯片切削进给系统采用伺服电机,配合滚珠丝杠传动,确保锯片移动等速,增加切削时的准确性和稳定性。伺服电机加滚珠丝杠控制送料系统,达到高速送料及高精度定位需求,也满足切削尺寸的精度要求,并且达到加工材料的最小损耗率。自动成品分选设计,将余料和成品分离,加之配合自动计数功能,极大方便操作者。特殊设计的锯片主轴组,可吸收锯片震动及防止锯片弯曲,增强锯片刚性。再加上独特设计的消除背隙机构,可保持切削力量稳定,大幅延长锯片寿命和提升加工品质。使用触控式人机界面,方便操作者进行各项工作设定和使用机器。数控控制,确保切削成品的精度及可靠性。自动送料系统一次可备多根材料,利用控制系统,一次设定,大量生产。机床配置独立手动切料功能,也可以实现对料头、料尾的手动锯切,提高原材料的利用率。

KLK50-1000 精密数控车床

是一款经济、实用型、多功能加工机床,可以针对铝、铜、不锈钢、尼龙、钢、铁等金属及非金属材料的轴类、盘类零件进行内外表面加工,如圆弧、镗孔、铰孔、螺纹、丝杆以及非圆曲线加工;直径加工范围轴类零件最大 275mm,盘类零件最大 520mm。转速范围共分四档,档内无级变

速,低速档能进行重切削的粗加工,特别适合汽车、船舶、轴承、军工等机械零件使用大切削量、高效率、大批量加工。高速档又能进行高精度的精加工。该机床特别适合电子产品、航空、有色金属等机械零件使用小切削量、高转速、大批量加工。



惠州市博赛数控机床有限公司

展位号: E7-251

PSCNCXY1250 数控金属旋压机

该机床是为满足各行业所需的旋压产品,尤其是为五金机械、机电、灯具、炊具、工艺品等生产需要而专门开发的较大型数控金属旋压机床。

该机床旋压直径大,对于 1250mm 以下的料片均能完成旋压,且经济实用,专业性强,具有较高的生产效率,可以完成桶型、锥型、抛物线型、喇叭型、弹头型等系列产品的批量生产及试制任务,可一次完成产品的修边、翻边、卷边、缩口、滚压等工序,是取代进口机床的最佳选择,适用铝(合金)板、铜板、不锈钢板和钢板等多种材料的旋压加工。

机床采用先进 CNC 数字化程序控制,具有编程操作简单、易学、易用,一个人能控制多台机床,是提高生产效率、降低生产成本和批量生产的最佳选择。

PSCNCSXY600 双旋轮数控金属旋压机

该机床具有高效、节能、多功能、开放式、全数字化控制的特点,可以完成桶型、锥型、抛物线型、喇叭型、弹头型等系列产品的批量生产及试制任务,还能在同一台机床中完成模具的精车(花模除外),以及产品的修边、翻边、卷边、缩口、滚压、精车外形及螺纹加工等功能,适用铝(合金)板、铜板、不锈钢板和钢板等多种材料的旋压加工。

山东泰丰宝源数控机床附件有限公司

CAPTO 刀柄

通过非圆磨削加工，达到了高精度三棱锥轮廓度。根据 ISO 26623-1—2008 国际标准制作。适用于进口机床配套的 CAPTO 各种刀柄、刀具。



HSK63A-FMB32-550 高速减震面铣刀柄

是通过高密度重金属在切削过程中的阻尼作用进行消震，能够很好地完成各种工况的精加工。接口型号可为：BT/sk/CAT/HSK 等各种国际通用机床接口。连接刀具接口可连接各种通用刀具及非标刀具，能够精加工延长 500mm 以上的孔、面，光洁度可达 1.6um 以上。此款刀柄解决了深孔铣加工产生的震动，满足了绝大客户的需求。



欧权科技股份有限公司

展位号：N1-002

BT40、BT50 型 ATC 换刀机构

是铣削类机床的重要部件，用于小型立式加工中心的第四轴及第五轴（滚动式结构）。换刀机构选用台湾进口凸轮，可提供不同的换刀角度。该换刀机构可与多家刀库厂家产品配套使用。

海伦博大振动时效设备有限公司

展位号：E6-823

VSR—A 智能频谱消除应力系统

以 windows XP 为系统平台，图形界面超人性化设计频谱谐波模式，超低噪声。亚共振频率自动识别、自动过峰功能；频谱分析技术进行多维时效处理亚共振时效模式频谱谐波模式无需扫描，谐振频率全在 6000r/min 以下，超低噪声，绿色环保；工艺定型功能，百种工件，一种工艺，解决了高刚性、高固有频率等工艺难题；通过激振方式

或敲击方式进行频谱分析，可单独作为一台频谱分析仪使用；系统备有亚共振时效模式、焊接时效模式供特殊用户选择使用。



北京易通电加工技术研究所

展位号：E7-928

ET-DS 系列手提电火花机

该机床是北京易通系列微型复合电火花加工机中最新推出的机型，为专利研发产品，具有五项专利。该机以取折断丝锥、电火花穿孔等基本功能为主，兼以制作金属标记、金属表面强化等功能为辅。该机结构简捷、功能强大，所有部件按机械、电器分类，分别放在两个便携式工具箱内，操作使用方便，易于携带，使用自来水为工作液，安全无忧，物美价廉。

该机主要用于机械加工行业、汽配维修行业及金属零件加工行业加工过程中所产生的断丝锥、断钻头折断工具的取出问题的解决。包含硬质合金、高温合金等难加工材料的成型加工、小孔加工等。

航天科工惯性技术有限公司

展位号：N3-803

DP1200 数显表

是 2012 年推出的一款新型数显表，为首次展出。该表尤其适用于龙门铣、落地镗、大型立车、卧车等重型机床。最多可以 4 轴显示，第四轴可以兼容普通球栅信号或 TTL 信号，并可设置为直线轴或旋转轴。具有进给速率显示、直线/分段误差补偿、传感器端短路保、圆周分孔辅助计算 PCD 等功能。DP1200 最多可以 4 轴显示，第四轴可以

兼容普通球栅信号或 TTL 信号，并可设置为直线轴或旋转轴。



DP700 数显表

是一款根据中国市场需求特点而全新设计的数显表，是 B60 数显表的升级换代版本。DP700 型数显表结构紧凑，安装方便，可以面板式安装，也可以独立安装。该表采用了最新的系统设计方法和设计工具，更符合国内用户的使用习惯和使用环境，具有更高的可靠性和稳定性。



天津第一机床总厂

展位号：N2-101

YKH2035 数控螺旋锥齿轮磨齿机

采用直线轴运动替代摇台回转的全新结构布局，主要由床身、立柱、砂轮主轴箱、工件主轴箱、转台机构及砂轮修整机构等组成。床身采用 L 形布局，立柱、转台机构分别布置在床身两垂直导轨上，砂轮主轴箱侧挂在立柱上，工件主轴箱安装在转台机构上，砂轮修整机构安装在工件主轴箱上。机床整体布局合理，具有良好的机构刚性。

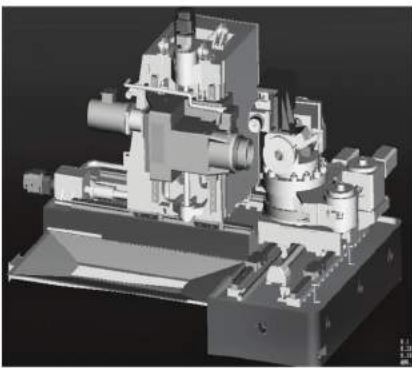
机床采用德国西门子（SIEMENS）公司的 840D 数控系统和数字伺服系统实现七轴五联动，通过完善的磨削软件包实现普通滚切法、滚切修正法、刀倾修正法等多种磨齿加工方法。

工件箱的摆动由转台来实现。转台为 B 轴，分为 B₁、B₂ 轴，采用海德汉圆光栅全闭环位置反馈，B₁ 轴为精加工转台摆动。B₂ 轴为根锥角调整及上下料转台大回转。

机床的三个直线轴的进给运动均采用精密滚

珠丝杠副及直线导轨副，保证运动精度；在线测量技术和装置，可实时获得齿轮加工误差，采用优化方法对机床的定位误差及砂轮修整误差进行补偿，从而实现对加工误差的闭环控制，可实现“电子对刀”及余量分配控制。

本机床用于精密磨削最大模数 6mm 的螺旋锥齿轮，最大加工直径为 350mm，磨齿的齿轮精度可达到五级。该机床具有良好的动力传动特性，稳定的运动精度和安全的操作性能，适用于加工精密机械、汽车主传动等各种中等规格的高精度弧齿锥齿轮，能够显著提高加工后的齿轮传动精度及传动平稳性。



YK5132C 数控插齿机

该机床系三轴数控插齿机；立柱采用滑动导轨，径向进给稳定性高；刀具主轴往复运动可编程设定不同速度并有上停功能；双凸轮、双滚子让刀机构，让刀运动准确、稳定、噪声低，立柱可实现斜向让刀，防止加工内齿和斜齿时产生让刀干涉现象；刀架、工作台采用高精度的蜗轮副；切削行程长，调整方便；独立冷却油箱并采用大流量冷却，及时带走切屑热量，精度稳定性好。



本机床是由立柱移动实现径向进给的数控插齿机，主要用于加工直齿圆柱齿轮；采用特殊刀

具可加工多种齿轮结合子和渐开线花键；配置可翻转角度的工作台，可加工锥度齿轮及带锥度的离合器；增加液压尾座顶尖装置可用于加工轴齿轮。

本机床特别适用于汽车、拖拉机、航空、机床、仪表等行业单件小批和大批量生产用。

YKW2935 数控万能弧齿锥齿轮拉齿机

刀具主轴采用变频电机驱动（或主轴伺服），可以实现不同的切削速度的无级变速，实现客户的不同要求；数控系统控制工件分度和新型的工件主轴液压油缸夹紧机构；加工时，工件主轴被牢固地夹紧在工件箱体上，分度时则自动松开，实现快速分度；液压马达控制齿轮副进行消除间隙为蜗轮分度附加机构，达到分度的精确性；西门子伺服电机驱动滚珠丝杠控制床鞍的进退调整工件的位置，更加安全，准确可靠；上横梁使摇台与工件箱的位置固定，在整个切削过程中始终处于夹紧状态，组成高刚性框架结构，从而获得最大的加工刚性；单独配置油箱，使调整及维护更为便利；电子余量分配装置，更加方便、准确、高效。

YKW2935 是专门为汽车、摩托车、工程机械

和拖拉机等行业，进行粗、精加工弧齿锥齿轮和准双曲面齿轮非范成被动齿轮研制生产的。粗切时用切入法，精切时用成形法或螺旋成形法加工。

该机床适用于被动齿轮的大批量生产，与 YK2232A 型弧齿锥齿轮铣齿机（加工主动轮）配套使用，效果更佳。

上海昱安科贸有限公司

展位号：N1-206

Eco Compact 20 自动上下料整机

该设备在很小的占地面积下即可以存储 20 个托盘，还提供了足够的容量来满足夜班的加工。上下料整机通过机床自动门或侧面窗口向机床供料和收回已加工完的产品，有多种安装方式可选，以适合您车间的机床布局，最大限度地节省空间。因为延续了之前欧盟境内销售 LANG 牌自动化技术的基础，Eco Compact 20 可以配套各知名品牌机床。自动化上下料整机与机床之间的通信只需要更改两个 G 代码。操作简单、高可靠性以及低采购价的优点，使得德国 LANG 牌成为一个极具竞争力的加工自动化全系列提供者。

（上接第 53 页）

内容介绍：

IMTS-美国芝加哥国际机械制造技术展览会是美国最大历史最悠久的制造技术展览会，每逢双数年在美国伊利诺伊州芝加哥市迈考米克展览中心举办。IMTS2014 将于 2014 年 9 月 8 日~13 日举办，是世界最大的机械制造技术展之一。IMTS 是全球展示最先进制造技术和设备的展会之一，将吸引来自 119 个国家，100,000 多位不同工业领域的观众。IMTS 由 AMT-美国机械制造技术协会主办。

公司展位号：N1-930

20. 题目：新闻发布会

主讲单位：日本工作机械工业会

内容介绍：

向中国机床企业介绍日本机床行业现况，并

对 JIMTOF2014 日本国际机床展进行详细介绍。

公司展位号：N1-932

21. 题目：埃斯顿工业机器人在智能制造中的应用

主讲单位：南京埃斯顿机器人工程有限公司

内容介绍：

埃斯顿机器人公司现拥有一支高水平的专业研发团队，具有与世界工业机器人技术同步发展的技术优势；公司已经拥有全系列工业机器人产品，包括 Delta 和 Scara 工业机器人系列，其中标准工业机器人规格从 6kg 到 300kg，应用领域包括点焊、弧焊、搬运、机床上下料等。同时，公司已经建立拥有一支强大的工业机器人工程应用设计团队，致力于客户价值最大化，为客户提供工业机器人应用的完整解决方案。

公司展位号：E7-403□

提高国产数控机床可靠性的若干关键问题

重庆大学 张根保 柳 剑

一、国产数控机床可靠性存在的主要问题

数控机床是装备制造业的“工作母机”，是实现国家工业化和现代化的基础装备，其性能、质量和拥有量是衡量一个国家工业现代化水平和综合国力的重要标志。当前，高速、高效、高精度、高可靠性和自动化是现代数控机床发展的主要趋势。经过几十年的艰苦努力，国产数控机床的水平有了很大提升，在中低档机床方面已经可以与国外产品并驾齐驱，但在高档数控机床方面与世界先进水平的差距仍然很大。据统计，即使在市场不振的情况下，2013年1~6月份，数控机床的进口额仍然达到52.6亿美元，进口的机床主要集中在价值高的高档数控机床。专家和机床行业达成的共识是：尽管国产机床的水平与进口机床相比差距是全方位的，但主要差距体现在可靠性上。一般认为，国产数控机床的可靠性水平MTBF在500小时左右，而进口机床却保持在2000小时以上，有些进口机床甚至可以达到5000小时。造成国产机床可靠性差的主要原因可以从技术和管理两个方面去归纳。

在技术方面，由于缺乏试验台和试验规范，产品研发过程很少进行可靠性试验，造成大量的早期故障；产品设计时由于缺乏分析工具，只能考虑功能和精度，很少进行可靠性分析和验证，结构设计不合理会造成零件的卡死和过渡磨损；零件加工设备的工序能力低，质量一致性差；装配时只考虑精度，基本没有采取可靠性措施，装配环境不能适应机床这种高精度的产品；用户的使用过程粗放，很少按照维护保养要求去使用

机床。

在管理方面，缺少科学合理的可靠性控制标准；制造过程不够精细，5M1E控制不严，员工不按要求操作，随意性很强；质量检验主要是进行精度检验，质量控制计划中基本没有可靠性检验的内容；质量管理体系不仅缺少可靠性控制的内容，大多数企业的质量管理体系的建立还不够合理、运行不够有效。

技术水平低和管理粗放造成的结果是：机床的可用性差，在运行过程中故障频发，给用户造成大量的停机损失；与进口机床相反，国产机床的验收精度高，加工精度低；产品的精度寿命短，一般产品的精度寿命只有1~3年，而进口机床普遍可以达到10年以上。

数控机床的外观可以模仿、结构可以反求、功能可以拷贝、技术可以购买，但可靠性既无法模仿、也无法反求、更无法拷贝，即使花钱也买不来，必须通过提升企业自身的可靠性保证能力和精细化制造水平才能使可靠性得到逐步提升。

那么，国外企业的产品为什么可靠性高？国外企业是如何做的？根据我们到国外多家企业的考察发现，国外企业完全将可靠性作为一个质量问题来对待，完全按照质量管理的方法去做可靠性，可以归纳在以下几个方面：①国外企业在建立ISO9000质量管理体系时，就充分考虑了可靠性的要求和工作流程，强调流程的严格控制。②高度重视研发阶段的可靠性控制，力争将潜在故障全部消灭在研发阶段。③重视试验技术，建立了大量的试验台和试验规范，对研发的新产品要进行大量的试验。④设计过程要进行大量的分析，

包括应力均衡分析、热应力分析、FTA 分析、DFMEA 分析等。④研发阶段进行反复试制，通过试制得到成熟的产品制造工艺。⑤重视设备的 TPM，提高设备的工序能力指数。⑥装配现场实现“清洁化装配”。⑦制定系统完善的标准和规范，并严格执行。⑧坚决贯彻“有问题的产品绝不出厂”的理念。

为了帮助企业提升产品可靠性，我们对数控机床可靠性工程的几个主要问题进行了归纳，分别从可靠性方法论、研发阶段的可靠性控制、制造阶段的可靠性控制、运行阶段的可靠性控制、可靠性增长能力的建立、可靠性管理体系的建立和运行等几个方面进行论述，提出具有指导性的解决方案。

二、数控机床可靠性方法论：8341 工程

国产数控机床的可靠性差除了技术和管理原

因外，一个很重要的原因是企业不知道如何开展可靠性工作。为此，笔者对多年从事可靠性的经验和教训进行了总结和提炼，形成一套系统的实施可靠性的方法论，称为“8341 工程”，该方法论已在四川普什宁江等多家企业进行了应用，取得较好的效果。由于该方法论是个具有通用性的方法，其他企业也可以参照该方法论开展自身的可靠性提升工作。“8341”可靠性工程以培育 8 项核心理念为切入点，以实施 3 个阶段的精细化控制为主线，以打造可靠性 4 大保障能力为手段，以建立 1 个可靠性管理体系为核心，其体系架构如图 1 所示（对于“8341”可靠性工程的详细介绍请参见《制造技术与机床》杂志 2014 年第四期）。

三、研发阶段的可靠性控制技术

与汽车、家电等大批量生产企业不同，机床制造企业普遍对研发阶段不够重视，很多企业基本

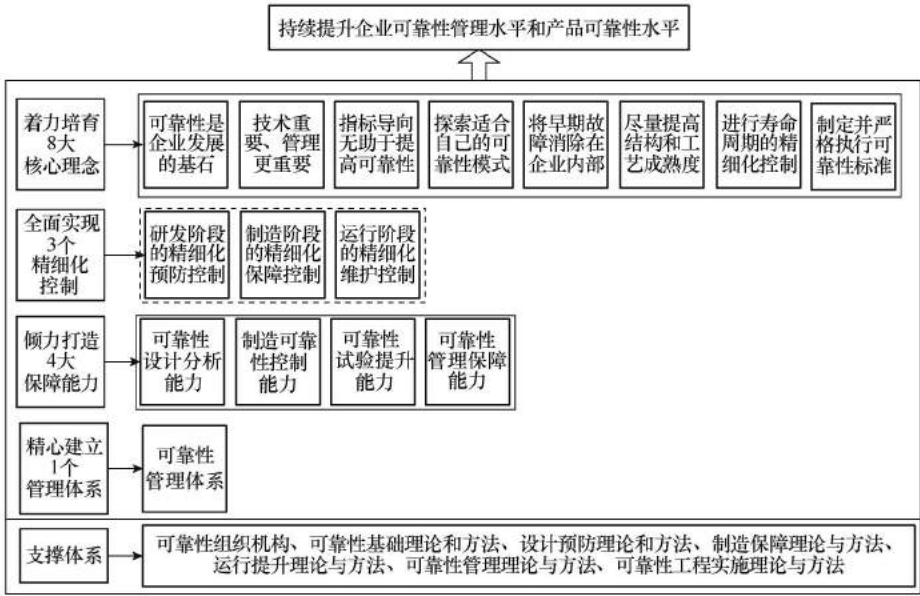


图 1 “8341”可靠性工程体系架构

上没有研发阶段，产品设计完成并制造 1~2 台样机后，只进行简单的测试后就直接出厂，使得大量的故障出现在用户使用中，不仅要花费大量的人力、物力和财力去进行用户服务，还给用户造成非常不好的印象。有一位机床制造企业的领导曾经说过：国内产品刚出厂时故障特别多，在使用一段时间后产品可靠性才趋于稳定；而国外产品刚出厂时可靠性就非常高，稳定性好，在接近

寿命周期终结时，故障率才会上升。这充分说明，国产机床的故障率是个典型的浴盆曲线，而进口机床的故障率是个典型的半浴盆曲线或斜直线。这也充分证明了国内企业如果不重视研发阶段可靠性控制，这种现象再持续下去，国产机床的竞争力肯定不会提升。

研发阶段进行可靠性控制的核心思想是预防，从小处着手解决可靠性问题，通过各种分析和试

验发现早期故障,并采取措施进行消除,防止故障在制造阶段和产品运行阶段出现。产品研发包括市场调研、研发决策、概念设计和分析、详细设计和分析、工艺设计、样机制造、设计改进、小批量制造、工艺改进、批量制造等一系列的流程。在上述流程的所有环节都应充分考虑可靠性问题,例如:在机床的设计阶段应充分采用可靠性设计准则,在设计评审时要对可靠性设计准则的符合性进行检查;要利用 FTA、FEMA 技术发现潜在故障;应采用分析软件对载荷、加工残余应力、热应力等应力不均现象造成的变形进行分析。在样机试制出来后,要进行大量的试验,发现潜在的故障并进行消除。在小批量试制阶段,要确定制造标准和规范,通过反复试制得到成熟的制造工艺,例如,在确定装配工艺时,要通过试验和分析精确确定螺栓的紧固扭矩。

四、制造阶段的可靠性控制

研发阶段的可靠性确定之后,制造阶段的主要任务就是确保研发过程所确定的可靠性得以实现,研发和制造两个阶段共同决定了产品的固有可靠性。事实上,产品可靠性的 80% 是在研发阶段确定的,制造阶段主要是个质量管理问题,其要害是精细化控制。同样的图纸、同样的制造工艺,国内企业的产品质量和可靠性就不如国外的产品,这充分说明,国内企业当前阶段可靠性的要害是精细化制造。

制造阶段的精细化控制要求企业把握好产品质量的精品特性、处理好精品与零缺陷之间的关系,建立确保精品形成的体系架构,为企业形成核心竞争力和创建品牌奠定基础。制造阶段的主要内容是加工、采购、装配和调试,因此,制造阶段精细化的内容主要包括以下四个方面:①精细化加工:主要是通过实施 TPM 保证设备的性能及完善程度,通过工序能力分析和改进保证加工零件的一致性。②精细化采购:与汽车和家电等大批量产品不同,机床零部件制造企业的质量保证能力普遍很差,有很多零部件(包括辅机)就是小作坊生产出来的,这些企业的管理制度很不规范,难以保证外购件的质量和可靠性,因此,要加

强对外购件的质量控制,只有外购件(外协件、功能部件、辅机)的质量得到保障,整机的可靠性才可能提升。③精细化装配:机电产品的装配不仅占用工时和成本多,而且对产品质量和可靠性的影响很大。国内机床企业的精细化装配能力很差,其现场管理水平极大地影响了装配质量。例如,国内机床企业以下现象随处可见:机床装配配钻时对安装好的直线导轨不加防护,使得细铁屑到处乱飞,钻进直线导轨的滚动部件,加速直线导轨的磨损;钳工在刮研导轨安装基面时不按规定拧螺栓,造成刮研时的应力与装配时的应力不一致;操作工安装调试时直接站在导轨防护罩上,造成防护罩的变形,影响导轨的密封;装配环境的清洁度不高,造成配合面的污染等等。这些都有悖于精细化生产的规范与要求。这些细小的环节往往导致了制造出来的产品达不到高可靠性的要求。④精细化调试:调试是对装配好的产品进行各个方面的调整,使之达到产品验收的精度要求。国内企业的装配调试缺乏系统的技术做指导,通常是靠装配工的技术水平来进行调试,经常出现的现象是,工人靠调整紧固螺栓的松紧程度来调整精度,很少使用力矩扳手,这样调整出来的产品受力情况不佳(特别是轴承),造成附加的装配应力,尽管在空运转时可以达到精度要求,但一受力精度就会丧失,也会随之带来可靠性问题。因此,为了提高产品的质量和可靠性,企业就要花大气力提高精细化制造能力,实现面向可靠性的精细化装配,将装配附加应力控制在最小限度。

五、运行阶段的可靠性控制技术

产品运行是其寿命周期的最后一个阶段,也是产品真正为用户产生价值的阶段,衡量产品质量的一个重要指标就是其“可用性”,而可用性主要就是由可靠性来决定的。产品的设计和制造决定了产品的固有可靠性,而固有可靠性的发挥和保障主要体现在运行阶段。

统计数据显示,在机床的运行阶段造成的故障要占机床总故障率的 20% 以上。因此,在产品安装、调试和运行阶段要进行精细化控制。主要

内容包括：①严格控制机床的工作环境（温度、湿度、灰尘、振动等），减少温度导致的变形、温度剧烈变化造成的露凝、灰尘过大造成的磨损等。②使机床的实际工作条件限定在设计规定的最大范围内，不要超负荷使用，造成过度磨损和故障增加。③用户应按照规定认真进行日常维护保养及正常的维修，以充分发挥产品的固有可靠性。④提高企业的维修技术和服务能力，在机床产品出现故障时，能够在最短的时间快速处理故障。为此，企业应该建立机床运行状态（振动、温度、压力和流量等机械状态量）的实时监控系统和机床维护保养条件的监控系统，使得机床的固有可靠性得到最大限度的发挥。

长期以来，国内机床的用户对国产机床有很大的偏见，认为国产机床的可靠性和精度只适合做粗加工使用，造成机床的运行环境恶劣，不定期进行维护保养，这种粗放的使用方式更加剧了故障的发生率，造成恶性循环。反观进口机床，固然有其固有可靠性本身就比国产机床高的因素，再加上故障的维修费用很高，用户的使用就非常精细，严格按照规定的环境和条件进行使用，使得进口机床的固有可靠性能够得到最大限度的发挥。因此，要提高国产机床的可靠性，也要密切关注运行过程，要使用户建立起对国产机床的信心，要对用户进行充分的操作和维护保养的培训，特别是要编写好产品的使用说明书。

六、打造企业的可靠性增长能力

当前，国内机床制造企业的可靠性人才极度缺乏，主要靠相关高校和院所的技术力量帮助企业开展可靠性工作。这样的合作关系一般是以科研项目为依托，制定一个可靠性目标，然后围绕该目标开展工作，不重视企业自身可靠性增长能力的打造，项目结束后，这种合作关系就不复存在，研究成果没有延续性，企业的可靠性也无法持续提高。因此，为了提高国产机床的可靠性，需要从打造企业的可靠性增长能力入手，增强企业自身的“可靠性”素质，才能确保制造出比国外更可靠的产品。企业的可靠性增长能力主要包括四个方面：可靠性设计分析能力、制造可靠性控

制能力、可靠性试验提升能力和可靠性管理保障能力（包括人才能力）。

1. 可靠性设计分析能力

可靠性首先是设计出来的，设计保证了产品的先天可靠性。国产机床的可靠性差，主要原因之一就是在产品设计时主要采用“类比”或“反求”技术，基本不进行可靠性设计和分析，造成产品可靠性的先天不足。造成这一现象的原因除了意识不够外，很重要的原因就是缺乏可靠性设计分析手段。因此，企业为了提高产品质量，就必须在设计上狠下功夫，要害是打造可靠性设计分析能力。

2. 制造可靠性控制能力

设计的可靠性要求能否达到，完全靠制造过程来保证，根据笔者的观察，制造过程的精细化是影响产品可靠性的主要因素之一。为了提高精细化制造水平，必须关注两个问题：制造工艺的合理性和制造过程的精细性。这两个问题代表了制造可靠性控制的能力。在制造工艺方面，要通过理论分析和试验确定最佳加工工艺和装配工艺，要计算分析并提升制造设备的工序能力，使得加工的零件一致性好。在装配工艺制定方面，要采用可靠性驱动的装配工艺方法，设计合理的工具和装配流程，使得装配过程不会产生附加应力。另外，还要严格控制外购件的质量和可靠性。在制造过程的精细化方面，要害是装配环境的控制（实现清洁装配）和工艺纪律的严格执行。由于国内企业的员工缺乏严格的训练，造成工作的随意性大，有规范也不严格执行，使得制造过程造成很多潜在的可靠性问题。

3. 可靠性试验提升能力

试验是发现故障、评估可靠性水平和提升产品可靠性的重要手段，可靠性试验贯穿于产品的寿命周期，包括研发阶段的可靠性增长试验、制造阶段的可靠性鉴定试验和验收试验、使用阶段的可靠性现场试验等。国外企业高度重视可靠性试验，通过试验发现产品存在的问题并及时纠正。国内企业对可靠性试验一直重视不够，缺乏实验手段和试验方法，也对试验获取的数据利用不够，这也是造成国产机床可靠性差的主要原因之一。

因此，企业应该努力提升自身的可靠性试验提升能力。可靠性试验提升能力包括试验能力和提升能力两个方面，包括：试验台的研制、全套试验规范的制定、试验数据处理技术开发、可靠性增长技术体系（包括早期故障消除体系）的建立等。在建立可靠性试验提升能力时，既要做功能部件和整机的试验，也要包括外购件（包括辅机和外协件）的试验；既要重视试验台硬件的研制，更要重视试验规范的制定，在制定试验规范时要进行大量的理论分析、计算和实验（特别是加速、加载条件和试验循环的确定）。由于试验数据是发现故障和进行可靠性评估的主要依据，还要高度重视试验数据的分析、处理和评估算法。另外，可靠性试验的主要目的是激发潜在故障，并对故障进行早期消除作业，因此，建立闭环的可靠性增长技术体系也至关重要，要将主要故障都消除在制造企业内部。

4. 可靠性管理保障能力

多年的实践表明，可靠性是个技术问题，但更是个管理问题。由于国内企业的管理水平较低，造成工作质量不能保证，产品的故障频出。目前，很多企业将可靠性看作是个纯粹的技术问题，仅仅从技术上去攻关，而不是将技术与管理相结合，

严重时完全忽略了管理问题，造成产品的质量和可靠性均很差，可靠性不能实现持续增长。因此，为了提高产品可靠性，企业必须下气力提升自己的管理水平，打造自身的可靠性管理保障能力。可靠性管理保障能力包括：可靠性管理体系的建立和有效运行、精细化设计和制造、管理标准和规范的建立、工作质量的提升、持续的教育和培训、激励和约束机制的建立、可靠性评估技术的建立、可靠性人才的培养等。可靠性管理能力的提升是个系统工程，要靠系统的整体规划、精细化的标准体系和严谨的工作态度来保障。

七、可靠性管理体系的建立和运行

可靠性管理能力的提升和可靠性工程的实施，其核心是建立一套结构合理且运行有效的管理体系，可靠性管理体系既要充分体现可靠性管理的特点，又要与企业的 ISO9000 质量管理体系实现有效融合。另外，可靠性管理体系要覆盖产品的寿命周期。笔者结合国家科技重大专项项目，参照 ISO9000 质量管理体系标准，已为国内多家机床制造企业建立了可靠性管理体系，体系结构如图 2 所示。

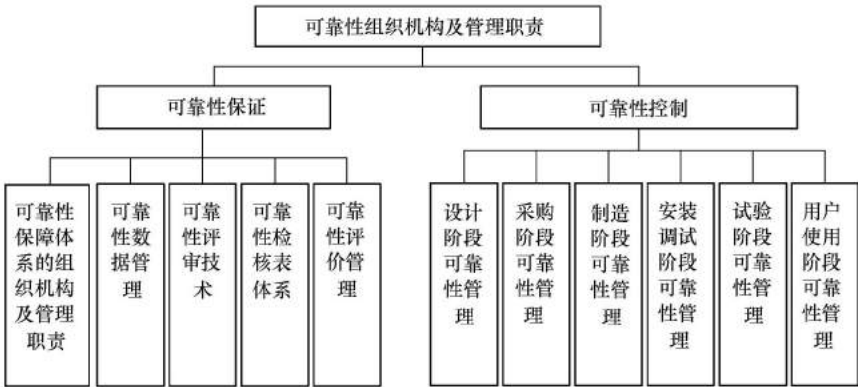


图 2 机床可靠性管理体系

八、结束语

数控机床的可靠性工作欲见实效，关键还得靠机床制造企业自身的可靠性意识与实际行动，国外名牌数控机床的可靠性水平有目共睹，也是靠企业自身的可靠性意识和健全的可靠性管理体

系来保障的。因此，要围绕“提升意识”、“精细化制造”、“打造自身能力”、“提升研发和试验水平”来建立企业自身的可靠性增长能力。笔者相信，只要领导重视、措施得力、长效坚持，国产机床的可靠性是完全可以得到的提升的。□

从 EMO2013 欧洲机床展看 数控机床的发展趋势

中国机床工具工业协会 邵钦作

2009 年以来,国际金融危机对世界经济影响严重,主要表现在主权债务危机的阴影笼罩着欧美主要国家,实体经济恢复缓慢,世界经济复苏呈现反复和不稳定态势。2013 年美、日在量化宽松货币政策推动下经济表现有好转迹象,但欧元区经济恢复缓慢,新兴经济体经济增速放慢,同时随着发达经济体量化宽松政策和贸易保护主义措施负面影响的扩大,新兴经济体面临严峻的挑战。整体看世界经济在相对平稳中呈现弱增长状态。受国际金融危机的深层次影响,国际经济复苏的不稳定因素增加,世界经济处于调整、变革和再平衡的深刻变化之中。

由德国机床制造商协会(VDW)主办的 2013 年欧洲机床展览会(简称 EMO2013)于 2013 年 9 月 16~21 日在德国汉诺威展览中心举行。世界各国的机床工具制造商带着他们的最新理念、创新技术、解决方案再次聚会汉诺威,以应对制造业现今和未来所面临的各种挑战。汉诺威欧洲机床展 EMO2013 的主题——智能生产(Intelligence in Production!),向世界展示智能生产的最新成就和美好未来。EMO2013 展示当今世界的最新机床工具产品、高效的技术解决方案、产品支持服务,以及其他产品和技术。

EMO2013 共有来自 43 个国家和地区的 2131 家机床制造厂商参展,展览面积达到 18.06 万平方米。共有来自超过 114 个国家的 142804 名专业观众参观了本届展会,其中 58776 名参观者来自德国以外,占总参观人数的 41.2%,参观者不乏各行各业的投资决策者、全球制造技术市场领军者、相关科学家和政府官员。EMO 2013 与 EMO2011 相

比,展览面积为 102.3%、参展商为 104.6%、观众数量为 103%,3 项指标都有所增长。由此表明,虽然世界经济不太景气,但作为制造业的工作母机——机床工具产业已经开始积聚力量,蓄势待发。世界机床产业的回暖对于推动世界经济复苏,将产生积极影响。

EMO2013 是当今世界规模最大的金属加工设备展览会,参展展品涉及 68 大类 852 小类,几乎囊括了金属加工领域所有技术门类和产品品种,展品包括机床主机两千多台,功能部件、仪器、工具、附件、电气电子产品、系统及软件等数十万件(套)。EMO2013 被业界称为世界数控机床发展的晴雨表和风向标,笔者有幸作为中国机床工具协会代表团成员参与 EMO2013 考察活动,从展品看数控机床的发展趋势,体现在高效化、自动化和智能化的发展尤为明显。

一、高效加工成为数控机床发展的重要方向

效率是企业运营的生命,有生产效率才有效益和竞争力,企业才能可持续发展。世界经济复苏对提高制造业生产效率要求更加迫切。本届展会高效机床主要体现在以下方面:

1. 高效专门化机床发展加快

突出表现在多家企业展出最新结构的多主轴多刀卧式自动车床、转台式柔性组合机床等高效专门化机床,在汽车、摩托车、通用机械和家电等大批量零件高效加工中发挥着无可替代的作用。

图 1 为德国 Schutte 公司展出最新 SCX-32 型 6 轴卧式多刀自动车床,主轴转速 7000r/min,快移

30m/min，采用西门子数控系统，具有很高加工效率。



图1 德国 Schutte 公司 SCX-32 型 6 轴卧式多刀自动车床

德国 INDEX 公司新推出的 MS22-8 型 8 轴自动车和车削中心（见图 2），可以根据需要按 4 + 4 轴排列，或 6 + 2（摆动轴）排列；完全独立主轴在 16 个刀具滑台中任何位置的最高转速都能达到 10000r/min，X/Z/Y 行程为 62/85/24mm；可同时对多个工件进行多刀切削，包括后部加工；机床可以每天三班运行；具有车、偏心钻、切螺纹、打斜孔、铣、深孔钻及开槽、滚齿等复合加工功能。



图2 德国 INDEX 公司 MS22-8 型 8 轴自动车床

瑞士 Pfiffner 公司展出的转台式多工位组合机床引人注目（见图 3）。该机床具有精密、高效、模块化结构的特点，带有立式、卧式多种动力头和上料器，模块化刀具系统等，整机每工位可以调整，产能很高。

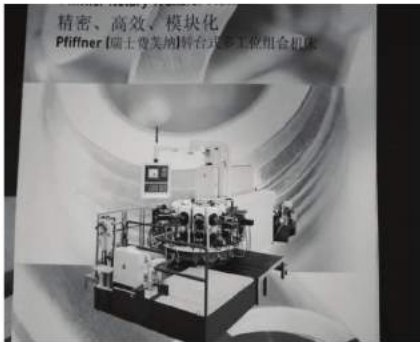


图3 瑞士 Pfiffner 公司转台式多工位组合机床

意大利 BTB 公司展出的机器人上下料的转台式多工位组合机床（见图 4），可以根据钻孔、车削、罗纹加工、镗孔、铣削等工艺选择工作主轴部件。该机型适合于阀门类零件的高效加工。

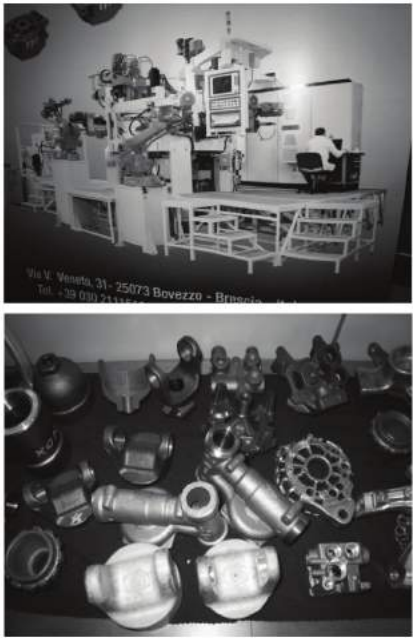


图4 意大利 BTB 公司的机器人上下料的转台式多工位组合机床

2. 并行加工机床异军突起

从本届展会展品看，并行加工成为了高效加工的一个重要发展方向。很多展商展出了可进行并行加工的机床，如双轴加工中心，双主轴多刀塔数控车床等。

日本森精机公司（MORI SEIKI）首次展出概念机型——i50 型加工中心（见图 5）。该机型为卧式双主轴结构，换刀机构在主轴正上方。据介绍该机型是新一代高生产率大批量加工汽车发动机组件的超紧凑、高效型卧式加工中心。



图5 日本森精机公司（MORI SEIKI）展出概念机型——i50 型加工中心

德国巨浪公司展出 4 主轴立式加工中心（见

图6)，单机效率可提高数倍。



图6 德国巨浪公司4主轴立式加工中心

DMG 公司展出的 SPRINT 65 型铣车复合单元 (见图7)，最大加工直径 65mm，配置正副主轴，3 个 12 刀位 VDI 30 刀塔，其中下刀塔拥有 B 轴，带 B 轴的下刀塔，可以实现工件的六面整套加工，以及负角度加工。

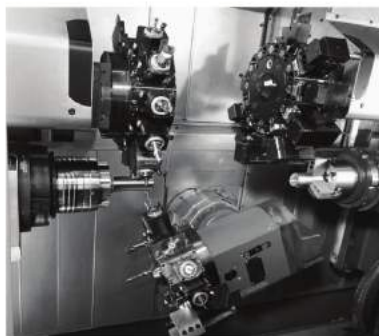


图7 DMG 公司 SPRINT 65 型铣车复合单元

EMG 公司的 V160G 双主轴立车 (见图8)。配置 4 刀塔、正副主轴。正副主轴可以独立进行车、铣加工，正副主轴之间工件可以进行交换，实现工件的 6 面加工。还可以实现磨削加工。

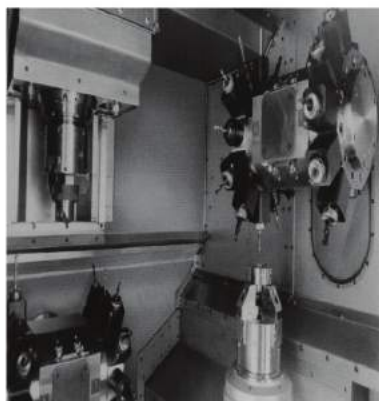


图8 EMG 公司 V160G 双主轴立车

MAG 公司展出双主轴卧式加工中心 (见图9) 引人注目。该机型 2 个换刀机构共享 1 个刀库，结

构新颖，双主轴明显提高加工效率。

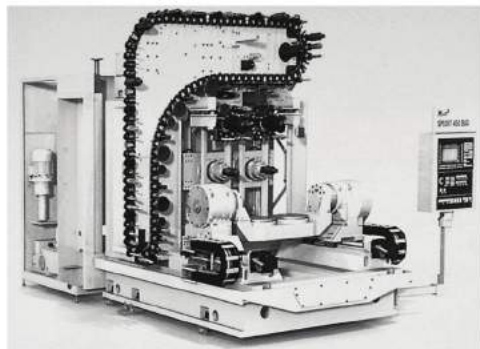


图9 MAG 公司双主轴卧式加工中心

斯达拉格集团宝美公司展出 S100 型四面加工单元 (见图10)。该加工单元每面分别有 2 根立式主轴，4 面有 8 根加工主轴，形成 4 面体 8 轴加工单元，别具特色。



图10 斯达拉格集团宝美公司 S100 型四面加工单元

德国 Krause & mauser 公司展出多主轴加工工作站，其特点是工作站内多主轴固定位置，主轴上的刀具转动，工件通过机械手送到各个主轴转动的刀具上加工，形成独特工作流程。工件移动速度极快，因而加工效率甚高。

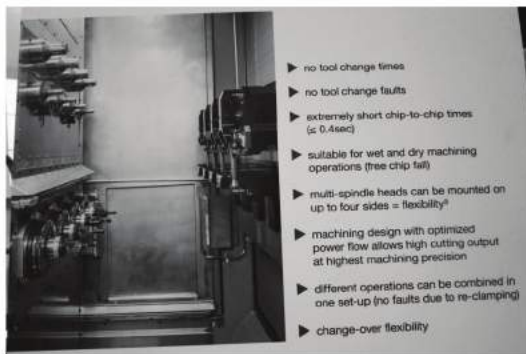


图11 德国 krause & mauser 公司多主轴加工工作站

3. 新一代机床刚性更高、功率更大、速度更快

DMG 公司推出第 4 代加工中心的典型机型——DMU80P 型加工中心（见图 12）。据介绍：该机床刚性提高了 30%；主轴功率 77kW，最高扭矩为 1000N·m；仅需 0.5s 的刀具更换时间和最多可容纳 363 件刀具；通过以需求为指南的智能化可降低能耗 30%；通过全水冷的进给驱动实现高精度，零部件精度最多可提高 30%。总之，新机型全面提高加工性能和效率。



图 12 DMG 公司 DMU80P 型加工中心

日本牧野公司展出了 D800Z 型五轴立式加工中心（见图 13）。该机床 X、Y、Z 轴行程分别为 1200mm、1100mm、650mm，B 轴回转范围 0°~93°，C 轴 360°；主轴最高转速 14000r/min，主轴功率 26/18.5kW。该机床的显著特点是：悬臂 B/C 轴倾摆式工作台采用大扭矩力矩电机直接驱动，可承载最重 1200kg、最大直径 1000mm 的工件。该机床适用于航空工业及模具工业精密零件的加工。

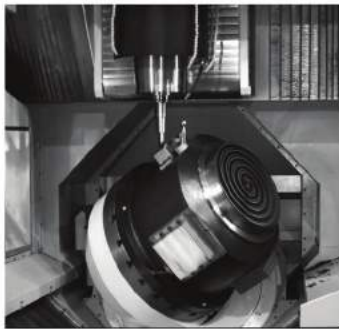


图 13 日本牧野公司 D800Z 型五轴立式加工中心

4. 生产线更加紧凑，生产节拍加快，加工效率相应提高

EMG 公司展出盘齿轮从毛坯到成品加工线（见图 14），加工主机紧密相接，主机之间直接用机械手传送工件，无传送装置，布局紧凑，齿轮生产节拍 25s。



图 14

二、机床与机器人的集成应用成为加工自动化的主流趋势

主要体现在以下方面：

1. 机器人与数控机床融合成一体的柔性加工单元（FMC）

如联合磨床集团公司（原名斯莱福临集团）展出的刀具磨削单元（见图 15），单元中部为磨削主机，左右分为磨具和工件的机器人上下料装置，3 个部分浑然一体，成为刀具磨削柔性单元。



图 15 联合磨床集团公司刀具磨削单元

有多家企业展出机器人与数控车床融合成一体柔性单元，机器人作为数控车床的上下料工序。图 16 为斯宾纳公司展出的机器人融入数控车床内部的柔性单元。



图 16 斯宾纳公司机器人融入数控车床内部的柔性单元

2. 桁架机器人与数控机床结合成为柔性线

多家企业展出桁架机器人与数控机床集成柔性生产线。如大连机床集团在 EMO2013 上展出机器人与数控车床及加工中心组成的柔性生产线

(见图 17)。



图 17 大连机床集团机器人与数控车床及加工中心组成的柔性生产线

3. 托盘交换系统与机器人 + 物流线组合成柔性制造系统

对于加工重型工件，托盘交换系统与机器人 + 物流线组合成柔性制造系统具有独特优势。图 18 为 DMG 公司的展品。



图 18 DMG 公司托盘交换系统

三、智能化成为数控技术主攻方向

智能制造装备是具有感知、分析、控制、执行、加工功能的制造装备，它是先进制造技术、信息技术和智能技术的集成和深度融合的产物。EM2013 展会以智能生产为主题，突出数控机床是智能制造的核心装备。制造业从数字化、自动化、信息化到智能化，这是科技进步的台阶。随着科技进步的步伐，远程监视、自动测量、实时补偿、自适应控制等智能化技术不断涌现，智能主轴、智能机器人、聪明机床、智能系统的相继问世，标志着智能生产正向我们走来。

展会上，HEIDENHAIN 公司展出的新一代总线式数控系统 TNC 640，增加了动态碰撞监测 (DCM)、主动减振 (ACC)、自适应进给速度 (AFC)、摆线铣削加工等多项智能功能。

日本 OKUMA 公司在以前的 3 项智能技术上，

新增加了一项智能加工技术——五轴加工自动调整系统 (5-Axis Auto Tuning System)，如图 19 所示。该项功能可使用测头和标准球来测量五轴联动机床的几何误差，再用得到的测量结果对五轴联动机床运动误差进行补偿，从而提高五轴联动机床的加工精度。

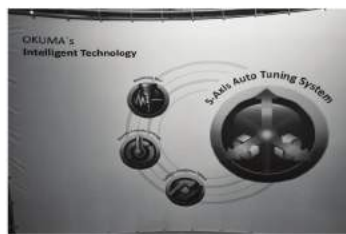


图 19 日本 OKUMA 公司 4 项智能技术

DMG/Mori Seiki 联盟在基于优化客户工艺流程的考虑，推出了 CELOS 应用程序 (见图 20)。含有 12 项功能，即：作业管理器 (Job Manager)、作业助手 (Job Assistant)、CAD-CAM 浏览 (CAD-CAM view)、计算器 (Tech Calculator)、文件归档 (Documents)、管理 (Organizer)、远程服务 (Net-service)、设备检查 (Machine check)、节能 (Energy saving)、设置 (Settings)、状态监测 (Status Monitor)、控制系统 (Control)。用户可实现对订单、工艺流程数据和机床数据进行一体化数字管理、记录存档和可视化处理。



图 20 DMG/Mori Seiki 联盟数控机床 CELOS 应用程序

阿齐夏米尔公司也推出了自己的智能机床软件包，主要包括设备保护、提高加工精度、提高生产效率三个方面的内容。在本届展会上展出的最新产品 HSM 200U LP 配置有高级加工系统 (APS)、断电保护 (PFP)、智能热补偿 (ITC)、操作者支持系统 (OSS) 以及远程通知系统 (RNS)。

四、结语

EMO2013 聚世界机床工具之精品，集国际制造技术之大成，给了我们以多方位的丰富感受和体会。现仅于搜集的某些展品信息，发表个人看法，以供同仁参考。□

机床主轴功能部件技术发展现状与展望

中国机床工具工业协会主轴功能部件分会 钟 洪

机床主轴功能部件是决定机床加工精度、效率等的重要核心部件。制造优质主轴功能部件是机床升级换代、提高机床在国际市场的竞争力的有力保障，全行业都在为之努力。用中国的机床主轴功能部件装备中国机床是当前主轴行业为之奋斗的目标。

一、机床主轴功能部件技术内容

机床主轴功能部件技术涉及到机、电、液、气的设计，应用到数理化各个领域的综合技术，主要包含以下几个方面。

1. 理论计算技术

主要包括：主轴系统结构布局优化，电主轴的电磁计算，滑动轴承的压力场计算等最基本的理论计算技术，以及动态理论计算、弹流计算、温度场计算等。

2. 试验研究技术

试验研究是检验理论计算正确性所必不可少的手段。试验研究还可以发展主轴的测试计量技术，促进测试技术的发展。试验研究包括工艺试验，而工艺试验是主轴设计的基本要求，同时也是主轴零件能否制造的保证。

3. 设计技术

(1) 满足功能要求：动作和动作的精度。

(2) 具备能保证动作和动作精度所需要的刚性、强度和耐磨性，这就要对所设计的模型进行力学分析，进行弹性变形、材料强度、油膜刚度和承载能力等分析计算，并考虑热处理问题。

(3) 设计的零件的加工性能和零件的装配性能。

(4) 所设计的零件首先能加工制造出来，然后可以采用最简单的工艺过程就能加工出来。

(5) 所有的零件都能对尺寸精度和形位精度进行检测。

(6) 如果无法采用现有的工艺和相应的工艺装备加工，就需要设计出新的工艺装备。

(7) 零件加工完后，所有零件都能按要求装配，如果装配有困难，应该在零件设计中同时考虑零件的装配问题，或者同时设计出装配用的工装夹具等。

(8) 所有的设计优先采用标准件和标准尺寸。

从以上机械设计必须遵从的原则来看，基础研究相当重要。主轴部件的设计技术不外乎也是这些，但也有它特殊的地方，例如还必须考虑转子动力学特性、主轴系统结构布局优化、电主轴的电磁计算、滑动轴承的压力场计算等最基本的理论计算技术，以及动态理论计算、弹流计算、温度场计算等。

4. 制造技术

包括工艺流程及相应的工艺装备、热处理工艺及相应的热处理装备、装配调试及相应的工具夹具、加工和装配车间的环境等。

5. 测试技术

主轴功能部件测试，除需要一般机械零件的计量技术外，还需要主轴专用的计量技术，例如动平衡计量技术、回转精度计量技术等。

二、海内外主轴功能部件制造业现状

1. 海外主轴功能部件制造业现状

(1) 行业规模、市场结构。国际上主轴产品

的生产主要有德国、瑞士、意大利、美国、日本、韩国、中国台湾等国家和地区。在高端应用领域,德国、瑞士、意大利、美国、日本牢牢掌控着市场,其主轴产品基本能够占到全部需求量的80%以上,主要应用在高精密加工中心、数控铣、车铣复合中心、镗铣床、磨床、高端木工机械等领域。在中档应用领域,韩国、中国台湾地区的主轴主要应用于立式加工中心、数控车、木工机械等领域。特别值得一提的是中国台湾地区,其主轴产品在大陆的市场占有率80%以上,随着ECFA协议于2011年开始实施,台湾地区主轴产品的竞争优势得到进一步扩大,其市场占有率得到进一步提升。

(2) 产业链竞争格局。以欧美日等国为例,一些国际上知名的主轴公司均已有至少30~70年的主轴研发历史,大部分主轴公司经历了市场的洗礼,并且在激烈的市场竞争中生存下来,其主轴产业链各个环节分工明确,配套紧密,在所有涉及主轴领域的关键环节上均掌握了核心技术,例如材料、刀具接口、松拉刀系统、编码器系统、伺服驱动控制系统、CNC、高精度轴承、高性能电机、高性能刀具、高精密数控机床、高性能动平衡设备、电机(电主轴)综合测试系统、高精密检测仪器及设备。从设计、制造、检测到实验测试等各个环节实现了全覆盖,实现了社会化大分工,建立了产、学、研、用相结合、互相交融的创新模式,积累了主轴领域绝大多数的专利和技术标准,形成了一大批在各自领域处于全球领先水平的知名企业。

以中国台湾地区为例,该地区的主轴企业具有鲜明的特色:从业企业数量较多、产品相对单一、生产场地和雇员规模较小,但是社会化分工很细,涉及主轴领域的制造企业很多,小到螺帽、拉钉、刀爪的零部件均有专业厂家进行生产。中国台湾地区主轴企业有相对较为统一的设计和研发机构——台湾工业研究院,也就是说他们有相对较好的基础研究的支撑,零部件制造由专业的协作厂家完成。主轴企业以装配、测试为主,大批量的产品是机械式的加工中心和数控车床主轴,产业配套较为完备。

(3) 行业技术现状。技术发展所处阶段及主

要研发领域包括:基础研究、应用研究、设计开发、生产制造和市场环节等。

海外企业在主轴产业的基础研究上处于领先地位,大量新技术、新材料、新工艺被研发用于适应主轴的不同应用场合和领域。他们掌握了大部分涉及主轴应用领域的国际专利,制订了相关的国际标准,在中高端市场上,其主轴产品随国外先进国家的机床产品进入各个市场,具有垄断地位。在设计开发、生产制造、市场开拓上,国外主轴企业立足于市场需求,在提高产品性能和可靠性上下足了功夫,持续取得满意的成果。主轴企业与相关的大学、科研机构、产业协作企业建立了紧密合作的机制,共同研发新产品、新技术;通过工艺的工程化研究确定产业化路径,提前抢占市场,通过获取的丰厚利润再进行科技投入;研发前瞻性的技术或产品,各合作体之间有着较深的利益渗透,你中有我,我中有你,形成了强大的产业利益联盟。

人们都说中国台湾地区的主轴比我们的好。仔细分析一下也不难看出,中国台湾地区是“做”得比我们的好。在电主轴方面,台湾地区的基础研究包括工艺试验比我们强得多,试验研究也做得比我们多,配套系统比我们好得多。但台湾地区的静压动静压主轴比我们落后,现在还处于基础研究和初步应用阶段,主要有台湾工业研究院机械研究所、中原大学等单位来承担基础研究,真正在机床上应用的还不多。

2. 国内主轴功能部件制造业现状

(1) 行业规模、市场结构及产业链竞争力

国内主轴企业(不含台湾地区)年产值规模约在5~7亿元人民币左右,其中流体润滑主轴约占1亿元人民币。产品主要应用领域在中低档磨削、车削、PCB钻孔、雕刻铣、玻璃磨削、数控机床、特殊试验等领域。产业链不完整,与欧美日等先进国家相比,在材料、刀具接口、松拉刀系统、编码器系统、伺服驱动控制系统、CNC、高精度轴承、高性能电机、高性能刀具、高精密数控机床、高性能动平衡设备、电机(电主轴)综合测试系统、高精密检测仪器及设备等领域不具备竞争力,技术开发能力差,技术研发力量分散,产业化不成规模。

(2) 主轴行业企业产品范围

在滚动轴承主轴制造领域, 洛阳轴研科技的主要产品为磨削及其他数控机床和特殊行业用主轴; 广州昊志主攻 PCB 钻孔、磨削及其他数控机床用主轴; 江苏星辰产品为雕刻机、木工机械和数控机床用主轴; 济宁博特、无锡博华及西安合升动力主要生产磨削及其他数控机床和雕刻机主轴。其他厂家还有无锡开源、安阳斯普、无锡精展、无锡阳光等。

在滑动轴承主轴制造领域, 上海原创主要设计生产各类静压动静压主轴、静压导轨、静压转台等静压动静压轴承功能部件; 东方精益和北航精密机电主要产品为磨床动静压主轴。其他厂家还有北航精研、湖大海捷、军创科梦、无锡新风等。

(3) 国内主轴行业技术现状

国内主轴产业技术的发展现状还未能脱离模仿发展的路子。由于缺乏基础研究的支撑, 在近年来见到的电主轴新产品, 多为大扭矩、永磁电机、高速电主轴等, 但很少有原创技术, 产品还是模仿产品, 处于中低档水平为主。

在流体润滑主轴方面, 情况却不同, 国内液体静压动静压主轴的研究开始于上世纪 60 年代初, 当时研究单位主要有上海机床厂、广州机床研究所静压技术研究室等。从一开始他们就不是仅仅满足于“known how”, 而是紧紧围绕“known why”来进行研究。静压轴承的结构设计计算, 动静压轴承的油膜压力场计算, 弹流润滑计算, 模拟各种工况的试验研究等都做得很深很细, 做了许多静压动静压轴承零件加工的工艺试验。显然因为基础研究比较到位, 积累了技术基础, 因此国产静压支承品种俱全, 国产 20 万转/分的气体静压主轴在机械加工行业, 特别在电路板行业已经大量使用。液体静压电主轴 D_{mn} 值也已达 10^6 以上。多种高精度磨床主轴和内置式电主轴都已应用于高档数控机床重大专项, 可成功替代国外进口, 而成本仅是进口的 $1/5 \sim 1/3$, 进口设备的国产化替代改造都能达到或超过原主轴水平。国外新推出的 PM 节流阀实际是国内上世纪 60 年代广泛应用的薄膜节流器的一种变形, 虽然静态特性好, 但克服不了动态特性差的缺点。

目前, 行业内还有不少企业对于研究成果的应用并不重视, 以至于产品质量参差不齐。例如油腔中存有空气是影响动态特性的重要因素, 仍有些产品装有油腔压力表, 因此仍然不能放松对冷却技术、密封技术和动态特性等基础研究成果的推广和发展。

应该说我国的液体静压轴承主轴已达到世界先进水平, 其理论计算、设计技术、制造技术、装配调试技术等都不落后, 这应该归功于我们的基础研究做得好。

(4) 国内技术方面目前面临的主要问题

国内滚动轴承主轴落后于国际先进水平的主要原因是, 缺乏包括对主轴在内的数控机床功能部件系统性的、长远的科技发展规划; 主轴领域的科技发展未得到相关部门的足够重视, 对其科研支持力度不够; 企业本身科技资金投入太少, 加之人才严重流失, 电主轴等关键功能部件的技术水平与国际上相比一直处于落后状态。其次是技术水平的落后导致产品设计理念陈旧, 国内主机配套市场不接受, 政策的引导作用不够, 导致国产中高档数控机床不愿意配套国产主轴产品。面对国外技术和国内市场的夹击, 造成在中高端应用领域几乎看不到国产主轴。技术不如人家, 产品利润率低, 造成了对于研发的投入越来越少, 陷入恶性循环。此外国内主轴相关配套领域一直是短板状态, 主轴领域的研发缺乏原材料、高性能电机、编码器、拉刀机构、主轴驱动装置、精密加工设备和监测装置等重要的配套协作的密切配合, 高品质、高性能的主轴产品从何谈起?

从核心技术的研发上来看, 其主要原因是国内主轴行业缺乏技术核心研发团队, 在主轴产品的相关领域缺乏原创专利、标准等核心自主知识产权, 缺乏自主创新的能力; 其次是国外先进技术由于种种原因对国内设置壁垒和障碍, 对于先进技术的扩散实行严格的管理, 造成了我们对于先进技术不能够快速了解和掌握, 严重制约了产品的升级换代和技术进步; 再有是国内相关的研究机构、大学等同样缺乏认真真的基础研究, 其研发成果往往也是模仿产品, 与企业的实际需求差距较大, 表面好看, 却不太实用, 他们与企业

之间未形成利益互相渗透、密切合作的局面,企业担心其研发的技术是否具有成熟性,而他们则担心企业一旦掌握技术是否还会长期合作下去,这样就造成了许多优质资源白白浪费,技术发展始终处于模仿国外的阶段。

从加工技术角度来看,缺乏专用设备,这是由于机床制造企业对用于工艺试验的研究且批量太小的专机不感兴趣。

二、技术发展趋势

1. 国际技术发展的趋势和动向

近年来,国外主轴产业的发展呈现出如下特点:

(1) 资本运作频繁。处于产业或行业顶尖地位的跨国公司为了掌握新技术或者打压竞争者,加快了对于中小企业的兼并重组,不仅收购同行业的小公司,还逐步扩展到主轴相关配套领域的企业。

(2) 在市场开发上,加快在欠发达地区布点的步伐,尤其是经济迅猛发展的中国市场,成为国际先进企业的首选目标,他们纷纷来华建立办事机构、合资工厂、维修基地,加大产品的本土化生产。

(3) 在技术开发上,一方面进行前沿新技术的持续研发,一方面不断提高产品的可靠性,加大主轴应用技术和制造工艺技术的研发力度,力争产品具有最优化的设计和最佳的性价比。

2. 国际技术发展的重点领域

近年来,主轴产业技术发展呈现如下特点:

①高可靠性;②高输出特性;③高智能性;④高环保性;⑤主轴轴承高刚性与高速性的和谐统一;⑥主轴刀具及电气的接口标准化程度高;⑦模块化设计;⑧主轴长寿命期免维护。

具体来讲:电主轴 D_{mn} 值不断升高,产品级的 D_{mn} 值已经可以稳定达到300万以上,体现出很高的轴承和主轴设计水平。电主轴内装电机大量采用铸铜转子和永磁同步电机,电机功率密度得到较大提升,定子环氧封固工艺日趋完善。主轴润滑主要采用油气和油脂润滑形式,对环境的污染降到了操作者可以忍受的程度。主轴大量采用热、振动等传感装置,对于机床加工性能可以进行精确的量化提升。在一些磨削、数控车、加工中心

主轴上出现了自动在线动平衡装置,对于需要频繁修整砂轮、上下工件、更换刀具的应用领域,带来了革命性的主轴应用体验。主轴设计结构模块化,同系列主轴产品零部件的通用化程度不断提高,提高了主轴零部件的制造工艺性,大大压缩了产品制造周期,降低了装配和维修保养难度。主轴产品的平均无故障时间 $MTBF$ 达到2年以上,正常使用情况下,主轴在使用寿命期内几乎无需保养和更换轴承。

(1) 新技术领域:永磁同步电机技术得到大量应用,为电主轴带来了高功率密度和小体积的特性。高 D_{mn} 值情况下,轴承润滑定量油脂添加技术得到应用。陶瓷混合球轴承大量得到应用,已经成为市场的主流。轴承智能预紧技术得到应用,随着应用工况的变化,轴承预紧力可以动态调整。智能动平衡技术已经开始应用。

(2) 新材料领域:代替常规螺旋弹簧、碟形弹簧对轴承施加预紧力的压电陶瓷类材料得到应用,通过电流可以控制变形量从而精确施加预紧力。轴承座孔出现了类似于橡胶-钢材混合特性的材料,既可以满足加工的需要,有一定的硬度,还能够有效吸收轴承高速状态下的震动。钕铁硼作为永磁电机转子的关键材料得到大量应用,大大提高了电机的动态特性。

新型润滑剂的应用在国外研究得如火如荼,例如水润滑静压轴承。当然国内湖大海捷也在研究水润滑静压轴承并在磨床上应用成功;对于气油混合润滑静压动静压轴承,国外已做了很多的试验台试验,可以进一步探索。

(3) 新工艺领域:永磁电主轴转轴加工完成后的后充磁工艺,解决了永磁电主轴加工制造、动平衡以及装配过程中遇到的难题。电主轴电机定子环氧封固工艺保证了电机定子的高密封性,既防止杂物和水进入绕组,又能够很好地散热,降低了运输或者装配过程中对于定子额外的保护要求。铸铜转子工艺成熟,提高了电机的效率,降低了能耗。

3. 国内行业技术发展的新进展

为了应对激烈的市场竞争,国内主轴产业向两个方向发展:第一种是低成本、大批量复制、产

品结构单一,靠价格战来血拼低端市场;第二种是注重研发,跟踪国外先进技术,以产品性价比和质量提升占领市场。

可喜的是,轴研科技、上海原创、广州昊志、无锡博华、靖江星辰、无锡阳光等企业,十分注重新技术的研发和跟踪,注重新产品和新应用领域的开发和开拓,注重对国际先进技术的引进和消化,并在此基础上进行二次开发。同时,注重与国内大学、科研机构的联合研究与开发,形成了较好的产学研合作格局。

三、主轴功能部件行业技术发展重点

1. 新环境和新形势对产业发展的需求及挑战

近年来,主轴产业技术发展越来越表现出如下特点:①高可靠性;②高输出特性;③高智能性;④高环保性;⑤主轴轴承高刚性与高速性的和谐统一;⑥主轴刀具及电气的接口标准化程度高;⑦模块化设计;⑧主轴长寿命期免维护。这些市场需求对于技术研发所提出的要求,是我们未来发展所面临的机遇和挑战。

(1) 以汽车产业为代表的需求特性。首先是由数控机床组成的柔性生产线及成套设备将成为重点之一,这些生产线的特点:一是高速,主轴转速一般为 $8000 \sim 12000 \text{ r/min}$,进给速度高,一般为 $60 \sim 80 \text{ m/min}$,换刀快,一般为 $1 \sim 2 \text{ s}$;二是可靠性高, $MTBF$ 一般为 $800 \sim 900 \text{ h}$;三是成套性好,这些柔性线不但要求配备好的夹具、刀具,还要配备好的工艺软件和控制软件;四是要求精度高,产品加工的一致性。今后进入汽车等领域的机床产品要更加体现柔性加工,以保证汽车产品的多样化;工艺成套,以保证汽车产品的规模化。

(2) 以重点大装备为代表的需求特性。以航空、航天、发电、船舶、冶金、重型机器为代表的高精尖、大型专用设备成为第二方面需求的重点。这些设备往往单价较高,要求特殊,难度较大。但从全国需求总量来看,具有很大的优势,占机床市场的 $1/3$ 以上。特别是在数控龙门铣、数控落地镗、大型五面加工设备需求量较大,而我国的生产能力又不能适应这一突然增长的需求。

(3) 以模具、兵器等产品加工为代表的需求特性。以模具、兵器等产品加工为代表的多坐标、高精度、复杂形面的加工设备是第三个需求重点。这些设备主要是四坐标联动以上的加工中心、车削中心、仿形铣、成型磨等。

(4) 以民营企业群为代表的需求特性。以江浙、广东一带兴起的民营企业群为代表的大量购买简易数控机床成为第四个需求的热点。这些设备的特点是低价位,功能要求专用,易操作。这些企业设备更新速度较快,是一个持续发展,潜力巨大的市场。

(5) 以满足特种试验或特殊行业专机用电主轴为代表的需求特性。例如太阳能行业、高铁无砟轨道板磨削、高速离心机、内螺纹铜管加工行业、石油行业干式密封件试验、军工特种试验、轴承试验机等,这些应用场合需求特殊,要求主轴生产企业要有较高的主轴研发、设计、制造能力,单台设备价值高,附加值丰厚,是一个新技术不断涌现,市场潜力巨大的应用领域。

当前,国际国内竞争环境日趋激烈,国内的中高端市场基本被欧美日以及中国台湾地区产品占领,国外跨国公司纷纷在华设立办事处、维修服务基地、零部件采购渠道,以达到贴近中国市场需求、降低产品成本和销售价格的目的。低端市场上的雕刻机、磨削、简易数控车机械主轴等陷入了激烈的价格战,产品利润差,技术含量很低,与此同时,原来不属于主轴行业的企业也开始纷纷布局主轴的研发和生产。

面对这样的市场竞争环境,要求我们必须做到在稳固自身产品的市场占有率基础上,利用好国家的产业扶持政策,乘势快上,不断扩大已有产品的市场份额,提升产业化装备水平和管理能力;同时加大对于新兴行业的市场开拓力度,先入为主,抢抓机遇,在产品搭配上兼顾低、中、高端应用领域,尽快形成包括电主轴、精密轴承、静压动静压主轴、电机组件、伺服电机及驱动装置等产品在内的完整的数控机床功能部件解决方案。因此我们制定的策略是:在中高端领域我们要保持技术研发的跟进,尽量缩小与先进水平的差距,立足于自身研发,兼顾与国内研发机构的合作。

在低端领域,加大工艺技术的研发力度,努力使加工过程简化,质量稳定可靠。利用综合技术优势,提高产品的性价比,降低产品的硬性成本,提高利润率,参与到激烈的市场竞争中去。

2. 未来5年需要攻克的主轴关键技术

(1) 关键技术发展重点(领域/方向)。主轴产业技术发展重点是:①高可靠性;②高输出特性;③高智能性;④高环保性;⑤主轴轴承高刚性、与高速性的和谐统一;⑥主轴刀具及电气的接口标准化程度高;⑦模块化设计;⑧主轴长寿命期免维护。

(2) 关键技术内容解析(技术概述、关键点和难点等)。主要包括:①高速、高刚度大功率数控机床电主轴的总体设计;②高速、高刚度大功率数控机床电主轴的工艺设计;③高速、高刚度大功率电主轴电机的电磁设计;④永磁电主轴电机弱磁能力的设计;⑤永磁电主轴电机转矩波动的抑制;⑥高速、高刚度大功率电主轴电机伺服驱动装置的总体设计;⑦高速、高刚度大功率电主轴驱动装置与数控机床以及电主轴的匹配研究;⑧高速、高刚度大功率电主轴动力学特性分析与结构优化设计;⑨高速、高刚度大功率电主轴轴承预紧力控制技术研究;⑩高速、高刚度大功率电主轴在线测试及动平衡技术研究;⑪高速、高刚度大功率电主轴及其驱动装置的匹配研究;⑫高速、高刚度大功率电主轴轴承润滑系统设计及轴系分析设计;⑬高速静压动静压主轴动态特性的研究;⑭高速静压动静压主轴密封技术的研究;⑮高速静压动静压主轴冷却技术的研究;⑯主轴部件的零件的加工工艺技术的研究,包括相应的工艺装备的研制。

3. 未来需要把握的前瞻性技术发展重点

(1) 永磁同步电主轴的设计、制造、测试技术。

(2) 异步电机电主轴功率密度提高技术。

(3) 电主轴提高可靠性、长寿命以及全寿命期免维护技术。

(4) 高 D_{mn} 值下电主轴轴承的应用技术及其润滑、冷却结构的设计技术。

(5) 电主轴伺服驱动、变频驱动以及与机床

和CNC系统的匹配应用技术。

(6) 电主轴零部件的快速检测以及整机动态特性的测试技术。

(7) 低转动惯量电主轴的设计与制造技术以及平衡工艺。

(8) 水润滑静压动静压主轴的研究。

三、相关建议

从上述情况分析可知,国内主轴功能部件的技术水平与国外确有很大差距。我们一直缺乏对基础技术的研究,始终走在一条难于超越他人的模仿发展的道路上,而且一走就是一二十年,叫人遗憾。主轴功能部件与先进国家比较差距越来越大,这是模仿发展的必然结果。

从行业的实际情况来看,基础技术比较配套的企业,其产品档次就比较高,质量比较稳定,返修率就低。例如洛阳轴研科技、广州昊志、上海原创等。现在有些企业也意识到基础条件的重要性,正在利用目前低潮时期,采用技术改造的方式弥补基础条件,例如无锡阳光、无锡博华都正在做这方面的努力。

多年来,国家对于主轴功能部件研究也投入了不少资金,例如自然科学基金和高档数控机床重大专项即04专项,对于滚动轴承电主轴和静压主轴都曾拨下过很多资助费,但其成果对于促进主轴行业的技术进步见效不大,令人遗憾。

我们希望通过宣传平台呼吁,国家在安排重大专项的时候充分考虑主轴的基础研究项目,并且规定基础研究项目承担者要教会至少五个主轴企业使用项目成果才能结题;所建立的试验台站必须向主轴企业开放。我们不要求基础研究项目承担者自己去设计制造主轴单元,或者去建设一个主轴制造企业,去经营主轴产品,而应该要求他去教会主轴企业在新产品开发中如何使用基础研究成果;如果基础研究成果有专利,主轴企业也应该可以优惠使用。

说明:本文在撰写过程中,洛阳轴研科技的陈长江部长提供了许多第一手材料,上海原创丁振乾总经理多次对本文做了修改,致诚挚的谢意。□

光栅编码器发展现状分析与展望

长春禹衡光学有限公司 林长友 梅 恒

【摘要】 光栅编码器是由一系列规律性刻线组成的圆光栅盘作为测量基准，并用于旋转运动测量的传感器。近年来，编码器在各行业的应用更加广泛，产量迅猛增加，技术水平也在不断提高。本文主要介绍了目前光栅编码器市场现状，并对编码器市场情况进行了预测。文中展望了光栅编码器的技术发展前景，提出了编码器体积小型化、智能型接口模块技术、多样化的信号传输等技术将成为光栅编码器技术发展的方向。

一、引言

编码器用于检测机械运动的速度、位置、角度、距离或计数，把角位移或直线位移转换成电信号。工业用编码器从原理上主要分为光学式（也称光电式）编码器和磁电式编码器两种。光学式编码器 2011 年国家工信部颁布的光栅编码器标准中分为两大类，一类称为光栅旋转编码器，定义为：由一系列规律性刻线组成的圆光栅作为测量基准，并用于旋转运动测量的编码器；另一类称为光栅角度编码器，定义为：由一系列规律性刻线组成的圆光栅作为测量基准，并用于角度测量的编码器。

光栅编码器作为新型传感器，面向国家重点行业配套，其发光元件发出的光被光栅盘、狭缝切割成断续光线并被接收元件接收，产生初始信号，该信号经后继电路处理转换为脉冲信号，从而实现对角位移及速度的测量，为设备的自动检测与自动控制提供关键信息。光栅编码器还可以与计算机及显示装置相连接，实现数字测量与数字控制。由于编码器采用圆光栅盘做检测元件，与其他同类用途的传感器相比，具有不易受外界噪音（特别是磁场）的影响，分辨力高、测量精度高、寿命长、工作可靠性好、测量范围广、体积小、重量轻、耗能低和易于维护等优点，其应用

已深入到数控机床、交流伺服电机、电梯、冶金、重大科研仪器、航天航空、自动流水线等诸多领域。

二、市场现状及分析

1. 国内外光栅编码器的主要品牌

日本品牌：欧姆龙 OMRON 以小型编码器居多；内密控 NEMICON 小型编码器产品；多摩川 TAMAGAVA 伺服电机、电梯应用较多；光洋 KOYO 同上，主要为 TRD 系列；尼康 Nikong，伺服电机，MTL 以位置测量见长；发那科 FANAC，用于机床。

韩国品牌：主要品牌有奥托尼克斯 Autonics 和韩荣，市场以 E40 系列较多。

欧洲品牌：海德汉 Heidenhain，世界著名品牌；倍加福 P+F，各类常用编码器，占有一定中国市场；RESATRON，脉冲可达 100000PPR，多圈至 29BIT；亨士乐 Hengstler，用于钢铁行业、化工行业等；霍普纳 Hubner-berlin，中高端级应用，价格较高；霍普纳 Hubner-giessen，用于重工行业，适用恶劣环境；施克 STEGMANN，主要用于机床、电机回馈系统等方面；梅尔 MEYER，主要应用于造纸机械；库柏 KUBLER，品种齐全，应用广泛；希科 SIKO，磁性设计，耐潮湿，耐油污；图尔克 TURCK LITTON 增量型编码器、LITTON 绝对型编

码器、LITTON 防爆型编码器；莱卡 LIKA，获得 ESA 认证，适用航空、烟机、纺织机等；艾西斯 ELCIS；SCANCON，微型高精度编码器及防爆编码器；堡盟 Baumer，高精度，高安全性，所占空间少；还有莱纳林德 LEINE LINDE、雷尼少等 40 几家公司。

美国：丹纳赫 Danaher 供应 ACURO 系列编码器，BEI，RENCO、EPC 等，其中丹纳赫在中国天津、EPC 在中国珠海设有工厂。

中国编码器生产厂家大小约有 100 多家，其中产值超千万的不超过十家，主要厂家包括，长春地区有代表性的厂家主要有：长春禹衡光学有限公司，是中国最大的编码器制造商；长春汇通，主要生产电梯用编码器；长春荣德光学有限公司、长春三峰，主要生产机床用编码器；长春光机所、长春华特主要生产高精度编码器，以军工需求为主。长江三角洲地区生产编码器的代表性企业有：无锡瑞普（已被美国 AWOGO 公司收购），主要生产机床用编码器；无锡科瑞特，与无锡瑞普生产相似的产品；上海霍德，主要生产电梯用编码器；上海渡边，原上海水平仪人员组成，主要生产各种特殊行业用编码器；上海精普，主要生产替代国外进口的编码器。其他地区主要代表是中科院光电技术研究所、四川科奥达、天津宜科等。

2. 编码器在各行业的应用及市场分析

2011 年编码器市场发展达到顶峰，市场规模接近 12 亿元。2012 年由于受国内外经济萎靡影响，中国编码器市场告别 2011 年 12.5% 的快速增长，市场增速出现拐点，2012 年编码器整体市场规模为 10 亿元，同比下滑 20%。

从细分行业来看，伺服电机、电梯行业是编码器产品市场增长的主要拉动力量，两大行业编码器市场规模分别保持 15% 和 12% 的稳定增长；机床、冶金、起重机械行业受产能过剩、下游用户投资紧缩等因素影响，编码器市场规模均出现明显下滑。对于风电和纺织机械行业来说，2012 年是极其痛苦的一年，整体行业表现萎靡的状态，导致其编码器市场应用严重下滑。

2013 年上半年随着世界经济形势的好转，编码器市场出现了向上发展的势头，到下半年，由

于受到机床及电梯市场不景气的影响，也出现了严重的下滑趋势。

(1) 机床：光栅编码器在机床上除 X、Y 轴进给电机控制应用外，还有主轴用编码器、刀架用编码器、对刀用手持编码器等。“十二五”期间将重点发展直接驱动技术、高速加工技术、精密加工技术，普及型和高级型产品产量预计将分别达到 45% 和 5%。按每台数控机床需配套 4~6 台光栅编码器，共需配套编码器 145 万台（包括伺服电机用编码器）。

(2) 电梯：编码器在电梯控制上可以提供可靠精确的速度信号和位置信号，同时用于电梯的调速控制和轿厢的位置控制。预计“十二五”期间，电梯市场的年需求量将达到 40 万台。目前电梯所有主流的企业都推出了自己的节能、环保型电梯，加装了永磁同步曳引机的电梯成为市场的主导产品，一些行业的后起之秀则直接从永磁同步曳引机电梯做起，光栅编码器产品需求量很大。

(3) 风电：风能是一种可再生能源并预计在未来的 15 年内将产生超过石油产生的电力。风由空气中区域冷暖差异产生所以不会受到燃油的价格和供应链的影响。为了满足风电行业的制造和维护要求，编码器厂家专门为发电机和变桨和偏航系统设计了专用的编码器，用于检测风速、发电机的旋转速度，从而保证发电机最大的电力输出。

(4) 工厂自动化：工厂自动化的特点是高速，高产量，这就需要精确的速度和方向信息来保证电机平滑安全的运行。编码器广泛应用在 OEM 包装机械行业，例如：食品，饮料，药品，特殊化工等。

(5) 工程机械：随着工程机械行业对于可靠的速度和位置检测的需求的日益增高，包括农业机械，建筑机械，特别是在重型车辆行业，要求提供比传统传感器更加精确、寿命更长的编码器和旋转变压器作为位置和速度控制。在电子转向助力系统、车辆速度检测器和混合动力汽车中，都可以看到编码器在很多部位的应用。

(6) 石油天然气：作为最危险的行业之一，

石油天然气行业需要可靠性高、密封性好并符合防爆标准的编码器，用于钻头电机、顶部驱动、转台、污泥泵等设备。最典型的应用是加油机上使用的编码器，它通过测量流量，计量加油的数量。

(7) 矢量电机：矢量电机也可以在很宽的调速范围内提供精确的速度、转矩和位置控制。一般情况下编码器需要安装在电机的 C 面法兰上或者电机的出轴上，这就要求编码器提供多种安装方式、材质及分辨率来适应客户的应用。

(8) 伺服电机：现代交流伺服系统最早被应用到宇航和军事领域，比如火炮、雷达控制，后逐渐进入到工业领域和民用领域。工业应用主要包括高精度数控机床、机器人和其他广义的数控机床，如纺织机械、印刷和包装机械、医疗设备、半导体设备、邮政机械、冶金机械、自动化流水线、各种专用设备等。近年来，由于伺服电机的价格不断下降，交流伺服将逐步替代原有直流有刷伺服电机和步进电机。预计“十二五”期间，国内交流伺服市场规模将达到 100 亿元，预计年将需要光栅编码器 150 万台。

(9) 医疗设备：编码器在医疗设备上主要应用于 CT、核磁共振仪和 B 超检测仪。在 CT 和核磁共振机中，编码器用于将病人送进或送出扫描机时的位置检测和旋转时候的速度。

(10) 太阳能设备：这是一个新兴的新能源行业，编码器主要用于控制太阳能设备的旋转速度及转角控制，让设备时时跟随太阳一起旋转。

(11) 机器人：机器人每个关节的控制都是伺服电机来控制，伺服电机的位置环和速度环检测使用的传感器绝大部分是编码器。发达国家每年需要大量的机器人，日本该行业应用的编码器每年超过 100 万只，德国也近 100 万只。我国机器人行业近年来得到国家的非常重视，不久的将来将很快的发展，该行业马上就要成为编码器应用的大行业。

除此之外，编码器还广泛应用于造纸行业、印刷设备、冶金设备、办公设备、航天军工、天文等传统领域。

综合分析，表 1 统计了 2011 年光栅编码器市场的部分需求情况。

表 1 光栅编码器中国市场分析预测 (单位：万台)

序号	应用行业	2011 年
1	数控机床	145
2	交流伺服电机	150
3	电梯及曳引机	80
4	印刷、包装机械	25
5	纺织机械	25
6	仪器仪表	23
7	注塑机等其他行业及备品备件	30
	合计	478

现在中国市场上比较活跃和有影响的企业分别是海德汉、多摩川、禹衡光学、内密控、倍加福、光洋、丹纳赫、瑞普安华高、库伯勒和堡盟。如图 1 所示，欧美品牌占据高端市场，约占 45% 的市场份额且产品价格定位较高；日本、韩国品牌占据中端市场，约占 20% 的市场份额且产品价格定位适中；作为中国编码器领军企业的长春禹衡光学有限公司目前编码器年产量已超过 100 万台，在编码器高中低端市场均占有一定份额，约占市场的 30%。

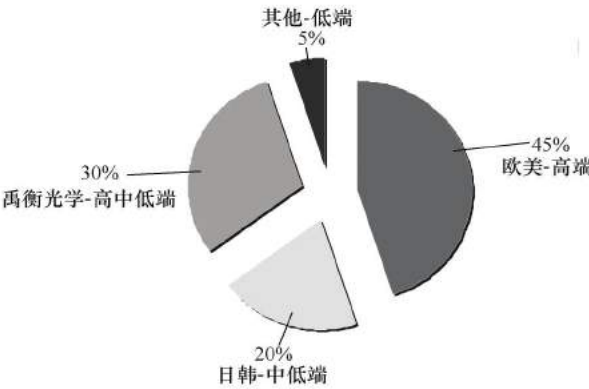


图 1 中国光栅编码器市场份额

三、技术发展前景展望

1. 编码器的体积向小型化发展

(1) 缩小发光及接收器件尺寸，使用专用硅光电池 ASIC 器件。

随着光栅编码器集成度不断增加，功率密度加大且封装尺寸不断减小，缩小发光及接收元件的尺寸，特别是接收元件的尺寸，码道的长度和码道与码道间的间隔也随之缩小相同的倍数，这样，相同位数的光栅盘的尺寸便可大幅度的缩小。

此外，减小发光及接收器件尺寸，也缩小了码道数量，也达到了缩小编码器尺寸的目的，同时整体可靠性指标大幅度提高。因此制作专用集成电路（ASIC）芯片，成为将来电子器件产品发展的主流。以德国海德汉、美国丹纳赫、日本多摩川、尼康为代表的国际先进光栅编码器制造厂商，现均采用专用 ASIC 光电器件将光栅信号处理电路与硅光电池集成起来，使结构更紧凑，以提高产品稳定性和可靠性。中国以长春禹衡光学为代表编码器生产厂家也开始开发自己的 ASIC 器件，研制出了拥有自主知识产权的新产品。

(2) 采用新的编码方法^[2-10]

随着国防、自动化控制等行业的发展，对光栅编码器的小型化、智能化、集成化，特别是小型化的要求越来越迫切，传统的编码方式如：增量式编码方式、自然二进制编码方式、周期二进制编码方式、二十一进制编码方式、六十进制编码方式已逐渐淡出光栅编码器编码方式的历史舞台，新的编码方式如：矩阵式编码方式、伪随机码编码方式、准绝对式编码方式、游标式编码方式、M 式编码方式、单圈绝对式编码方式及距离码编码方式等已被更多地应用于光栅编码器制造技术中，通过减少码道数量，达到了缩小编码器尺寸的目的。

伪随机码编码方式是目前市场上最常见的一种编码方式。

伪随机码编码是根据 ROM 储存原理进行编码的，即把表 2 中 N_1 、 N_2 、 N_3 任意一列（如 N_1 ）刻制到码盘上，形成码道 A_1 ，码宽为 45b，另一条码道 A_2 ，是一条 8 脉冲增量码道，如图 2 所示。 N_{11} 、 N_{12} 、 N_{13} 代表 3 个检测头（狭缝），为了避免读码错误，在与 N_{11} 、 N_{12} 、 N_{13} 对应相差 90b 相位差的位置上再放置一组狭缝 N_{21} 、 N_{22} 、 N_{23} 。狭缝 N_4 、 N_5 对码道 A_2 进行读取，产生低 2 位。当 N_4 为 0 时， N_{11} 、 N_{12} 、 N_{13} 读取的正好是码道 1 上亮码或暗码的中间 2215b 的部分，不会读到转换点，所以 N_{11} 、 N_{12} 、 N_{13} 的值作为 ROM 的地址输入。当 N_4 为 1 时，取 N_{21} 、 N_{22} 、 N_{23} 的值作为 ROM 的地址输入。按照表 1 ROM 和角度的对应关系，便可以给出光电轴角编码器旋转的角位置。理论上讲这种编码无论多

少位需要的码道只有 2 到 3 条，因此可以减小码盘外径，制造出更小巧的编码器。

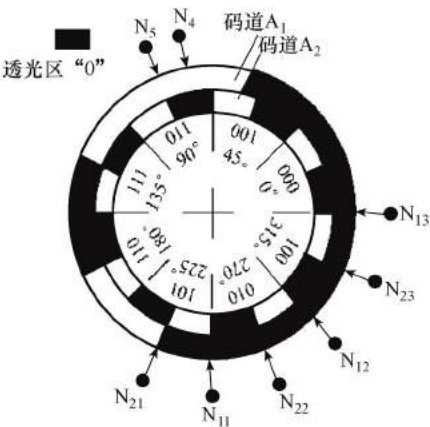


图 2 伪随机码编码

表 2 ROM 输入输出的对应关系

码盘位置	N_1	N_2	N_3	ROM
0	0	0	0	000
90	0	0	1	001
135	0	1	1	001
180	1	1	1	011
225	1	1	0	100
270	1	0	1	101
315	0	1	0	110
360	1	0	0	111

2. 提高光栅水平

目前国外许多生产企业采用非接触光刻手段，生产出来的光栅不仅栅线宽度极小（低于 1.4μm），而且线条位置准确、边角锐利、均匀一致。另外，许多新型编码器已采用新材料替代了传统的玻璃光栅盘，提高了编码器的使用温度，抗冲击性强，防护等级高。

3. 智能型接口模块技术

接口电路由差分接收电路、EPROM 器件、A/D 转换器件等构成。接口电路将正弦检测信号转换为方波脉冲信号、参考脉冲信号、故障检测信号等，传输给控制系统。接口电路采用模块化设计，通过循环冗余码校验等手段保证信号传输的可靠性，保证绝对位置值和增量信号输出的相对独立性，防止数据传输错误，保证控制系统读取信号的精确可靠性。

4. 测量准确性技术

编码器准确度具体表现为每转的位置误差和一个信号周期内的位置误差。由于编码器为转速控制系统提供实时采样数值,因此一个信号周期内的位置误差将影响实际速度的计算值。编码器的测量准确度由机械部分精度、码盘和狭缝的刻划精度、信号处理电路等来综合保证。编码器的测量准确度受刻线的质量、扫描过程质量、刻度对轴的偏心、轴的径向跳动、信号处理电路的细分误差等因素的影响。

通过采用先进的工艺手段,设计专用信号处理电路等方式,保证硅光电池器件、狭缝、码盘等的制造、安装精度,以提高测量的准确度。采用高精度的进口数控车床以保证编码器轴系的加工精度;采用先进的刻划设备以保证光栅、狭缝等刻划精度;设计专用的数字电路和模块,以优化光电效率、响应频率及离散性、细分误差等指标;采用结构化设计技术,以进一步减小光电编码器体积,提高产品集成度。

2011年,各编码器生产厂均推出了高精度编码器。在增量式编码器方面,FANUC(发那科)公司推出了140万脉冲增量式编码器,国内推出了20万线增量式编码器;在绝对式编码器方面,德国HEIDENHAIN(海德汉)公司推出了29位绝对式编码器,国内推出了25位绝对式编码器。

5. 适应网络化的信号传输

目前,工业4.0革命在欧洲蓬勃兴起,其主要体现在网络传输技术大量应用于工业产品,工业以太网已广泛使用,并朝着互联网应用发展。光栅编码器为满足网络技术的应用,多位数、高精度的编码器多采用串行输出。可用于编码器的串行总线有专用总线与通用总线,专用总线与接口一般编码器设计采用的SSI(同步串行接口)、BISS(双向数字传感器接口)、DRIVER-CLIQ(西门子专用)、ENDAT(海德汉研发,倍加福、贝加莱、倍福等公司采用)、Hiperface(博世力士乐等公司采用),日本多摩川采用NRZ、Nikon采用NRZ-1协议。我国起草的行业标准《CPE-Bus 位移编码器双向串行通讯协议规范》(Communication Protocol of Encoder Bus,简称CPE-Bus),已经与

2011年12月正式颁布实施,国内位移编码器已拥有自主知识产权的双向串行接口协议——位移编码器CPE-Bus总线协议,并将广泛应用于国内位移编码器行业。

通用工业总线与接口,先前是RS-422/485,现在设计采用现场总线与实时以太网将成趋势,如倍加福、堡盟等公司设计的编码器采用了AS-i、CANopen、DeviceNet、Profibus DP等现场总线和POWERLINK、PROFINET、EtherCAT等实时以太网。

6. 智能型可编程编码器技术

德国SIKO公司生产的AFS/AFM系列编码器,单圈分辨率最高可以到30位,多圈计数可以到8192,并可输出sin/cos增量信号输出。

该类型编码器的参数和功能可通过上游PLC进行编程:设定每转分辨率,以适应不同的螺距;设定多转分辨率,以适应不同的滚珠丝杆长度;亦可设置位置值增加时的旋转方向、位置值输出格式、格雷码等。编码器提供运行状态诊断功能,故障信号可通过信号线输出至PLC,可以实现系统安全监控功能,如检测光源、选通门阵列、输出寄存器等的状态。编码器高转速时,可实现快速动态监控,通过冗余监控,检测在高速时通过串行口传输的绝对值、正弦增量信号及动态代码是否一致,以保证编码器的信号质量。

7. 电磁兼容技术

电磁兼容是指设备或系统在所处的电磁环境中能正常工作,且不对该环境中其他设备构成电磁干扰的能力。光栅编码器的电磁兼容问题十分突出,它通常安装在变压器、电机等设备附近,要求在变压器、制动器和电机的强磁场,继电器、接触器和电磁阀、高频设备、脉冲装置和来自功率电源的磁场等强电磁干扰下,能正常工作。干扰信号主要由电容性或电感性传导引起的,通过信号线或输入输出传入系统。通过实测或数字仿真等手段,对设备运行时可能受到的电磁干扰水平(幅值、频率、波形等)进行估计,分析电磁干扰耦合路径,以制定抗干扰的措施,消除或抑制干扰。

四、国家政策导向

近年来,编码器在各行业的应用更加广泛,

产量迅猛增加,国内的生产厂家也逐渐增多,同时,国家和各地方政府对该产品给予了很高的重视,陆续出台了一系列的支持政策。2004年,在振兴东北老工业基地的政策中,长春禹衡光学的“光电编码器项目”获国家批准立项;2009年,在国家信息产业升级和技术改造专项中,禹衡光学的“高精度同步控制光栅编码器”项目获国家立项;2011年,在国家“十二五高档数控机床与基础制造装备”科技重大专项中,该公司“高精度、高分辨率绝对式光栅编码器的研制”项目被列入该专项的一项重要研究课题。

为规范该行业积极有序发展,编码器的多项标准也正在制订中,其中长春禹衡光学有限公司主持修订的“角度编码器行业标准”和“旋转编码器行业标准”,以及参与制定的“位移传感器通信协议的行业标准”,2012年工信部已公布实施。

光栅编码器是一种集光、机、电为一体的转速、位移传感器,其形式多样、用途广泛,并可工作于恶劣的环境中。随着其关键技术的改造和科学的迅猛发展,光栅编码器的研制将更趋完善,其产品也将在得到越来越广泛的应用。□

参考文献:

[1] 汤天瑾,曹向群,林斌. 光电轴角编码器发展

现状分析与展望[J]. 光学仪器, 2005, 27 (1): 90-96.

[2] 陈赞,张红胜. 光电轴角编码器的编码方式及其发展趋势[J]. 中国光学与应用光学, 2009, 4 (2): 126-133.

[3] 董莉莉,熊经武,万秋华. 光电轴角编码器的发展动态[J]. 光学精密工程, 2008, 8 (2): 198-202.

[4] 盖竹秋. 基于空间滤波方法的多圈绝对式编码器[J]. 光机电信息, 2010, 2 (27): 18-22.

[5] 贝治发,丁林辉. 绝对式智能多圈编码器[J]. 光学精密工程, 1995, 3 (4): 32-36.

[6] 杨俊志. 单码道绝对式角度编码器的编码及解码原理[J]. 仪器仪表学报, 2004, 25 (4) 增: 139-141.

[7] 陈赞,孙成浦,何惠阳. 单圈绝对式码盘编码方法的研究[J]. 光子学报, 2006, 35 (3): 460-463.

[8] 郁有文,常健. 绝对码编码器中一种新型的编码方法[J]. 仪器仪表学报, 2004, 25 (4): 541-544.

[9] 苏海冰,刘恩海. 单圈绝对式编码器的研制[J]. 光学精密工程, 2002, 10 (1): 74-78.

[10] 郑洪,林昌东. 位移连续编码原理的研究及应用[J]. 计量学报, 2003, 24 (1): 29-31.

2014 哈挺开放日活动——哈挺中国演示中心（上海）重新启动

2014年1月22日,哈挺阔别多年的开放日活动重启,装修一新的美国哈挺上海演示中心吸引了众多客户前来观摩交流。



哈挺此次开放日的展品涵盖车、铣、磨三大

类共10件展品。根据客户的不同采购需求和零件加工要求,哈挺Hardinge超精密卧式车削中心T42,高精度数控车削中心Elite 65 Ultra,及EU51自动化演示,CNC精密车削中心GS V,哈挺经典款超精密CNC车床QUEST GT27,桥堡Bridgeport小型高速加工中心GX710 PLUS,高性能立式加工中心XR 1000P,克林伯格Kellenberger高精度数控万能外圆磨床KEL-VIVA,哈挺HG-U高精度内外圆万能磨床,以及来自意大利的Biglia B465多功能车削中心等设备悉数亮相。旨在为中国用户提供中小型精密零件终加工和难加工材料加工的经济、高效、精密的完全加工解决方案。

国产数控外圆磨床的产业化应用与发展

上海机床厂有限公司 夏 萍

在金属切削机床中，磨床的品种类型无疑是最多的，其中又以外圆磨床的使用最为广泛，它能加工各种圆柱形圆锥形外表面及轴肩端面等，广泛应用于各工业领域。数控外圆磨床主要运用的领域包括：汽车、轨道交通、能源、航空航天、军工、船舶、冶金、基础制造装备等。

近年来，随着用户市场对外圆磨床产品需求的不断升级，原有的品种分类已趋于模糊，代之的是针对用户的产品及加工工艺，结合企业磨床制造工艺及技术特点而出现的各类“专、精、特”的数控外圆磨床。

一、数控外圆磨床的市场需求

据统计，目前高端磨床依然大量进口，磨床进口量已连续两年排在金属切削机床进口量的第二位。其中外圆磨床进口量如附表所示。从表中的外圆磨床进口量来看，数控外圆磨床均占了总金额的96%以上，且价格呈上扬态势，从一个方面反映出用户对产品的需求在持续提升。

2011、2012 年外圆磨床的进口情况

指标	2012 年进口	2011 年进口	同比增长 (%)
数量 (台)	1093 (896)	1315 (973)	-16.88 (-7.91)
金额 (千美元)	500823 (488463)	471501 (454769)	6.22 (7.41)

注：括号内表示其中数控外圆磨床部分。

当前，用户行业一方面对磨床产品的技术需求在不断提升；另一方面也在通过加强管理、降低成本来努力提高效益。以我国汽车行业为例，在经历了前几年狂飙式的增长后，汽车工业近两年增速虽有所减缓，但其消费总量却依然保持高

速增长，究其原因，就是中国汽车工业正处于“消费升级”阶段。当越来越多的中国消费者倾向于购买性能更好的汽车时，则会“倒逼”我国整体汽车工业提高工艺水平，要求为汽车工业提供各种部件的制造商们要生产出质量更好、精度更高、成本可控的产品。而这更高的要求则最终为包括磨床制造企业在内的广大国内机床企业带来了巨大的市场空间，创造了替代进口的绝佳机遇。

二、国产数控外圆磨床的产业化应用

作为末道精密加工的磨床，国内多家磨床制造企业正在瞄准汽车行业的巨大市场需求，以产品替代进口作为目标，努力践行“转型升级”的发展方向，积极研发各类“专、精、特”的数控磨床。尤其在外圆磨床上，上机、北二、秦川格兰德、济四等多家企业积极寻求在汽车、轨道交通、能源、船舶、基础零部件等行业中高端数控磨床产品的产业化应用方面的突破，形成了良好的发展态势。如上机推出的 H234 数控外圆磨床系列，其模块化的设计定位可变换不同的配置，以满足不同零件的加工工艺需求。而且在订单的洽谈过程中，上机的专机销售工程师在对用户工艺需求充分了解的基础上选择配置，力求满足订单的快速响应。

上机的 H234 数控外圆磨床系列（见图1），其最大磨削直径 320mm；最大磨削长度可选，依次为 500、750、1000、1500、2000mm；按砂轮配置可分为直切式和斜切式；按头架主轴配置可分为回转式和非回转式；按磨削工件的需求可选配手动或自动跟踪式中心架；砂轮架轴承可选配高精度滚动轴承、动静压轴承或高承载静压轴承结构；

砂轮宽度依据工艺需求可选，范围达 20 ~ 180mm；可配置砂轮动平衡仪，以满足高速磨削的需求；可配置在线自动测量仪及对刀仪，来满足高精高效磨削加工的需求；可选配头架、尾架正反装的不同整体布局结构，以满足自动生产线的连线功能。



图1 H234 数控外圆磨床

例如，某汽车变速箱制造企业采购的 H234 数控外圆磨床，主要用于汽车变速箱齿轮轴的精密加工（见图2）。为满足一次装夹下实现多档外圆及端面磨削加工的要求，整体布局采用斜切式，头架选用非回转式主轴配活顶尖，砂轮架主轴系统选用了动静压轴承。按磨削工件的特征，配置的砂轮宽度范围 20 ~ 90mm，配有砂轮动平衡仪，同时配置有两套径向测量仪和一套轴向对刀仪，在满足各项精度要求的同时，使 $CPK \geq 1.33$ 。该设备已在用户的生产线上稳定高效运行，其精度、节拍完全达到了使用要求，解决了用户原来采购进口磨床价格高、服务及时性较低、备件供应费用高等问题，有效地降低了用户的使用成本，提高了企业效益。

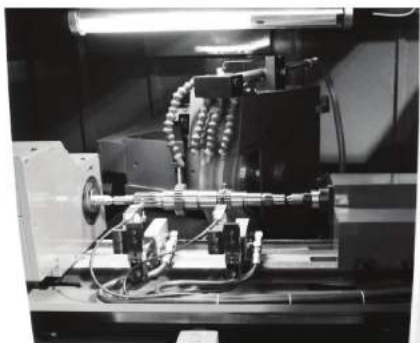


图2 齿轮轴加工图

另有一家外资商用车转向机生产企业，也购置了 H234 数控外圆磨床，用于磨削转向机活塞。

其磨削工艺采用两中心孔作径向定位，砂轮轴线与工件轴线平行，砂轮直切进给完成磨削工件整个外圆（见图3）。用户对单件工件的总计磨削时间，按照其在本国配置的德国磨床有严格的设定，包括防护门开关、上下工件、尾架进退、工件转停、冷却开关、砂轮进退、粗磨、半精磨、精磨、无火花磨、修整等全过程时间，直切磨削的砂轮宽度达 180mm。为此，H234 数控外圆磨床砂轮架主轴系统，采用了高精度静压轴承以满足宽砂轮精密高效磨削的需求，并同样配置有砂轮动平衡仪、径向测量仪和轴向对刀仪，在满足各项精度要求的同时，使 $CMK \geq 1.67$ ，整体技术要求完全按照国外磨床的技术水平来进行考核。现在，该设备已在用户生产现场稳定运行了近一年的时间，每天三班制 24 小时不停歇，用户已再次订购该磨床，用于扩充其生产能力，体现了用户对国产磨床产品的认可。

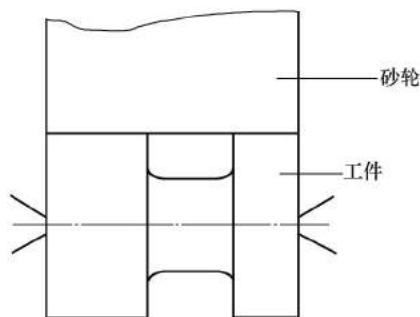


图3 活塞加工示意图

H234 数控外圆磨床的模块化设计，使其可用于各种轴类零件的高效精密加工。如某纺机生产企业为加工高速纺机筒管套筒，从上机购置了一台 H234 数控外圆磨床。由于其所加工的零件非常特殊，工件外圆直径为 98.3mm，内孔直径为 83.5mm，需磨削的长度则达到了 1499.9mm，属典型的薄壁细长轴零件，磨削加工的难度极大。故在配置中除采用斜切结构，以满足工件端面和外圆的磨削加工、自动测量，以及对刀仪满足尺寸控制外，还专门设计了自动跟踪式中心架，来实现对细长轴工件变形的实时控制调整，同时将尾架顶紧力设计成可调结构，既满足了支撑刚度，又可避免顶紧过度而可能造成的变形，很好地满足了该零件精密磨削的要求。

广告客户索引 Advertisers' Index

南京工艺装备制造有限公司	广告号码 70	保定向阳航空精密机械有限公司	广告号码 34
Nanjing Technical Equipment Manufacture Co., Ltd.	front Cover	Baoding Xiangyang Aviation Precision Machinery Co., Ltd.	P16
中国国际机床展览会	广告号码 1	涌镇液压机械（上海）有限公司	广告号码 485
China CNC machine Tool Fair 2014	inside front cover	Yongzhen Hydraulic Machinery (Shanghai) Co., Ltd.	P17
约翰内斯·海德汉博士（中国）有限公司	广告号码 41	河北博纳机床附件制造有限公司	广告号码 46
Heidenhain	inside back cover	Hebei Bona Machine Tool Accessories Manufacturing Co., Ltd.	P18
第十四届中国国际机床展览会	广告号码 20	北京润富堂环境艺术设计有限公司	广告号码 472
The 14th China international Machine Tool Show	back cover	Purifying Design	P19
哈斯自动数控机械（上海）有限公司	广告号码 19	宁夏银川大河数控有限公司	广告号码 484
HAAS Automation Asia Co., Ltd.	P1	Ningxia Yinchuan DAHE Machine Co., Ltd.	P20
北京凯恩帝数控技术有限责任公司	广告号码 138	南京南特精密机械有限公司	广告号码 465
Beijing KND CNC Technique Co., Ltd.	P2	Nanjing Grind - Tec Precision Co., Ltd.	P21
海克斯康测量技术（青岛）有限公司	广告号码 101	WMEM 杂志 2013 年各期报道重点	
Hexagon Metrology - Brown & Sharpe Qingdao, China	P3	Focuses of 2014 WMEM Issues	P22/23
北京阿奇夏米尔技术服务有限责任公司	广告号码 24	上海涂料有限公司	
Agie Charmilles	P4	Shanghai Coatings Co., Ltd.	P24
济南二机床集团有限公司	广告号码 100	《世界制造技术与装备市场》	
Jinan No. 2 Machine Tool Group Co. Ltd.	P5	World Manufacturing Engineering & Market	P24
健椿工业股份有限公司	广告号码 459	卡尔蔡司（上海）管理有限公司	
KENTURN NANO. TEC. CO., LTD	P6	Carl Zeiss (Shanghai) Co., Ltd.	P25
江苏新瑞重工科技有限公司	广告号码 264	北京北一数控机床有限责任公司	广告号码 47
Jiangsu Shinri heavy Industry Science & Techology Co., Ltd.	P7	Beijing No. 1 Machine Tool Co., Ltd.	P27
郑州市钻石精密制造有限公司	广告号码 486	上银科技有限公司	广告号码 398
Zhengzhou Diamond Preciosion Manufacturing Co., Ltd.	P8	Hiwin Technologies Corp.	P28
南通斯维特精密机械有限公司	广告号码 10	重庆机床（集团）有限责任公司	广告号码 128
Nantong Swift Precision Machinery Co., Ltd.	P9	Chongqing Machine Tool (Group) Co., Ltd.	P29
深圳大族彼岸数字控制软件技术有限公司	广告号码 476	沈阳机床（集团）有限责任公司	广告号码 36
Hanis PA Automation Technology Co., Ltd.	P10	Shenyang Machine Tool (Group) Co. Ltd.	P31
洛阳鸿元轴承科技有限公司	广告号码 28	天津第一机床总厂	广告号码 88
Luoyang Hongyuan Bearing Technology Co., Ltd.	P11	Tianjin No. 1 Machine Tool Works	P32
武汉华中数控股份有限公司	广告号码 90	品牌整版	广告号码 29
Wuhan Huazhong Numerical Control Co., Ltd.	P12	China Famous Brands of Machine Tools & Tools	P125
四川普什宁江机床有限公司		立嘉展国际机床展览会	广告号码 331
NINGJIANG MACHINE TOOL GROUP CO., LTD	P13	Exhibition of LiJia International Machine Tool	P126
北京凯奇数控设备成套有限公司	广告号码 460	第十五届中国国际装备制造业博览会	广告号码 284
Beijing CATCH CNC Equipment Co., Ltd.	P14	The 15th China International Equipment manufacturing Exposition	P127
马波斯（上海）商贸有限公司	广告号码 414	深圳市南护群山胶木有限责任公司	广告号码 422
MARPOSS	P15	NANHUQUNSHAN	P128

三、结束语

提升磨床产品技术水准，实现进口替代是行业企业共同追求的目标。近几年来，我国的数控外圆磨床在紧跟世界机床技术的发展中取得了一定的成效，产品的产业化应用持续推进，在高速、高效、高精度和高可靠性等方面都有了长足的进步。但是我们也应清醒地看到，磨床的种类繁多，

我国的磨床行业整体水平与世界相比依然存在着较大差距，尤其在高档产品上差距更为明显。此外，在产品制造、技术、营销和服务等诸多方面，我们的磨床制造企业也需与用户共同发展和提高，并将这种理念落实到磨床制造企业和用户之间新颖的合作伙伴关系之中，通过服务为用户创造更多的效益。□

信息业务需求调查情况分析报告

中国机床工具工业协会信息管理部 杜智强

为了更好地了解会员企业和分会对协会信息统计分析业务和服务的需求情况,以便为下一步开展信息业务升级工作提供决策和规划支撑,协会自2013年11月18日起面向机床工具行业会员企业开展行业信息统计需求调查活动。本次调查活动以协会统计业务重点联系企业和各分会理事以上会员单位为主要对象和抽样样本,通过分会向各被调查对象发放调查问卷的形式,征集对于协会信息业务建设工作的评价、感受和意见、建议。通过本文将相关情况反馈给广大会员和行业企业。

一、本次调查活动的开展情况

1. 尝试调查新方式,了解企业真情况

本次活动的调查问卷是通过24个分会向621家分会理事会员以上单位进行发放,占全部会员总数的40%。截至2013年12月20日,返回调查问卷的会员单位共计370家,占全体会员数的24%。问卷发放和回收情况如图1所示。被调查单位销售情况如图2所示。

本次问卷在设计上,首次尝试以选择型和数值评价型问题为主的形式,围绕使用信息统计分析业务的实际情况和需求,按照基本信息、现状情况、需求和预期、建议等四个部分进行调查,极大提高了对意见和需求进行定量分析的可能性。

2. 行业企业积极参与,分会组织大力支持

无论从调查问卷的反馈数量和质量,还是从调查数据的分析结果上看,被调查单位的参与度和积极性都较高,反馈了很多真知灼见。其中不仅有对协会信息业务寄予的期望,也提出了很高的要求和建设性意见。协会对相关意见和建议进

行了认真梳理和归纳,并逐一落实处理意见,整体反馈给被调查单位。

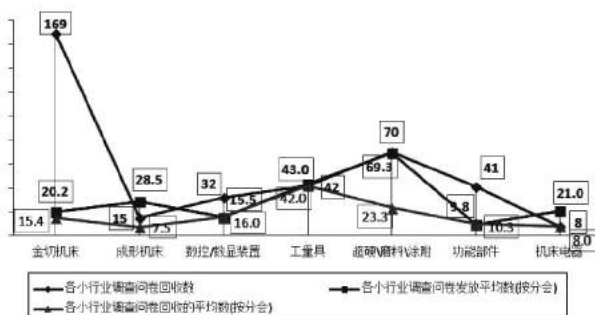


图1 各小行业调查问卷发放和回收情况

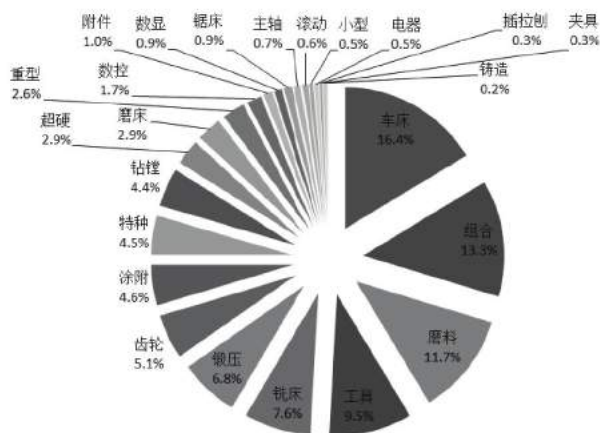


图2 被调查单位销售情况(按分会)

协会的各分会组织承担了全部的调查问卷发放和回收工作,大多数分会基本做到按工作要求保质、保量和及时完成,对调查活动的顺利开展起到了重要的支撑作用。

3. 调查范围广,代表性和可参考性较强

本次被调查单位2012年的销售额达到1467亿元,覆盖协会重点联系企业的规模,并在各分会及主要会员单位间做到基本平衡,兼顾了行业规

模、所有制类型、产品种类和各小行业间协调关系，避免了过于集中某几类产品而造成调查反映情况和需求的片面性。

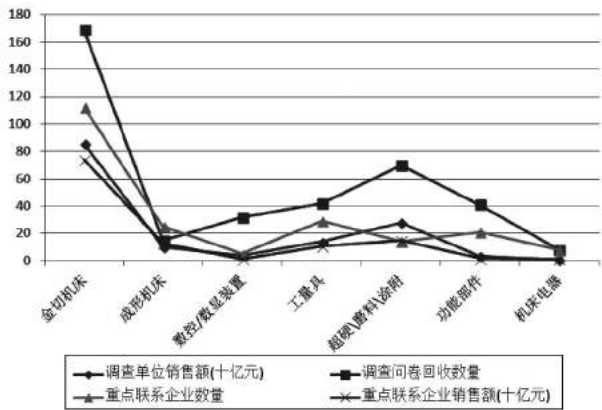


图3 调查单位与重点联系企业对比情况

从被调查单位基本信息来看，本次调查范围基本覆盖主要分会的主要会员单位，调查对象在所有制性质、行业和地域等方面具有一定的代表性。同时，填写者中有 58.7% 为企业中层以上管理者，集中在综合办公室、财务、市场销售、技术、企管和生产等主要职能部门。因此可以说，各被调查单位对填报工作比较重视，相关意见的参考性较高。

二、调查问卷反映的情况

通过对调查问卷的整理，特别是对评价、感受和需求建议的结构化和定量化分析，形成如下相关情况。

1. 协会的信息业务具有一定基础，同业竞争并不激烈

协会现有信息统计产品在被调查单位的使用率比较高，具有一定基础。其中，在全部被调查单位中，73.2% 的单位参与过协会的行业统计，88.8% 的单位接触过协会现有信息产品；综合办公室、市场和销售部门、财务部门在企业所有使用部门中占比较高，分别为 25.4%、21.5% 和 17.9%。从使用情况评价上看（见图 4），基本高于同业产品的评价。

从同类产品使用情况和信息产品使用效果程度评价看，本领域的同业竞争并不激烈。主要表现为，协会以外同类信息产品的使用率较低，购

买过的为 11.5%，接触过的为 29.5%。从使用评价上看（见图 4），无论是否加权计算，其评价结果基本相近，而且分值基本在 3 以下，特别是购买分值较低，说明被调查单位认为同业信息产品不能满足企业的实际需要。

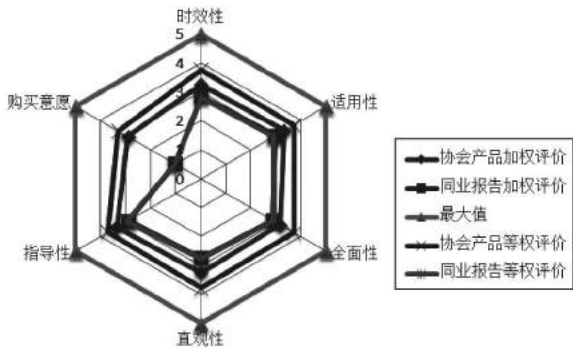


图4 统计分析产品评价情况

2. 企业需求比较强烈，协会信息业务的提升空间较大

在实际使用情况分析（见图 5）中，正在使用和有使用需求的单位比例在 80% ~ 90% 之间，需求程度中表示有需要以上意愿的达到 76.5%，企业的需求比较强烈。

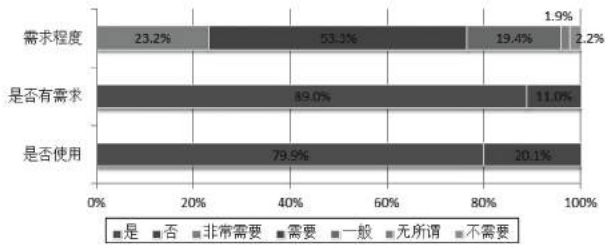


图5 信息统计产品在实际经营中的使用情况

与企业强烈的需求相对比，协会信息产品的提升空间很大。从销售和效益系数加权后的评价价值下降可以看出（见图 4），现有信息产品在销售规模大和效益较好单位中的使用效果评价不高。对现有信息产品的整体评价（见图 6）也反映这一

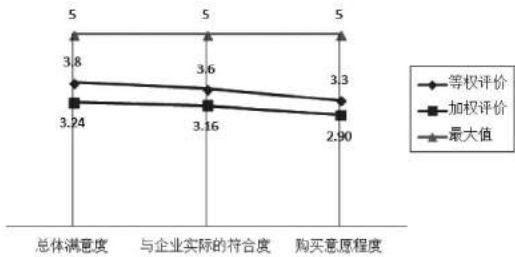


图6 现有信息产品整体评价情况

情况，无论是否加权，从总体满意度到与企业实际情况的符合度，再到购买意愿程度等都直线降低。

3. 开展信息业务升级工作的基础和条件已经具备

从上面的分析可以得出，无论从内部基础，还是从外部的竞争和需求上看，协会开展信息业务升级工作都已经具备。行业对提供准确数据统计和分析的实际需求是开展升级工作的主要推动力。

无论是企业满意度、与实际的符合度和购买意愿，还是对现有信息产品各方面的具体评价，都直接归结为数据准确性的问题。比如，时效性差往往是由于数据在统计、“被制造”、处理和求证的过程中反复造成时间过长；数据不准与企业实际符合度就低，符合度低造成指导性差，指导性差导致购买意愿低。因此，提高数据的准确性就成了信息工作的重要目标和主要任务。

• 行业企业，特别是骨干企业，深受经济下滑和转型升级压力影响，迫切需要了解行业运行和发展的准确情况。同时，数据化决策已经成为先进企业决策的重要手段和致胜法宝。这是提高数据准确性的主要内因。

• 从调查影响上报数据准确性的原因看（见图7），影响的主要原因是缺乏有效的信息共享机制、企业外部环境影响、担心信息泄露和企业内部信息管理水平制约。现在的信息化和网络化手段已能从技术层面提供了保障。

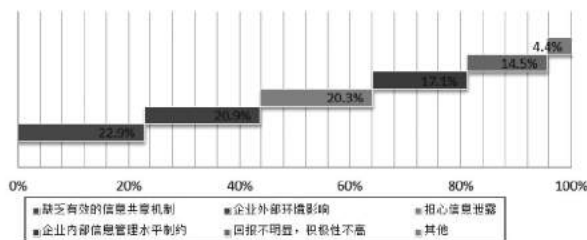


图7 影响上报数据准确性的原因

三、对开展机床行业信息业务升级工作的思考

通过对调查情况的整理和分析，对于开展信息业务升级工作有以下几点思考。

1. 信息业务升级工作要依靠和抓住行业的需求骨干

依托协会信息化工作委员会，重新构画组织职责、运行机制和管理制度开展工作。通过委员会听取会员意见，调动会员参与积极性，整合行业资源。通过对会员企业基本情况的梳理，结合细分行业的企业分布情况，选择具有行业代表性和参与积极性高的企业组建信息骨干网支撑相关工作开展。

2. 信息业务升级工作要针对企业中主要业务部门的需要

从主要使用部门的情况分析，市场和销售部门、综合办公室和技术部门是使用相关信息产品的主要业务部门，所以在信息产品升级中要首先满足以上部门的需要。在信息内容方面，行业运行和发展情况、国内同类产品信息、市场需求分析是主要的内容。

3. 信息业务升级要兼顾企业信息化、人员的条件和建设

信息业务要兼顾考虑对现有条件和人员的利用与帮助改善相应条件、培训人员工作，协会要帮助和支持行业企业构建信息化平台，开展行业信息统计系统操作技能培训工作（在职继续教育和资格认证），提升参与信息工作的能力，提升信息业务发展的持续性。

4. 未来信息业务构建要以提高数据真实性为中心

对相关工作要素排序统计中（见图8），在数据搜集阶段，数据真实性和时效性要远远高出丰富性，所以，“精、准、快”是未来工作的目标；在报告编制和使用阶段，时效性、权威性、参考性和针对性不分上下，这对报告的内容构成提出了要求。

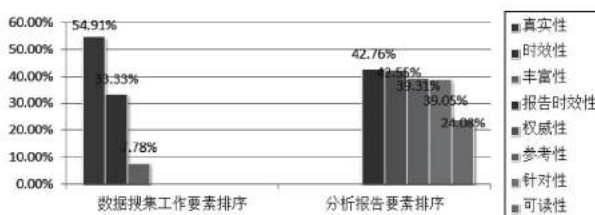


图8 未来信息统计工作中主要要素重要度排序

（下转第117页）

FANUC 智能化机床上下料

日本 FANUC 公司

【摘要】 机器人自动柔性搬运系统具有很高的效率和产品质量稳定性，柔性较高且可靠性高，结构简单，便于维护，可以满足不同种类产品的生产，对于重型汽车生产厂家来说，可以很快进行产品结构的调整和扩大产能，同时大大降低产业工人的劳动强度，具有广泛的应用前景。本文以一个机床上下料应用实例，介绍机器人在智能化机床上下料应用中所涉及到的新技术，以及机器人在机床上下料领域中的应用前景；着重描述了机器人对无夹具定位工件的自动柔性搬运（2D 视觉技术）以及 3D 视觉定位技术。

1. 前言

桥箱类零件生产具有精度高、加工工序多、形状复杂、重量大的特点，为提高加工精度及生产效率，各重型汽车生产厂纷纷采用数控加工中心来加工此类零部件。使用数控加工中心加工工件时，要求工件在工作台上具有非常高的定位精度，且需要保证每次上料的一致性。由于人工上料这类的工件具有劳动强度高、上料精度不好控制等缺点，现在正逐步被工业机器人或专机进行上下料所取代。

工业机器人的应用具有重复定位精度高，可

靠性高，生产柔性化，自动化程度高等无可比拟的优势。与人工相比，能够极大地提高生产效率和产品品质；与专机相比，具有可实现生产的柔性化、投资规模小等特点。机器人智能化自动搬运系统作为减速器壳体加工的重要生产环节，已经在国内重型汽车厂内取得成功的应用，但在国内应用还不广泛。在国家经济建设飞速发展的进程中，重型载重汽车的生产能力及生产水平亟待有一个质的飞跃，而工业机器人即是提升生产力水平的强力推进器，具有广阔的市场前景。

2. 现场布局（见图 1）

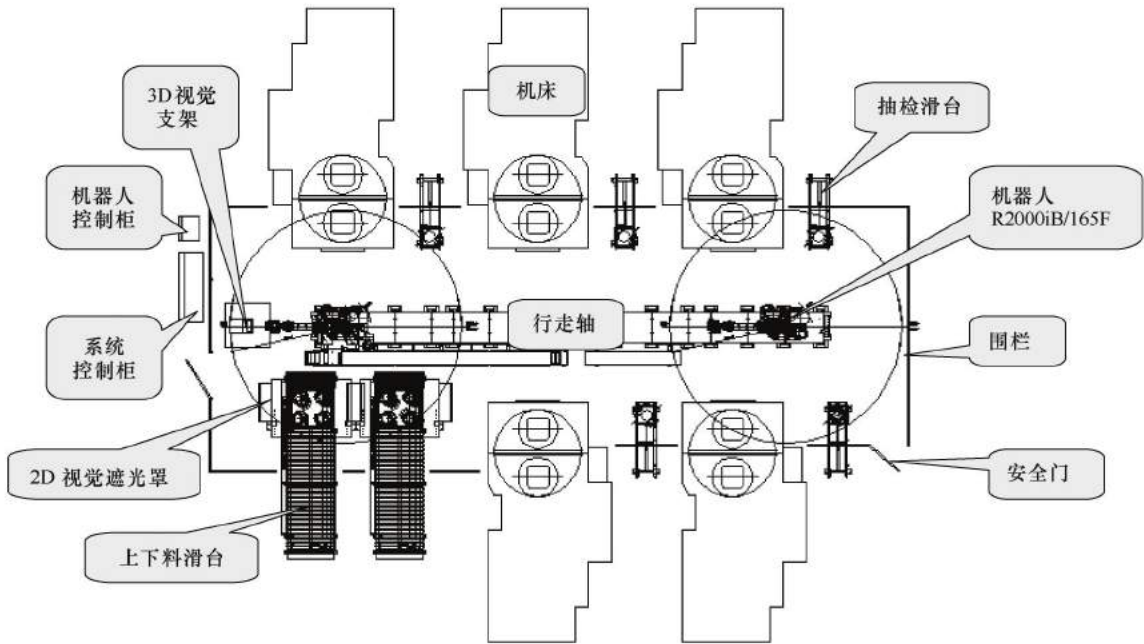


图 1

3. 项目描述

该系统使用 1 台机器人完成服务 5 台机床进行上下料的作业，系统描述如下：

(1) 1 台 FANUC R-2000iB/165F 机器人：安装于行走轴上，实现整个系统的上下料动作。

(2) 1 个机器人手爪（见图 2）：基于机器人专用手爪单元开发的手爪，非常适用于工件一致性不好的使用情况，并具有较高的定位精度和抓持稳定性，定位精度高、耐用性好、维护简单。

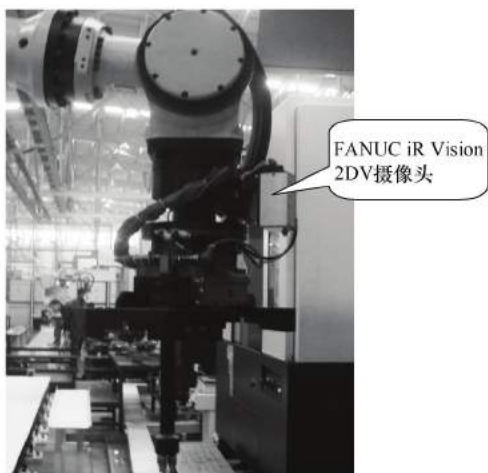


图2 手爪

(3) 1 个长 11m 的行走轴（见图 3）：在行走轴导轨上安装一台工业机器人，最大运动速度为 1.5m/s，使用 FANUC 伺服电机驱动，具有重复定位精度高、响应速度快、运行平稳、可靠等特点，并专门设计了防尘罩，保护导轨、直线轴承以及齿条等运动部件，大大提高了可靠性和使用寿命。在实际应用中，导轨安装于两条生产线机床的中心



图3 行走轴

线上，所安装的工业机器人运动范围完全覆盖 5 台机床以及上下料滑台区域，从而实现了 1 台机器人服务 5 台机床进行上下料作业。

(4) 2 台上下料滑台：每个上下料滑台上有 4 个托盘，每个托盘分别可以存放一个工件，可实现待加工工件的上料，以及加工完成工件的下料。在该系统中，由于使用了视觉技术，因此上下料滑台无需工件的定位装置。

(5) FANUC iR Vision 2DV 视觉系统：该视觉系统由一个安装于手爪上的 2D 摄像头完成视觉数据采集。该视觉系统作为待加工工件准确抓取的定位方式，省去通常为满足机器人的准确抓取而必须采用的机械预定位夹具，具有很高的柔性，使得在加工中心上可以非常容易地实现多产品混合生产。

(6) FANUC iR Vision 3DL 视觉系统：该视觉系统由一个安装于地面上的 3D Laser Sensor 完成视觉数据采集。该视觉系统解决了定位面有偏差的工件上料位置变化问题。由于待加工工件为毛坯件，机器人抓取工件后，上料的定位孔位置会发生变化，甚至工件上料时的平面度也有变化。该技术可以自动补偿位置变化，实现高精度上料。3DL 视觉支架如图 4 所示。

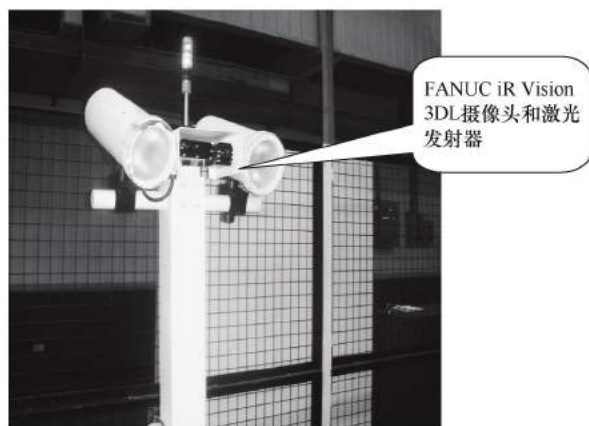


图4 3DL 视觉支架

(7) 5 台抽检滑台：针对每台机床有一个抽检滑台，实现随时对该机床工件加工工件质量的检测。

(8) 电气控制系统：运用人机界面对整个系统的运行状态进行监控，采用三菱 Q 系列 PLC 控

制器，并使用工业现场总线实现系统中实时和非实时数据的传输，具有高度可靠性和可维护性。安全设备采用门开关，作为机器人工作区域的安全防护，完全做到人机隔离，确保系统在自动运行中的人员安全。

该套设备的应用极大地提高了产品的质量稳定性，节省了大批人工，提高了企业的自动化水平，减少了企业的劳动力成本支出，提高了产品的市场竞争力。

4. 系统流程（见图 5）

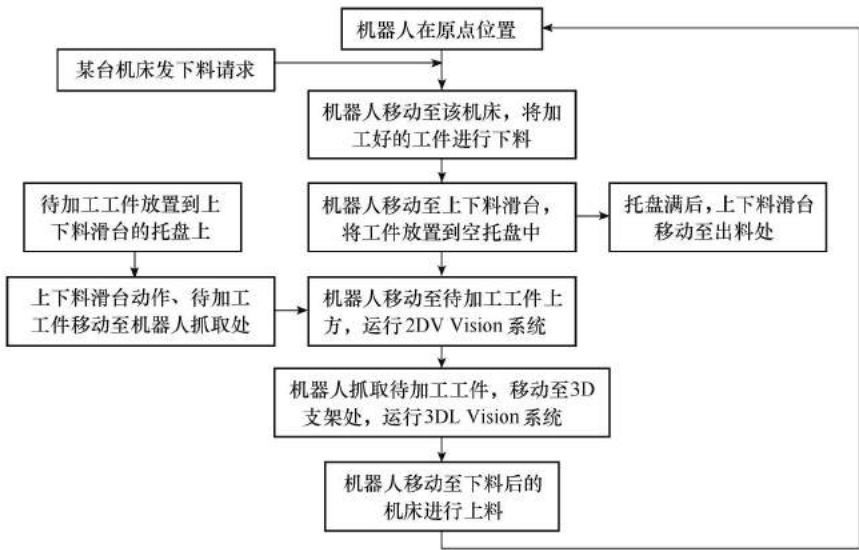


图 5

5. 无夹具定位工件的自动柔性搬运

随着国家和社会的进步，对机械产品的加工也提出了更高的要求，促进了机床加工技术的不断提高，同时对机床在加工过程中工件的上下料方式也提出了更高的要求，现代机械产品的加工具有自动化程度高、安全文明、环保性好（噪声小）、实用性强等显著特点和优势，以机器人在机械加工中的自动化应用为代表，在各个加工领域的应用越来越广，将成为现代机械加工的主流辅助设备。

在国外，机器人在机械产品的加工中的使用已经非常普遍，它具有速度快、柔性高、效能高、精度高、无污染等优点，是一种非常成熟的机械加工辅助手段。机器人对无定位工件的自动柔性搬运系统的工作原理，就是利用高清晰摄像头（vision 系统）实现对无定位工件的准确位置判断，在机器人收到信号后，机器人装上为工件定制的专用手爪去可靠地抓取工件，在与机床进行通讯得到上料请求后，最终完成机床的上下料。在各种机械加工行业中该系统应用广泛。使用机器人对无夹具定位工件的自动柔性搬运系统可以使生

产流水线更加简单易于维护，并大幅度降低工人的劳动强度，效率和柔性又比较高。该系统结构简单、安全文明、无污染，能在各种机械加工场合进行应用，满足了高效率、低能耗的生产要求。

在国内的机械加工，目前很多都是使用专机或人工进行机床上下料的方式，这在产品比较单一、产能不高的情况下是非常适合的，但是随着社会的发展，科技的日益进步，产品更新换代加快，使用专机或人工进行机床上下料就暴露出了很多的不足和弱点，一方面专机占地面积大，结构复杂、维修不便，不利于自动化流水线的生产；另一方面，它的柔性不够，难以适应日益加快的变化，不利于产品结构的调整；其次，使用人工会造成劳动强度的增加，容易产生工伤事故，效率也比较低下，且使用人工上下料的产品质量的稳定性不够，不能满足大批量生产的需求。使用机器人自动柔性搬运系统就可以解决以上问题，该系统具有很高的效率和产品质量稳定性，柔性较高且可靠性高，结构简单更易于维护，可以满足不同种类产品的生产，对用户来说，可以很快进行产品结构的调整和扩大产能，并且可以大大

降低产业工人的劳动强度。在这种趋势下，对机器人自动柔性搬运系统的需求会大量增加。

FANUC iR Vision 2DV 视觉系统主要是通过视觉系统软件设置，建立视觉画面上的点位与机器人位置的相对对应关系。对工件进行视觉成像，与已标定的工件进行比较，得出偏差值，即机器人抓放位置的补偿值，实现机器人自动抓放。该技术实现了机器人在无夹具定位工件情况下的自动柔性搬运。在该上下料系统中，待加工工件形状复杂，用夹具进行定位非常复杂，同时不利于以后同类新产品的扩展。在应用了 FANUC iR Vision 2DV 视觉系统后，待加工工件只需放置于上下料滑台无定位装置的托盘上，实际情况为待加工工件可以在托盘上移动 $\pm 2\text{cm}$ 以及旋转 $\pm 30^\circ$ 。这样大大减少了在上下料滑台上的设计工作，保证了系统的扩展功能。

原理：如图 6 所示，选一个待加工工件作为初始工件，通过 2DV 视觉软件对该工件在摄像头中的画面点位与机器人示教点位的关系进行标定，同时完成初始工件的特征标定。示教完成的抓取程序为初始工件初始位置的抓取位置，此时工件抓取偏差值为零。当工件平移或者旋转后，位置与初始工件的位置发生变化。通过 2DV 软件，机器人能够计算出位置变化量 X 、 Y 、 R 。机器人将该偏差值存入位置寄存器 $PR[]$ 中。此时机器人可以通过把偏差值 $PR[]$ 补偿到初始抓取位置来实现工件的抓取。2DV 视觉系统操作流程如图 7 所示。

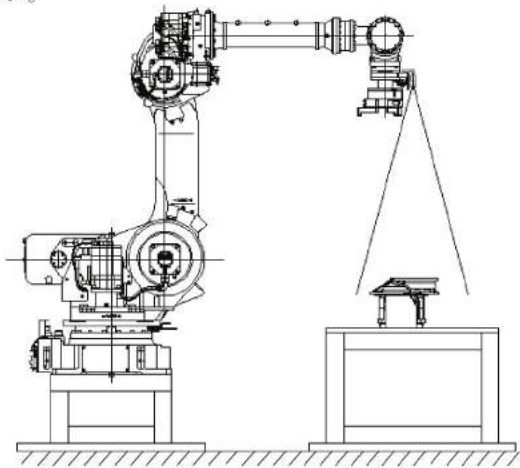


图 6 2DV 视觉布置

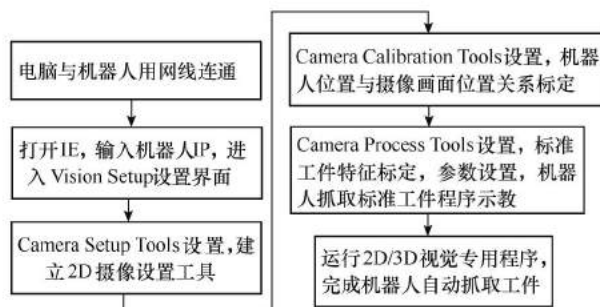


图 7 2DV 视觉系统操作流程

补充：在该上下料的应用中只有一种工件，当有多种工件时，2DV 视觉系统可以根据不同的工件进行多次特征标定，实现多种工件之间的切换调用，大大提高了系统的可扩展性，柔性度高。

6.3D 视觉定位技术

应用于机器人上料至机床。

摄像头安装位置：固定在 3DL 视觉支架上。

该技术解决了定位面有偏差的工件上料位置变化问题。由于加工工件为毛坯件，机器人抓取工件后，上料的定位孔位置会发生变化，甚至工件上料时的平面度也有变化。对于此种情况，在没有 3DL 视觉系统的情况下，机器人是无法实现对工件的准确上料。

原理：如图 8 所示。选一个毛坯件作为初始工件，通过 3DL 视觉软件对该工件在摄像头中的画面点位与机器人示教点位的关系进行标定，同时完成初始工件的特征标定（见图 9）。示教完成的上料程序为初始工件初始位置的上料位置，此时工件上料偏差值为零。当抓取其他毛坯件后，定位孔位置以及工件的平面度发生变化。通过 3DL 软件，机器人能够计算出位置变化量 X 、 Y 、 Z 、 W 、 P 、 R 。机器人将该偏差值存入位置寄存器

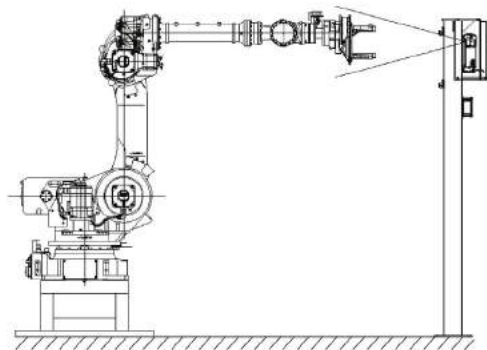


图 8 3DL 视觉布置

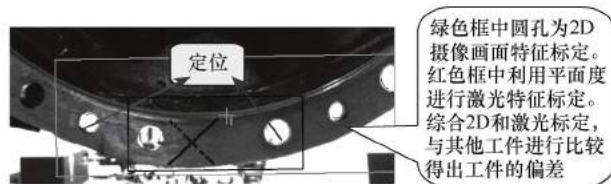


图9 3DL视觉标定画面

PR []中。此时机器人可以通过把偏差值PR []补偿到初始上料位置来实现工件的上料。

补充: 2DV 是通过摄像头计算平面变化量, 3DL 是通过摄像头和激光综合计算空间变化量, 实际上是2DV与激光技术的综合应用。该技术的应用大大增加了系统设计的可行性, 尤其是在遇到定位面有偏差的工件设计时。

7. 软浮动功能 (Soft Float)

应用于工件抓取和机器人机床上、下料步骤。

该项目中机器人手爪抓取待加工工件位置在毛坯面, 各个毛坯件抓取位置与定位孔位置都有差异。虽然有2DV视觉补偿, 但是毛坯面不能作为特征量, 导致在机器人手爪抓取工件的位置在不停的变化, 机器人无法补偿此偏差。以下是由于毛坯面与定位孔位置变化带来的问题:

(1) 工件在托盘内, 机器人抓取后, 由于毛坯面带来的偏差, 导致工件在手爪抓取时有移动, 偏差大时与托盘有摩擦。

(2) 机器人从机床下料时, 由于毛坯面带来的偏差, 导致手抓不能完全贴合毛坯面, 即使强硬

贴合上, 在工件脱离定位销时会有严重的摩擦, 导致碰撞报警。

说明: 软浮动功能在开启后, 机器人可以受外力改变姿态, 改变大小可以通过参数设置。手爪在抓取毛坯件时可以根据毛坯面改变姿态, 达到完全贴合, 避免碰撞和摩擦。

补充: 该项目中, 工件定位孔与机床定位销(锥形)之间的配合精度达到0.01mm。机器人本身的重复精度 $>0.01\text{mm}$, 导致工件上料位置偏差。此时应用软浮动功能, 机器人抓取工件运行到定位销锥度部位, 由机床夹具夹紧, 机器人通过软浮动移动至上料位置, 实现上料过程。

8. 结语

随着国家经济的快速增长, 重型载重运输汽车的需求在不断地扩大, 为满足市场的需求, 各重型汽车厂在不断地积极开发新产品, 并扩大原有产能。使用机器人服务加工中心组成柔性加工生产线的自动化方式逐步得到广泛采用, 从而在提高生产效率、减少人工成本、保障作业安全、提高生产品质等方面起到了显著作用。机器人自动柔性搬运系统具有很高的效率和产品质量稳定性, 柔性较高且可靠性高, 结构简单, 便于维护, 可以满足不同种类产品的生产, 对于重型汽车生产厂家来说, 可以很快进行产品结构的调整和扩大产能, 同时大大降低了产业工人的劳动强度, 具有广泛的应用前景。□

(上接第112页)

5. 加快推进协会信息业务升级工作, 集中资源投入

在加快推进协会信息业务升级工作中, 纳入到协会组织建设和会员发展体系中考虑, 从全局的高度统筹资源投入, 设计满足大多数会员实际需要的运行、管理、权责和共享机制, 以及相关配套措施, 集中支持积极参与相关工作的会员单位和分会。

6. 统筹信息业务需求目标, 结合发展变化分期实施

根据行业的需求情况, 统筹和凝练信息业务升级的目标, 编制该工作的顶层设计方案, 并结

合需求的急迫性和必要性程度, 细化近、中、远期实施计划分步实施, 完成好一个阶段启动一个阶段, 做到有序推进。

四、结语

本次调查活动得到分会和会员单位的大力支持, 由于时间仓促和前期准备上还是不太充分, 调查活动和问卷在内容和形式上还有改进和提升的空间。参与调查的单位对相关工作提出了很多建设性的意见和建议, 对我们开展下一步工作帮助很大。协会信息管理部会接受大家的建议和意见, 并不断改进工作方法, 提升为行业企业服务的能力, 与广大会员单位紧密结合, 共同做好行业信息统计分析业务升级工作。□

值得一试的干切削

山高刀具（上海）有限公司

在过去的二十年里，使用切削液的经济性已经发生了戏剧性的变化。早在 20 世纪 80 年代初，对于大多数机加工来说，采购、管理和处理切削液的费用就占总成本小于 3%。今天，平均来说，切削液的费用（包括管理和处理）占总成本的 16%。由于切削刀具只占加工项目总成本的 4%，接受一种以稍短的刀具寿命换取停用切削液所节约的成本以及维护切削液所带来令人头痛的问题，可能成为费用更低的选择。

况且刀具寿命甚至可能不会缩短。因为涂层硬质合金、陶瓷、金属陶瓷、立方氮化硼（CBN）和聚晶金刚石都是脆性的，它们对由热应力引起的微崩和破裂很敏感，尤其是在端面车削和铣削加工时，冷却液的介入会加剧这种倾向。

例如，在铣削中当切削刃切入和切出工件时，切削刃被加热和冷却。这些温度波动引起的膨胀和收缩会导致疲劳。最终将形成一连串垂直于切削刃的梳状热裂纹并且引起破裂。添加切削液通常会使情况更糟，其道理很简单。大部分冷却液作用在工件上比切削区温度低很多的部位。专家们还在争论一个问题：是否所有切削液都到达了切削区域（即切屑和工件之间的区域）来控制加工的热源。冷却液通常只冷却周边区域（先前较热的区域），因此加强了温度梯度并增加了热应力。

攻丝、铰孔和钻孔确实需要切削液的帮助，但不一定是为了冷却的目的。特别是用于钻孔时，是为了钻尖的润滑，也为了将排出的切屑从孔中冲走。没有切削液，切屑会堵塞在孔中，并且加工表面的平均粗糙度是湿式加工的两倍。润滑钻头刃带和孔壁之间的接触点也能降低机床的扭矩

需求。

哪些材料适合干切削？

除费用和刀具寿命之外，影响选用干切削的另一个因素是工件。有时，切削液可能弄脏零件或产生污染。想想看，进行医学植入的情况，例如为髋部植入一个球形关节。在这种不允许污染的地方，切削液是不受欢迎的。

一个工件对于干切削工艺适合与否也取决于材料本身。例如，对于大多数铸铁、碳钢和合金钢的切削来说，切削液是多余的。这些材料加工起来相对容易，热传导性好，允许切屑带走产生的大部分热量。也有一些例外，就是低碳钢，当含碳量下降时，它变得更粘。这些合金需要切削液来润滑以防止熔焊。

通常情况下，当加工大多数的铝合金时，切削液不是必需的，因为切削温度相对较低。这些材料在确实发生切屑熔焊时，大的正前角和锋利的切削刃通常可以解决这个问题。然而，当高速切削铝合金时，高压的冷却液是有帮助的，因为用简单的压缩空气进行断屑和排屑是不够的。

干切削不锈钢更为困难一些。在这些材料中，热量会引起一些问题。例如，它能使马氏体不锈钢过度回火。对于很多奥氏体不锈钢，由于热导率往往很低，所以热量由切削区域到切屑的流动也不好。于是切削刃过热，刀具寿命缩短到不能接受的程度。在切削不锈钢的过程中使用切削液是很必要的，还因为许多不锈钢都是粘性的，这就意味着它们有沿切削刃方向会产生积屑瘤的倾向，从而导致粗劣的表面光洁度。

对于许多材料来说，几乎不会选择干切削。

所有种类的高温合金都需要切削液。尤其是切削镍基和铬基高温合金时，产生极高的温度，需要切削液来带走热量。同时，切削液的润滑能力还能保持产生的热量最小。

切削钛合金时，切削液是强制性的。虽然研究人员正在研究干式切削钛合金的途径，但是这种材料的性质对这项工作产生了极大的障碍。它是粘性的，热导率低而且（还有某些合金）闪点很低。因此，铁屑不能把热量带走，工件变热足以被点燃和燃烧起来（虽然镁断屑容易，但也容易燃烧）。切削液通过润滑切削刃、冲走切屑和冷却工件来防止产生这个问题。为保证切削液起到这些作用，当加工钛合金时，人们更倾向于在高压时使用切削液，压力通常在 4000 到 7000 磅/平方英寸范围内。

有时，粉末合金也需要切削液来产生薄薄的一层油膜作为防锈剂。



减少切削液的使用提供了可观的成本节约机会。刀具寿命甚至可能会提高。

刀具必须控制热量

一些公司已经碰巧获得干切削的价值，而也有一些工厂有目的的进行尝试，但却无法看到它的益处。其原因是干切削的成功应用不仅仅要求消除冷却液，而且还要求在整个过程中有一套控制热量的系统方法。

刀具影响热传递的最重要的方式是通过产生良好的切屑。切屑能带走 85% 切削产生的热量，并且只允许 5% 传入工件，而 10% 的热量传入刀具和其他地方。新式的断屑槽压入刀具表面，这样非常有利于控制切屑的形状和尺寸。

因为切屑较热，因此延展性比对应的湿式加工更好，使得断屑更难并更有可能产生导致表面光洁度变差的有危险性的切屑缠绕。使用一种专为剪切带状切屑工件材料设计的断屑槽有助于解决这个问题。虽然这样的切削刃会有更大的正前角，但是它们不会像在湿式加工中那样脆和易碎。

干切削中固有的很高的切削温度通常可以稍微软化硬质合金，增加了其韧性，降低了微崩的可能性，并提高刀具的可靠性和刀具寿命。

基于同样的理由，干切削时换成更硬一些的刀具几乎不会降低刀具寿命或切削一致性。而实际上，恰恰相反。更硬的基体能够保证切削刃在高温切削时的完整性，而轻微的软化能够防止它变得太脆。其结果是，用户可以指定一种更硬的硬质合金材质等级来提高抵抗变形和月牙洼磨损（切削刃的化学溶解）的能力。否则，在干切削时会大大缩短刀具寿命。

为干切削设计的刀具可以更加锋利，并且比湿式加工切削更为轻快，实际上它产生的摩擦力较少并且有助于热量的控制。对于钻削的研究表明，减少切削刃修磨来生成更锋利的钻头能降低 40% 的切削温度。锋利的切削刃不仅可以保持较低的温度，而且可以减少径向跳动并提高表面光洁度。

另一个有助于在切削过程中打碎并排出切屑的方法是用气体替换液体，其中压缩空气最为普遍。虽然在冷却时没有效果，但有时一阵压缩空气足够将切屑在切削过程中吹出来，防止了二次切削，防止多余的热量转移到工件和机床中。当润滑必要时，用户便应用一种高效润滑剂，产生一层薄雾，在切削过程中消耗。有时，最有效的方法是一种相对较新的技术，称为最低量润滑（MQL），它是通过向刀具中注入少量的冷却剂进行润滑的。

涂层使刀具隔热

刀具涂层在保护切削刃中也起重要作用。为了进行干式加工，装上最有效的切削刀具，结合一种特殊工业化涂层系统的方法，镀上一层富钴区基体，使内部和表面都变硬。利用传统工艺和中温化学气相沉积工艺生产出非常厚的复合涂层，厚度 20 μm 。第一层碳氮化钛涂层产生对基体和刃口韧性的必要支撑。

接下来的一层细颗粒氧化铝提供有效热屏障，适合干切削和高切削速度。第二层是耐磨的碳氮化钛，它有助于控制后刀面和月牙洼磨损，而顶

层的氮化钛则能产生抗积屑瘤能力，并且能够更容易地确定刀具的磨损程度。

润滑性好的涂层通过降低摩擦力来减少热量的产生。例如二硫化钼和硬质合金涂层具有低摩擦系数，在切削过程中就能够起润滑作用。然而，这些涂层很软，而且刀具寿命相对较短。为弥补这个局限性，这些涂层常常与坚硬的衬层一起使用，例如碳化钛、氮铝化钛、氧化铝或一些化合物。

车削时，在干切削中更容易发生切屑缠绕。对于车削钢件，这里所指的刀片是以富钴区基体和 20 μm 厚的复合涂层为特征，形成一个热屏障。

找到最好的切削参数

如果想在干切削方面取得较好的效果，除了需要指定正确的切削刀具以外，还有很多需要注意的地方。最适宜的主轴转速、进给速率和切削深度也很重要。例如，如果利用改变断屑槽的方法不能充分控制切屑，可以试着调节进给速率。增加进给速率通常能得到最好的效果，减少进给速率不利。

使用适当的切削参数也有助于使热量产生到最小。最显而易见的方法是利用较高的速度和进给就能达到，当以更快的速度切削工件材料时减少了切屑的负载。这样，切削时间较少，同时也减少了产生热量的时间以及热量渗入工件的时间。



图示立铣刀具有超大的径向和轴向正前角。

大正前角能减少功率消耗并有助于阻止切屑熔焊。

但是有时降低主轴转速的 15% 左右是降低切削温度的最佳行动方案。为了防止生产率受影响，用户可以相应增加进给速率。一定要参考机床的扭矩图表以确保较低的轴速和较高的进给速率不会增加扭矩要求以及使主轴闷车。如果扭矩的要求超过主轴的能力，可以选用直径小一些的刀具。如果较高的进给速率对表面光洁度不利，可以增加刀具的刀尖半径作为补偿。

在铣削中，切削深度也会影响切削温度，因

为它既影响了切削力，也影响了冷却时间。满切削的铣刀切削工件时，一半的时间切削并被加热，另一半的时间进行空冷。然而，当啮合宽度只有 50% 的时候，就只有 1/4 的时间在切削，3/4 的时间进行空冷。换句话说，工件只用了相当于原来一半的时间获得热量，而更多的时间是用来冷却。大多数刀具制造商根据不同硬度值的最佳切削温度来确定切削深度，因此请遵循他们的建议。

机床也扮演着一个角色

当刀具从切削区排出切屑时，机床必须尽它的职责迅速将切屑带走。如果切屑在机床或其他地方积聚，甚至即使积聚了相对较短的时间，切屑内部的热量也能传到床身，引起膨胀和微小扭曲，影响精密加工的精度。

由于没有切削液带走切屑和吸收热量，机床必须依赖它本身的设计有效地移走切屑。对于干式铣削加工来说，卧式机床是最好的，因为在这种机床上允许切屑直接落在机床下面的切屑传送带上。实际上，一些设计者已经设计了最新 HMC，通过在中心开孔来消除在水平面上堆积切屑。

对于车削，首选的主轴方向恰恰相反。立式卡盘是完全封闭的，当零件旋转时，切屑依靠惯性被甩到内壁上。切屑随后落到下面的传送带。很多设计者已经设计了最新的立式车床，带有倒置的主轴，更进一步利用了重力。

虽然当今还没有适用于所有机床的标准切屑传送带，但是对于干式加工来说，它是必须的。真空过滤装置也能将加工铸铁和石墨时封闭在机床中的灰尘除去。

不管机床在排屑方面多有效率，但当没有使用切削液以增加热稳定性时，机床和工件就会对温度变化更加敏感。其结果是，涉及到高精度应用场合也许需要机床具有对称设计和热补偿包以进行实时调节补偿。用户可能也考虑到周期性测量工件的关键尺寸，用在线探查的方式或在离线测量站监测热漂移的方法，并在必要时采取纠正措施。

控制热波动的另一种方法是在设计工艺时把波动值降到最小。例如，早晨开动机床之后，操作

车间型测量机在动力总成检测的应用

海克斯康测量技术（青岛）有限公司 高仕伟

【摘要】 现代化的动力总成加工车间将配备高速、高精度的加工制造设备，网络化和数字化的控制平台对测量系统提出了更新、更高的技术要求。本文通过描述动力总成企业对检测规划、设备选型到测量系统的验收，再到动力总成生产线设备调试、设备验收至批量生产的几大工作步骤，阐述选择车间型测量机系统在整个过程中的重要性和必要性，从而得出了车间型测量机系统作为生产线规划布局中重要质量控制组成单元的必要性和优越性。

前言

在整个动力总成加工制造环节，零件加工的节拍将精确到“秒”，如此快节奏的生产过程要求快速、准确地提供检测报告。测量报告的快速呈现可以有效控制产品的质量和防止制造产品的批量报废。同时，通过现代化的数据库管理系统使车间型测量机成为生产过程的一部分，车间型测量机在完成工件测量后将在软件窗口通过图形化的标识和数字化报告快速呈现被检测零件合格与否，同时将通过网络把数据上传至用户的数据库管理中心，如：目前在全球动力总成方面应用广泛的 Q-DAS 数据库系统。

本文将介绍来自海克斯康计量的 Global Silver SF 测量系统在先进动力总成生产线中的配备过程及在制造工程中的有效应用。

1. 动力总成检测规划阶段

项目规划人员将确定在线 CMM 设备的数量，以确保测量效率与加工、抽检频次有效配合，这方面将主要考虑测量设备的动态性能，如空间运

动速度与空间运动加速度、探头的扫描速度和加速度等。根据工件的制造精度和加工环境确定测量设备的精度及设备类型，这方面主要考虑测量设备 MPEE、MPEP、MPETHP/t 等 ISO-10360 指标以及探测系统的承载能力（悬挂加长杆和探针的重量及长度）。同时，根据用户现场的需求配备相关辅助系统，如：用于车间环境下稳定电压、气压的 PUP 系统，用于用户进行快速、安全更换工件的上下料系统，用于确保工件测量状态和稳定性的夹具系统和用于适应车间环境防尘等；图 1 中展示了一个动力总成生产线的在线测量机布局规划。

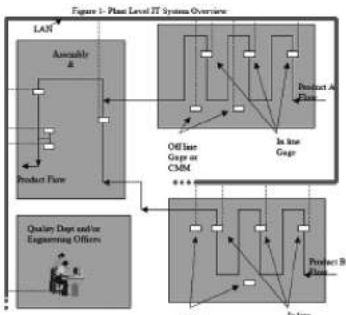


图 1

工会给机床一些时间空转以达到一种稳态，并且利用自动化使机床在不加工时保持运行。对于在同一工位进行几个操作的应用来说，首先应计划执行干式加工，然后钻孔、攻丝，最后其他湿

式加工。采取这种预防措施能够将切削液的用量降到最小，并且可以防止其对于干式加工的干扰。□

图 2 展示了完整的车间型测量机测量系统；Global Silver SF 机型拥有 866mm/s 的空间移动速度和 2600mm/s² 的空间加速度与加工效率完美匹配，配备了 Leitz LSP-X5 系列探头，支持最大负重 500 克，最大加长长度 500mm，将确保动力总成部件在高精度条件下一性完成接触扫描测量。



图 2

2. 车间型测量系统的验收

不是任意一款测量系统都适应与生产车间的环境，按照车间的规划以及对成本的考虑，生产车间对温度控制一般在 15 ~ 30℃ 之间，测量系统在生产车间安装后，将根据控制计划的要求编辑完成测量程序，按照前期规划的要求控制检测的节拍。在车间环境下完成机器精度及测量程序验证，其中最重要的验证为按 MSA 的要求完成测量设备的 GR&R。GR&R 的指标由重复性和再现性两项指标组成，广义上可以理解为这两项指标的误差值占尺寸总公差 的 10% 视为测量系统通过。

GR&R（见图 3）的通过确定了测量系统可以用于生产线的验收及生产制造环节的质量控制。由于 GR&R 测试使用加工工件并涵盖整个零件尺寸，整个测试过程一般会超过 48 小时。在宽温度环境下，测量系统的宽温带设计以及温度补偿功能在整改测试环节中起到至关重要的作用；Global Silver SF 机型配备结构性温度补偿系统，是针对时间/空间温度波动进行测量结果补偿的新技术。基于 15 个温度传感器（测量机上 14 个，工件上 1 个）所组成的网络，可识别测量机和被测工件温度的变化并对测量结果进行补偿。这种技术不仅考虑了材料的自然线性扩张，也通过测量机的数学模型，考虑了复杂结构的变化。因此测量机

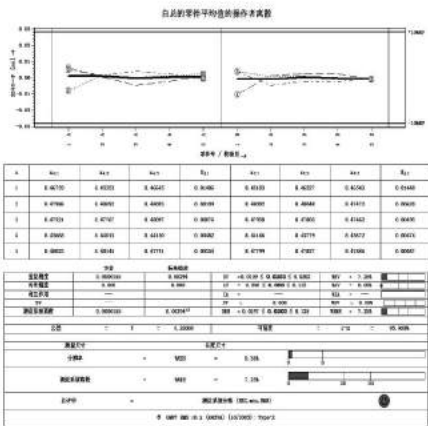


图 3

可在 15 ~ 35℃ 的宽温度范围内进行测量；图 4 中展示在 42 小时温度渐变中结构型温度补偿系统的表现。

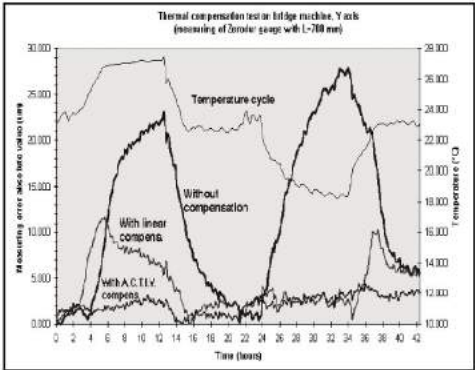


图 4

3. 用于生产线的验收阶段

在这个过程中车间型测量机将提供测量数据用于生产制造设备供应商调整加工设备。在这个阶段，测量系统大约需要在车间环境下连续工作约 60 天的时间，测量系统的误差将直接影响 Cm、Cmk 的能力指数，其中环境温度的变化对整个测试过程的影响是最大的。同时，测量软件将提供设备验收支持的用户界面及产生符合 Q-DAS 规范的数据报告。通过车间型测量机提供的首件 (1parts)、5parts、50parts 数据，质量工程师通过在 Q-DAS 软件中按照要求进行能力分析，判断生产制造设备是否可以通过验收。通常使用能力指数 Cm、Cmk 表示（PQC 尺寸能力一般要求在 2.0 以上，STD 尺寸能力一般要求在 1.33 以上）。图 5、图 6 将展示 Q-DAS 用户判断机床加工能力的各阶段报告。

Q-DAS - 统计											
程序名	测量值名称	测量值范围	标准差	下公差	上公差	z	合格数	不良数	合格率	不良率	不良数/100件
1	770000_0_200	770000_0_200_0_2_0_0_0	standard	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00%	0.00%	0.00
2	770000_0_200	770000_0_200_0_2_0_0_0	standard	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00%	0.00%	0.00
3	770000_0_200	770000_0_200_0_2_0_0_0	standard	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00%	0.00%	0.00
4	770000_0_200	770000_0_200_0_2_0_0_0	standard	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00%	0.00%	0.00
5	770000_0_200	770000_0_200_0_2_0_0_0	standard	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00%	0.00%	0.00
6	770000_0_200	770000_0_200_0_2_0_0_0	standard	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00%	0.00%	0.00
7	770000_0_200	770000_0_200_0_2_0_0_0	standard	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00%	0.00%	0.00
8	770000_0_200	770000_0_200_0_2_0_0_0	standard	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00%	0.00%	0.00

图 5

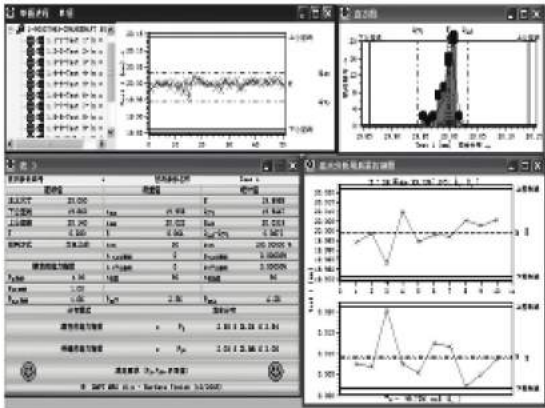


图 6

4. 车间型 CMM 用于 PPAP 阶段

当生产设备完成验收后用户将使用加工机床连续加工 250 个工件或更多，然后通过每 2 件或 5 件的方式使用车间型 CMM 进行抽检，一般需要得到至少 125 个工件的 Q-DAS 数据。质量工程师通过在 Q-DAS 软件中按照要求进行能力分析。通常使用能力指数 Pp、Ppk 表示（PQC 尺寸能力一般要求在 1.67 以上，STD 尺寸能力一般要求在 1.33 以上），判断是否可以进入 SOP 阶段。评估报告与图 6 相同。在这个阶段，测量系统将连续运行约 120 个小时左右，测量的效率以及车间的温度变化都将影响 PPAP 阶段的进程。同时，测量设备的误差也将直接影响 Pp、Ppk 的结果。换言之，测量系统的误差比越小越能真实地反映加工线的加工能力。

5. 车间型 CMM 用于 SOP

当完成 PPAP 后已确定生产线处于统计受控状

态。此时，车间型 CMM 系统将用于生产过程的工件抽检环节，这个测量过程是一个长期恒定的检测过程，整个检测周期将跨越 4 个季节，也就意味着测量系统将经历 15℃ 至 30℃ 的渐变过程，这对测量系统的稳定性提出了更高的要求。现场操作人员将根据质量工程师和现场 ME 的要求，对生产制造工件首件、中件、末件、不定期抽查件和换刀件、换型件进行检测。车间型 CMM 软件操作界面将提供一切可以用于追查质量的辅助信息交付窗口，如：为用户提供 2D matrix 扫描枪，用户可以使用扫描枪扫描喷在零件上的 2D 码，软件将根据 2D matrix 的编码信息自动完成测量程序的选择、生产线编号等，并且提供可选择的测量目的，以及操作者的信息等。车间型 CMM 软件操作界面还将提供用户选择测量程序的交付窗口，通过该窗口用户可以根据需求按工序测量、按刀具测量、按项目或尺寸测量。在提高检测效率的同时，降低操作的复杂性和出错的概率（见图 7）。

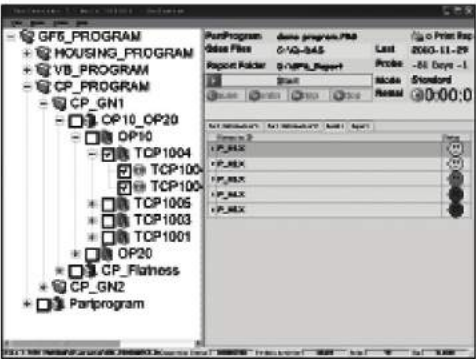


图 7

6. 车间型 CMM 提供的报告

在完成检测后将提供三种形式的测量报告用于现场操作者、ME 和质量工程师用户不同目的数据分析。“红、黄、绿脸”报告（见图 7）用于现场操作人员快速判断加工工件的状态。红脸表示超差、绿脸表示合格、黄脸表示超过公差 80% 需操作人员注意并通知现场 ME。“测量报告”（见图 8）用于现场 ME 调整测量设备或更换刀具。“Q-DAS 报告”用于上传至 Q-DAS 数据库（见图 9），用于质量工程师进行按每月或每季度的生产能力分析，及时对生产线的加工能力和生产设备的加工状态做出正确判断，以有效防止加工失效

和批量报废的产生；同时，质量工程师也可以根据车间型 CMM 输入的辅助信息，在 Q-DAS 数据库中按照时间、加工设备、操作者等进行筛选，准确获得希望分析的数据（见图 10）。

HEXAGON 希克司		PC-OMS REPORT	
Plan name	Inventory_2023.R03.01.sp00_00		
Plan Desc	Inventory - Storage of WTG L100 L100	Document	0100 - Converter Winding Marking 03
Plan serial	HEX00072327	On job tag no	24230009
Operation		Station time	24hrx24
Machine	120 Mod-2 CNC (PMU)	File/Job Log	
Comp Path	120 GageComputer	Date	2023-09-20
Draw	1st check of shift		
Start Time	08:21	Runtime	41 Minutes
Plant	Shanghai GE Power Systems Shanghai	Total Time	5/436

YOUNG_006									
Station	Symbol	Actual	Standard	U-Tol	U-Lo	Dev			
YOUNG1_01_02_P_0_0	P-1	15.181	15.180	-0.000	-0.000	0.000		pass	pass
YOUNG1_01_02_P_0_1	P-2	15.181	15.180	-0.000	-0.000	0.000		pass	pass
YOUNG1_01_02_P_0_2	P-3	15.181	15.180	-0.000	-0.000	0.000		pass	pass
YOUNG1_01_02_P_0_3	P-4	15.181	15.180	-0.000	-0.000	0.000		pass	pass
YOUNG1_01_02_P_0_4	P-5	15.181	15.180	-0.000	-0.000	0.000		pass	pass
YOUNG1_01_02_P_0_5	P-6	15.181	15.180	-0.000	-0.000	0.000		pass	pass
YOUNG1_01_02_P_0_6	P-7	15.181	15.180	-0.000	-0.000	0.000		pass	pass
YOUNG1_01_02_P_0_7	P-8	15.181	15.180	-0.000	-0.000	0.000		pass	pass
YOUNG1_01_02_P_0_8	P-9	15.181	15.180	-0.000	-0.000	0.000		pass	pass
YOUNG1_01_02_P_0_9	P-10	15.181	15.180	-0.000	-0.000	0.000		pass	pass

图 8

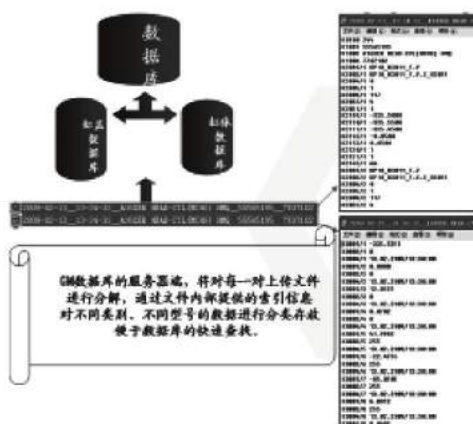


图 9



图 10

7. 总结

随着现代质量控制技术和统计分析软件在生产过程中的有效应用,测量设备提供的检测数据将不仅仅用于判断某一测量工件是否合格而更多用于提供长期的数据采集。通过对长期的数据进

行分析,动力总成的规划人员可以对生产设备的后期规划提供理论支持,动力总成的 ME 人员可以根据数据计算出更优的生产节拍、刀具寿命和更换加工设备零件的周期。动力总成质量人员可以根据数据计算出目前生产工件的质量状态从而可以量化质量能力。车间型测量机系统因更接近生产制造现场而大大缩短了送检周期。同时,更接近现场的工件制造环境,以及不需要建立单独的温控测量间,将有效地消除加工环境与测量环境不一致的问题以及检测成本的问题。因此,车间型测量机系统将成为动力总成质量在线控制规划的首选。□

注释 1. 能力证明阶段



图 10

注释2: 车间型 CMM 自动化工作示意图。

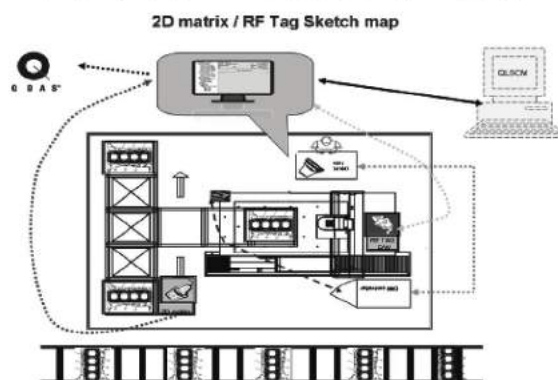


图 10

参考文献:

- [1] 海克斯康在线测量设备技术规范
- [2] GMPT MSA Specification
- [3] Ford GCR Specification
- [4] Q-DAS 统计与过程分析 (SPC)