

WMEM

世界制造技术与装备市场

World Manufacturing Engineering & Market

No.5 2014
2014年10月
October 2014

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

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

出版: 中国机床工具工业协会
《组合机床与自动化加工技术》杂志社

顾问: 吴柏林 于成廷
主任: 陈惠仁
副主任: 王黎明 毛予锋
编委:

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

特邀编委:

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

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

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

承印: 北京博海彩虹色印刷有限公司

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



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

目录 CONTENTS

2014年第5期(总第134期)

WMEM世界制造技术与装备市场

行业资讯 News

30 德国预计将在工业4.0中的信息通讯技术领域投入109亿欧元等15条信息

特别报道 Special Report

34 CIMT2015展会主题: 新常态·新发展
New Normality, New Development 协会传媒部

35 机床工具协会召开装备制造制造业工业机器人应用座谈会
The symposium for application of robot 协会传媒部

行业论坛 industrial Forum

36 确保产品质量, 用心服务客户, 看看外企怎样做
High quality and better service are important contents of integrated quality of products
细致、完善的客户服务是产品整体质量的重要组成部分 李黎
注重服务和品质, 抵制恶性竞争 陈晓光
山高在中国, 以服务制胜 蒋文德

协会工作 CMTBA's Work

41 顺大势而为, 新常态倒逼企业重新战略定位
——陈惠仁在机床工具协会重型机床分会第六届三次理事会上的讲话
New Normality force the enterprise to remake its business strategy

专题综述 Topical Review

44 我国3D打印发展战略与对策研究 左世全
Research on developing strategy and policy of 3D print in China
51 机器人与机床集成应用的现状和问题 单希强

产销市场 Production & Market

54 机床工具行业2014年上半年经济运行分析 协会信息统计部
The economic trends in the first half of 2014 in China's machine tool and tool industry
56 对德国BAFA技术出口限制的初步解读 蔡哲民 刘士玉
Analysis on BAFA of German

产品与技术 Products & Technology

58 用车/铣复合加工中心灵活制造齿轮 德马吉森精机公司
Making gears with turn-mill center

WMEM

世界制造技术与装备市场

World Manufacturing Engineering & Market

编者的话

当前,中国经济正面临着错综复杂局面,总体呈现出增长速度换挡期、结构调整阵痛期、前期刺激政策消化期“三期叠加”的阶段性特征,经济增长速度明显放缓。这就是中国经济发展的新常态。中国新一届政府已不再把经济增长作为宏观经济政策的直接目标,而是坚定不移地推进经济结构调整,推进经济转型升级,以期发掘经济的长期增长潜力,从根本上解决经济长远发展问题。

在这种新常态下,2014年上半年机床工具行业经济运行总体呈现“低位趋稳”态势。虽然从二季度开始政府加大稳增长和应对经济下行的政策力度,但在国内市场需求结构调整、国际市场需求复苏缓慢、进口商品竞争加剧、流动资金严重缺乏和财务状况长期恶化等多重不利因素的影响下,企业经营困难,潜在风险加剧,行业运行压力很大(详见P54页)。加快企业转型升级步伐正成为越来越多企业的共识。

那么,企业如何实现成功转型?为此中国机床工具工业协会陈惠仁常务副理事长在重型机床分会第六届三次理事会上,作了题为“顺大势而为,新常态倒逼企业重新战略定位”的讲话。他的讲话对国内行业企业转型升级有着现实的指导意义(详见P41页)。

即将于明年4月20日开幕的“第十四届中国国际机床展览会”的主题最终确定为:新常态·新发展(详见P34页)。届时来自世界各地的知名机床工具制造企业将汇聚京城,集中展示经济新常态下的最新机床工具产品与技术。本届展会也将有助于国内外机床工具企业更深刻地了解新常态下中国市场的新需求,从而在未来市场上获得更多的机会。

我们充分相信,经过我们不懈的努力,在新常态下,机床工具行业将以新的姿态,新的面貌,实现新的发展!

本刊编辑部

版权所有,未经本刊书面许可,不得转载。

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



荣获第一届(2013)台湾经济部卓越中坚企业奖
荣获第一届(2011)台湾经济部卓越创新企业奖
荣登福布斯杂志(Forbes) 2012亚洲企业200强

仿冒品
请向合格经销商购买

迎向 智慧自动化时代





2011~2014连续14年荣获台湾精品金银质奖



滚珠丝杠
Ball screws



直线导轨
Linear Guideway



关节式机器手臂
Articulated Robot



并联式机器手臂
Delta Robot



下肢康复训练机
Robotic Gait Training System



单轴机器人
Single Axis Robot



交叉滚柱轴承
Crossed Roller Bearings



直线电机
Linear Motor



直驱式定位平台
Torque Motor
Direct drive Motor



AC伺服电机
伺服电机驱动器
AC Servo Motor & Drive

全球营运总部

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

关系企业

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

HIWIN大陆专属经销商

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

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

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

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

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

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

HIWIN海外厂

德国
www.hiwin.de

法国
www.hiwin.fr

日本
www.hiwin.co.jp

意大利
www.hiwin.it

美国
www.hiwin.com

新加坡
www.hiwin.sg

捷克
www.hiwin.cz

韩国
www.hiwin.kr

瑞士
www.hiwin.ch

以色列
www.mega-fabs.com

WMEM

世界制造技术与装备市场

World Manufacturing Engineering & Market

Competent Authority: China Machinery Industry Federation

Sponsor: China Machine Tool & Tool Builders' Association

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

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

E-mail: wmem@cmtba.org.cn

Publisher: CMTBA

Modular Machine Tool & Automatic Manufacturing Technique

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

President of E-C: CHEN Hui-ren

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

Committeemen:

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

Specially Invited Committeemen:

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

Chief-Editor: Li Huaxiang

Deputy Chief-Editor: Yang Chunlin

ISSN 1015-4809

CN 11-5137/TH

Post Distribution Code: 80-121

Advertising agency:

WORLDWIDE SERVICES CO.,LTD

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

Tel: +886 4 23251784

Fax: +886 4 23252967

E-mail: Jessie@acw.com.tw

Contact: Jessie



WMEM官方微信

目录 CONTENTS

2014年第5期 (总第134期)

- 60 长期精度小于5 μ m的新型机床 德马吉森精机公司
New machine tool with accuracy less than 5 μ m
- 62 领先曲轴加工刀具技术, 助力汽车工业发展 山特维克可乐满公司
Advanced cutting tool technology for crankshaft
- 63 UR机器人助力精密工程公司降低成本、优化生产 丹麦Universal Robots公司
UR robot help precision engineering to reduce cost and optimize production
- 65 用于复杂、难加工材料的电化学加工 (ECM) 技术 德国埃马克公司
ECM technology for complex parts made by hard to machined material
- 67 兼顾高度灵活性和高生产效率的齿轮制造 Christer Richt & Aaron Habeck
Gear cutting taking into account both flexible and high efficiency
- 70 CimatronE在夹具设计中的应用
Application of CimatronE fixtures design
- 74 小型钻攻中心技术特点及应用 奚春雷
Technological features of small drilling and tapping center and its application
- 77 中达数控系统在数控转塔冲床上的应用 罗鹏
Application of Delta GreenTech's CNC system on NC punching machine
- 80 高精度刀盘类零件的加工与研究 李林 盛鑫
Research on machining of precision cutter head
- 83 螺旋诱导轮五轴联动数控加工研究 曾强等
5-axis controlled machining of spiral guiding wheel
- 86 筋板布局对立柱动态特性的影响分析 宋威
Analysis on ribs layout effecting on dynamics of column
- 91 应用于精密数控机床的超声电机 郑伟等
Application of supersonic motor on precision CNC machine

企业管理 Enterprise Management

- 95 制造业突破库存管理瓶颈的方法及实证研究 董鹏等
The way for manufacturing industry to break bottle neck and the research

企业风采 Enterprise Features

- 102 脚踏实地“经营”产品质量和服务 协会传媒部
——专访四川普什宁江机床有限公司姜华总经理
Stand on solid ground to improve products quality and service

- 69 广告客户索引
Advertisers' Index
消息 (55、57、59、82)

德国预计将在工业4.0中的信息通讯技术领域投入109亿欧元

据Experton Group公布,到2020年德国各行业的企业将为工业4.0在信息通讯技术领域投入109亿欧元。这一数据表明了德国企业对工业4.0以及高科技的重视。

预计明年德国各个行业的企业对于工业4.0中信息通讯技术领域的投资将达到6.5亿欧元,这比2014年增加54%。到2025年在德国工业4.0涉及的六个主要行业中,将平均每年增长1.7%的额外附加值。

工业4.0涉及各个不同领域。它是用智能化的网络将产品研发、生产、物流和客户之间通过信息通讯技术方案联系起来。德国各个行业,尤其是机械制造、电子技术以及化工等行业都将从中获利。

重型机床分会第六届三次理事会暨2014年年会在大连召开

8月7日,中国机床工具工业协会重型机床分会第六届三次理事会暨2014年年会在大连召开。本次会议由瓦房店机床有限公司承办,12家重型机床分会会员企业代表参会。中国机床工具工业协会常务副理事长兼秘书长陈惠仁出席会议,重型机床分会理事长、武汉重型机床集团有限公司董事长兼党委书记杜琢玉出席会议并致辞。

重型机床分会秘书长徐宁安在2013年工作总结中,介绍了2013及2014年上半年行业运行相关数据及整体情况。陈惠仁在会议交流环节后的总结发言中,深入解析了当前中国经济形势走势以及新一届政府对当前经济宏观调控的思路。他指出,新一届政府更加注重在市场经济机制下制定宏观经济政策;更加关注结构性调整;更加关注就业而不是简单关注GDP增长;更加关注改善经济发展环境,而不是关注具体产业。在这种宏观调控思路下,陈惠仁建议机床工具企业要顺应大势而为。他还就行业企业应对市场危机如何主动调整、转型升级提出相关建议措施。最后,陈惠仁介绍了机床工具协会目前发展的新情况。

数控系统分会2014理事会扩大会议暨技术交流活动在长春召开

2014年9月11-12日,中国机床工具工业协会数控系统分会在长春组织召开了“数控系统分会2014理事会扩大会议暨技术交流活动”,来自全国25家会员企业的近40名代表参会。



会上,数控分会理事长陈吉红致辞,介绍了华中数控多年来参与04专项申报和实施工作的一些体会。肖明秘书长做了数控系统分会2014工作报告和2015年工作计划。机床工具工业协会信息统计部副主任杜智强介绍了协会信息统计升级工作的最新进展和下一步安排。长春禹衡光学有限公司林长友总经理作为特邀嘉宾,以光栅编码器在数控机床领域的应用为主题做专题报告。最后,经过会员代表的审议和投票,同意吸收昆山森力玛电机有限公司为正式会员单位。

在会议交流阶段,参会代表积极发言,交流了各自企业最新运行情况、经营举措和建议,同时围绕提升行业发展水平,共享行业研究资源和成果,开发数控系统硬件平台,加强产品可靠性,开拓海外市场等议题畅所欲言、建言献策。

会后,代表们参观了长春禹衡光学有限公司和长春光机所,对旋转式和直线式编码器等反馈元件的研发和应用有了更深的认识。

第六届“华中数控杯”数控技能大赛正式开幕

近日,第六届全国数控技能大赛湖北省选拔赛、湖北省第四届技能状元大赛数控项目选拔赛暨湖北省第六届“华中数控杯”数控技能大赛在武汉

华中数控股份有限公司正式开幕。本次数控大赛由湖北省人力资源和社会保障厅主办，武汉华中数控股份有限公司、武汉友龙精密机械有限公司等承办。共有来自湖北省各地、市、州的16支代表队，共130名选手参赛。选手们将在数控车工、数控铣工、加工中心操作工这3个职业工种的竞赛中各显身手。（肖明供稿）

海德汉推出新型绝对式LC 185和LC 485封闭光栅尺

海德汉公司素以研发和生产高精度、高可靠性产品而著称，其经典的封闭式光栅尺LC 183和LC 483在加工中心和龙门机床中有着广泛的应用。日前海德汉推出了这两款产品的升级换代产品LC 185和LC 485封闭光栅尺。新型绝对式LC XX5系列光栅尺，在完美兼容现有型号LCXX3的前提下，实现了信号质量的进一步提高和防护能力上的更大升级，更加适合直驱技术的要求。



LC XX5的优势为：①支持新接口：EnDat 2.2（可达6 MHz）、新型Fanuc（ αi ）、Siemens（DRIVE-CLiQ）、Mitsubishi（高速接口，可达5 MHz）；②高分辨率：精度等级可达3 μm ，最高为1 nm；③更优的细分精度：相比LC XX3版本，误差降低40%（LC XX5为 $\pm 100\text{ nm}$ ，LC XX3为 $\pm 200\text{ nm}$ ）；④安全功能：EnDat 2.2（纯串行接口）、DRIVE-CLiQ；机械连接具有故障排除设计（与LC XX3通用）；⑤优化密封结构：双层密封结构；⑥测量长度：LC 4X5至2040 mm，LC 1X5至4240 mm；⑦减少LC4X5读数头的厚度（安装尺寸与LC 4X3兼容）。

8月全球制造业PMI为52.6，稳中有升

8月全球制造业PMI持稳，扩张趋势轻微上升。

8月全球PMI52.6，前值为52.5。从全球制造业PMI的分项来看，除投入品价格出现较大幅度下滑以及新订单略有下调外，其他各分项均有所增长。

美国复苏势头强劲是支撑全球PMI的主要因素。美国制造业PMI涨至历史最高位，出口贡献显著；欧元区制造业PMI降至13个月以来最低点，失去进一步增长动力；日本制造业增长恢复，说明消费税影响逐渐消退；新兴市场制造业保持温和增长，但未来前景各不相同。整体来看，中国外需环境仍然在边际改善。

机床和轴承行业企业召开技术交流会

9月19日，中国机床工具工业协会受中国轴承工业协会的委托，组织了7家机床企业参加了轴承协会举办的2014中国国际轴承及其专用装备展览会上的配套活动——机床和轴承两个行业技术发展对接交流会。机床行业的7家企业分别是：大连机床、北一机床、北二机床、武汉重型、宝鸡机床、上海机床、青海重型等。轴承行业包括哈轴、瓦轴、洛轴、舍弗勒等10余家企业。

交流会上，双方各抒己见，机床企业发表了各自的意见和建议。在充分肯定轴承行业近几年取得长足进步的基础上，对轴承行业提出了一些问题和几点希望。轴承协会、洛轴、舍弗勒代表轴承行业也分别发言，感谢机床行业作为轴承行业的最大用户之一，广泛和大量地使用了国产轴承，支持了轴承行业的发展。与此同时，也对机床行业提出了自身的诉求。

在机械大行业中，轴承行业近几年经济运行形势相对较好，对中高端机床有一定的购买需求。满足轴承行业的需求，提供各种机床，特别是专用机床，应是机床行业产品结构调整的重要内容之一。

一批04专项成果通过验收

近期，按照04专项办工作安排，在西安、昆明和无锡分别召开了04专项课题验收会议，一批04专项成果通过验收。验收会都在课题主要用户单位举

行，由04专项办组织技术和财务专家按专项有关文件要求进行验收。科技部、工信部及省市工信委有关人员等参加会议。

这批课题项目是：“钛合金、高温合金加工用高效可转位刀具系列及超硬刀具”课题；“高档数控机床数字化设计关键技术与工具集研发及典型产品应用”课题；“电控共轨柴油机喷射系统制造技术与关键装备研发及应用”课题等。

山东普利森连续11年荣膺 中国机械500强

近日，2014年《中国机械500强》研究报告发布，山东普利森集团以277名的优异成绩连续11年荣登中国机械500强排行榜。据了解，普利森自2004年首次入选中国机械500强，11年间排名上升了199名，充分展示了山东普利森集团在全国机械行业的地位和实力，进一步提升了普利森品牌的知名度和信誉度。

(张路供稿)

2014年度中国机械工业科学技术奖 机床工具专业评审会在京举行

8月21日，2014年度中国机械工业科学技术奖机床工具专业评审会在北京举行。作为该评审的依托单位和秘书处，中国机床工具工业协会组织了此次会议。来自全国机床行业企业、科研院所、大专院校等领域的20余名专家参加了会议。

评审工作严格按照“中国机械工业科学技术奖评审细则”规定的评审标准、评审程序及方法、奖励等级确定原则等要求进行。评审专家们以公平、公正的态度对50个申报项目进行了认真负责的评审，充分表达了各自的意见和观点。

专业组的评审结果将上报中国机械工业科学技术奖评审委员会评审和审议，其结果将在中国机械工业联合会、中国机械工程学会网站和新闻媒体进行公示，最终经管理委员会批准、通报表彰和颁发证书。

中国机械工业科学技术奖是全国性的机械工业



综合性科技奖项，也是机械工业申报国家科技进步奖的主要渠道。每年四月底以前为项目申报时间，详情可登录<http://www.cmiao.com.cn/cms/> 进行查询。

8月新能源汽车产量同比增长近11倍

据机动车整车出厂合格证统计，8月，新能源汽车生产5191辆，同比增长近11倍。其中，纯电动乘用车生产2447辆，同比增长近8倍，插电式混合动力乘用车生产1594辆，同比增长近27倍；纯电动商用车生产284辆，同比增长近3倍，插电式混合动力商用车生产866辆，同比增长近37倍。

1~8月，新能源汽车累计生产31137辆，同比增长328%。其中，纯电动乘用车生产16276辆，同比增长近7倍，插电式混合动力乘用车生产6621辆，同比增长近12倍；纯电动商用车生产3079辆，同比增长55%，插电式混合动力商用车生产5161辆，同比增长91%。

(中国汽车工业协会)

切割厚度达3.5m的火焰切割设备 研制成功

日前，由机械科学研究院哈尔滨焊接研究所研制的“超大厚度钢锭火焰切割设备”通过了新产品鉴定。其最大切割厚度达到3.5m，主要技术指标国内领先、达到国际先进水平。

据介绍，超大厚度火焰切割设备是超大型铸锻件项目配套的数控切割技术装备。此前，国内对2.6m以上厚度金属件的切割技术设备还没有制造能力，该产品的研制成功，大幅度提升我国超大厚度

切割技术装备的水平和制造能力，解决了我国重点项目和重大工程切割超大截面的急需。

该设备的切割厚度最大可达3.5m、断面垂直度可控制在12mm/m以内、切割速度最高可达35mm/min。该产品实现了多项国内首创的技术突破，如研发了超音速外混式割炬割嘴，开发了2000~3500mm超大厚度钢锭火焰切割工艺，实现了高效优质切割。申请了两项国内发明专利，一项国际PCT专利。

实际应用显示，该产品具有运行平稳、结构合理、安全可靠的特点，能够在持续高温的环境下快速准确地完成超大厚度钢锭的切割分离，切割质量优良，提高生产效率30%，减少了环境污染。

桂林广陆相关科研项目通过省级科技成果鉴定与项目验收

日前，桂林广陆数字测控股份有限公司、广西大学和桂林星辰科技有限公司共同承担的广西科学研究与技术开发计划项目“数控加工装备及其专用数控系统开发——高档柔性钣金加工中心及专用数控系统、激光切割系统的联合研发和应用”项目，通过了广西科技厅组织的验收和成果鉴定会。

近几年，桂林广陆公司先后完成了《绝对原点系列精密数显量具量仪的研发及产业化示范》、《ZLGL865单臂座标综合测量机的研制》、《五轴协同联动数控系统关键技术研究及产品开发》项目，以及近期完成的《高档柔性钣金加工中心及专用数控系统、激光切割系统的联合研发和应用》项目等一批科技成果，部分成果已经形成产业化并为企业带来了良好的经济效益。

工具分会召开2014年统计工作会议

中国机床工具工业协会工具分会2014年统计工作会议于2014年7月10~11日在四川成都召开，来自行业20余家主要骨干企业的统计工作负责人员以及分会秘书处工作人员参加了会议。

工具分会胡红兵秘书长主持会议。会议听取了

沈壮行名誉理事长代表分会秘书处作的题为“工具行业2014年中期发展形势分析”的报告，传达了“中国机床工具工业协会信息统计重点联系企业网络会议”的有关精神，学习了陈惠仁常务副理事长兼秘书长“发挥优势，整合资源，推动行业信息管理业务升级”的讲话等文件。杜智强副主任向与会代表介绍了行业运行分析的新变化，详细解读了协会信息管理业务升级的思路与方案。分会秘书处总结了2013年工具行业月度快报、季度报表和年度分类统计报表的统计和反馈情况。与会代表充分交流各企业统计工作经验。会议表彰了2013年工具分会统计工作先进单位和个人。

分会秘书处希望各会员企业能够更加重视行业信息统计工作，共同努力，推动行业信息统计工作的升级。相信本次会议的召开将会促进行业企业统计工作和信息管理水平的提高，对企业和行业的结构调整和转型升级起到很好的助推作用。

秦川集团公司与中船重工十二所签署战略合作协议

近日，秦川集团公司与中国船舶重工集团公司第十二研究所（简称十二所）签订战略合作协议。协议约定：秦川铸造厂作为十二所的优质铸件生产基地，优先为其提供最优质的铸件产品，并做好铸件加工及售后服务等；秦川铸造厂根据十二所要求尽快启动船级社认证程序；在满足技术、生产要求和性价比的条件下，十二所优先采购秦川铸造厂的铸件产品；在产品开发过程中，十二所为秦川铸造厂提供全面的技术支持。

随着船舶市场的逐步复苏，中船重工加快创新，持续优化结构，应对全球造船能力严重过剩、市场订单不足、交船难的局面。此次双方所签订的铸件主要以船用发动机气缸体铸件为主，铸件需要进行本体套样检验并进行超声波检测，技术难度较高。此次秦川铸造与中船重工的战略合作，也为其带来了进入船舶铸件市场的机会，为今后扩大船用铸件市场提供了机遇。



中国机床工具工业协会

2014年5月，习近平在河南考察时指出，“我国发展仍处于重要战略机遇期，我们要增强信心，从当前我国经济发展的阶段性特征出发，适应新常态，保持战略上的平常心态。”一时间，“新常态”迅速成为中国经济领域炙手可热的一个新名词。总书记首提新常态，不仅体现了党和政府对未来较长一段时期客观经济主观认识上的变化，而且会引导宏观经济政策的主观行动符合经济新常态的客观要求。新常态可以说是中国政府对中国当前经济最准确的认识与描述，同时，也是对我国机床工具产业及市场最准确的描述。

事实上，这个眼下在中国大热的新名词，早在2010年就已经作为第40届达沃斯世界经济论坛年会上的关键词而被全世界的经济学家所关注。什么是全球经济增长的新常态？这是第40届达沃斯世界经济论坛年会首场专题研讨会的主题。世界也许再也无法回到全球金融和经济危机前稳定的“正常”状态，它将面临一个全新的“正常”状态。新常态经济的显著特点是经济增长速度的自然放缓，而它的深层次原因在于长期发展积累的经济结构严重失

衡。面对新常态，世界主要经济体都在积极调整转型，以寻求经济结构再平衡。

中国经济增长的新常态是什么？过去10年，中国经济处于上行通道，经济下行基本是周期性波动；现在正处于经济增长速度换挡期、结构调整阵痛期和前期刺激政策消化期，经济增长速度明显放缓；而未来中国政府将不会再通过“放水”、“刺激”等手段抬高经济增速，在很大程度上不再把经济增长作为宏观经济政策的直接目标，而是坚定不移地推进经济结构调整，推进经济转型升级，以期发掘经济的长期增长潜力，从根本上解决经济长远发展问题。这就是中国经济增长的新常态。

而什么又是机床工具行业经济增长的新常态呢？2011年下半年至今，中国机床工具行业受经济大环境影响，出现了市场需求总量下降，需求结构升级的显著变化。目前市场没有回暖的迹象，处于低位趋稳的状态。面对新形势下的倒逼机制，企业必须主动出击，寻求新的发展，等靠要的思想势必将企业带到末路。这就是行业现在乃至将来的新常态。

机床工具协会召开装备制造业 工业机器人应用座谈会

机床协会传媒部

7月25日，由中国机床工具工业协会主办的“装备制造业工业机器人应用座谈会”在北京举行。工信部装备司调研员苏铮，中国机床工具工业协会常务副理事长兼秘书长陈惠仁，名誉理事长兼特别顾问吴柏林，执行副理事长王黎明、毛予锋，及将近20家机器人企业和相关机床工具企业代表参会。其中参会企业包括机床工具行业的排头兵企业沈阳机床、大连机床，以及国际知名机器人企业瑞士ABB、日本发那科，国内知名机器人企业沈阳新松、广州数控、南京埃斯顿、深圳固高等以及一些集成商和机器人零部件供应商。

在制造业领域，机器人产业正在迎来发展的黄金机遇期。2013年，中国市场成为全球第一大工业机器人市场，从中央政府到地方政府都对机器人产业给予高度重视。作为现代装备制造业的社会服务



组织，中国机床工具工业协会近年来一直积极致力于推动工业机器人产业和机床工具产业的融合发展。在此背景下，此次座谈会主要集中探讨机器人与数控机床的集成应用，旨在为两个行业的深度融合搭建平台。

座谈会上，与会企业代表纷纷发言，对数控机床与工业机器人目前集成应用的现状以及未来发展
(下转第40页)

(上接第35页)

趋势发表看法，议题涉及工业机器人产业的基础技术研究；工业机器人产业标准的建立；工业机器人行业技术人才匮乏；机器人与数控机床组成生产线分别对数控机床产品和工业机器人产品提出哪些新要求等热点问题，并为数控机床与工业机器人更广泛、更深入地开展集成应用建言献策。工业部装备司相关负责人表示，政府将在标准、规划、推广应用等层面积极支持机器人产业的发展，特别提到在目前已经启动的04专项“十三五”规划中，机器人产业已经被列为一个重点研究方向。

陈惠仁最后在总结发言中提出两个建议。第一个建议就是在机器人产业高速发展进程中能否尽量避免两种情况的发生，一是产业大而不强，二是低端产能过剩。这两种情况的特点就是不掌握核心技术，局限低端市场，创新能力不足。机器人产业如何在眼下的投资热潮中避免重蹈覆辙？第一就是要掌握核心技术，第二就是要避免战略趋同，发展战

略趋同必然导致低端同质化。

第二个建议就是机床工具协会将为机床行业与工业机器人行业的融合发挥积极作用。尽管目前机器人在机床工具行业应用相比其他机器人应用领域所占份额尚小，但是发展趋势已经表明，两者的集成应用未来将大有作为。在工业机器人行业与机床工具行业融合的发展进程中，机床工具协会的角色定位就是提供服务，并且要摸准需求，有针对性地提供服务，利用协会的优势为企业搭建公共服务平台。比如，2015年第十四届中国国际机床展览会（CIMT2015），协会在展览面积严重供不应求的情况下，专门开辟半个展馆组织工业机器人专业展区；并且在展览会期间组织机器人与数控机床集成应用的技术交流平台、专题论坛，邀请工业机器人业界和相关用户共同交流；成立工业机器人相关分支机构，打造长效服务品牌，为工业机器人企业提供技术培训、交流等相关服务。□

作为第三次工业革命的主要代表之一，计算机和互联网技术已经度过了普及期和成熟期，以智能制造为主的第四次工业革命在德国率先兴起。它把德国传统的制造技术与现代无处不在的互联网技术相融合，将引领全球制造业迈进新的历史时代，重构全球制造业竞争格局。

回顾中国机床产业10多年的高速发展历程，中国机床工具市场已经在2002年以后连续12年成为全球第一大市场，中国机床行业2009年之后连续5年成为全球第一大产业。但是在高速发展的背后具体表现就是产业大而不强，低端产能严重过剩，高端供货能力严重不足。伴随着机床市场从高位回落，也意味着这一发展阶段的终结，机床工具行业正在迎来新发展的战略转型机遇期。新的发展阶段，行业

发展的特征将从高速度向高品质、高效益转移。

在此背景下，“新常态·新发展”作为即将于2015年4月在北京举办的第十四届中国国际机床展览会（CIMT2015）的主题自然而然就应运而生了。因为CIMT2015必将充分体现世界经济发展阶段变迁下新的产业环境特征，以及机床工具行业将如何获得新的发展动力。“新常态·新发展”将赋予CIMT2015新的内涵。

中国机床工具市场一直是全球关注的主要市场，“新常态·新发展”主题的确立，将使国际机床工具企业更深刻地了解认识中国机床市场，从而在这个市场上获得更多的机会。我们充分相信，在新常态下，机床工具行业将以新的姿态，新的面貌，实现新的发展！□

【编者按】面对错综复杂的国内外经济和市场环境，在中国经济增速换挡、各产业转型升级的大背景下，机床工具企业以何种姿态和措施稳定市场、提质增效、提升品牌，每家企业都有其可圈可点的创新思路和做法。为了促进业界相互交流、取长补短，中国机床工具工业协会传媒部针对多家在中国境内开展业务的外资或合资机床工具企业的老总进行了专题采访，围绕外企公司在中国的主要生产和业务、外企公司如何进行产品质量控制、如何服务客户以及如何面对行业竞争等几个问题进行讨论，采访到的几位公司老总分别就以上的部分问题进行了阐述，其中不乏新鲜的思路和细致的做法。

我们将分期与业界分享这些采访报道，希望能够带给大家一些有益的启发和参考；同时，更希望能够引起业界广泛的思考和探讨，欢迎各企业针对相关问题发表见解。

传媒部 张芳丽

确保产品品质，用心服务客户 看看外企怎么做（一）



细致、完善的客户服务 是产品整体质量的重要组成部分

法世机床技术（上海）有限公司 总经理 李黎

法世机床技术（上海）有限公司是法国法孚集团（Fives）下属Metal Cutting & Composites（金属切削和复合材料）行业的独资公司，为多家世界级机加工设备品牌提供全球OEM服务支持和全寿命周期解决方案，主要用户包括辛辛那提（Cincinnati）、吉丁斯路易斯（Giddings & Lewis）、Forest-Liné（弗雷斯特-里内）、Liné Machines（里内）等。在谈到企业以何种方式服务用户时，法世机床技术（上海）有限公司的李黎总经理表示，细致、完善的客户服务是构成产品整体质量中不可或缺的重要组成部分，为客户提供快速、有效的服务是一切工作的重中之重，法世公司做到了以下几点：

由高素质服务人员组成本地化服务网络

法世公司非常重视进口产品的本地化服务，为此专门组建了本地化服务人员队伍，并安排本地服务人员到国外制造厂进行产品服务培训，同时结合产品的安装调试积极参与现场工作，目前已经形成了一只拥有5到25年丰富经验的本地化服务团队。该团队人员能够独立安装调试大部分进口机床，包括大型复杂的5轴龙门加工中心等；同时，能够提供快速响应的OEM支持，为解决疑难问题提供了有力保障。

公司能够对30人的服务部团队、10个贴近客户群的服务网点和遍布中国主要工业地区的备件库进行统

一、快速调配，充分集中优势资源就近满足用户的需求。达到的实际效果是，可以随时派遣经验丰富的、可靠的技术人员，为用户提供及时服务。

零备件本地库存与全球零部件库存网络化管理

选择真正的原厂OEM备件，是确保客户产品正常运行的关键。因此，法世公司为客户提供全天候的零备件服务，其超过8000万美金的全球库存备件，能够满足90%以上的零备件需求。具体保障措施主要有：

全球备件支持：服务电话中心备件专员实行国际级24/7服务，根据客户的机器类型和以往服务记录，量身定制解决方案。

库存网络化管理：实现全球零部件库存网络化管理，具备完善的进出口物流手段，使备件供应速度最大化。

备件全程维护：针对产品特点建立必要的本地维修/易损件库存以满足日常维修的需求。根据客户以往的备件使用记录，提供全程维护项目；采用VOI管理模式，在客户现场库存和管理零备件，实现客户企业的零库存。这个项目将大大降低客户成本，解决税金、过量库存和老化问题，同时也降低了运输成本和维修时间。

推荐备件包：法世的备件和维修零部件都是原厂OEM产品，确保质量和可靠性。客户可以购买RPM (Repair Parts Maintenance) 备件包，即针对特定机床的易损件备件包，使得日常维护所用备件随手可得。

传统品牌机床的备件服务：通过可追溯到1900年代的历史记录，为现有品牌和信赖的传统品牌机床提供备件服务。其优势在于，获得仍在运转的老机床关键备件，在没有库存传统品牌机床备件的情况下，机床仍可正常使用。

为客户提供全方位增值服务

法世为客户提供从预防性维修到改造和翻新的全方位配套服务，使客户的机床实现更加有效的运转，延长设备的使用寿命。翻新或改造时采用真正的Fives原厂零部件和技术文件，以及原厂专业技术，确保机床改造成功。具体实施中对以下几个具体环节都有明确要求。

技术支持：现场专家提供针对金属切削机床、复

合材料机床和专机的24/7技术支持。

培训：为保证机床的生产效率，可为客户提供操作、编程和维护方面的培训。培训课程既可以在法世工厂进行，也可以在客户现场进行。

提供机床常规健康检查，签订年度设备维保合同：常规检查的好处在于，使客户对设备的状况了如指掌，客户在采购前充分了解二手设备的状态，降低维修成本，减少非计划停机时间

预防性维护：通过预防性维护和可靠性保证计划，可以降低机床的使用成本。法世可以提供需要替换的关键易损件，同时提供相应的维修数据以供存档。通过法世的资源进一步提升预测性和预防性维护计划，还可以由训练有素的技术人员，为客户提供专业的交钥匙服务。

机床质量证明：可以恢复机床的出厂精度指标，并签发合格证明。旨在：使用最新技术和精密仪器进行质量认证，降低单件成本，提高零部件的质量和一致性，增强机床的可利用率。

机床改造与翻新：对设备进行机械和电气系统的大修和翻新，对于许多机床都是不可取代的。由于一些制造工艺是围绕某些特定机床而制定的，因此在改造和翻新时仍旧保留了这些特殊工艺。

数控系统的升级改造：法世公司可以提供模拟或数字式的CNC数控系统选项，可以提供多种改装方案来达到最佳效果，同时还可降低成本和安装时间。

设备的搬迁/移位：在客户需要对机床进行搬迁或移位时，法世可以提供技术支持、人员监督和交钥匙服务。并可在移机的同时，帮助客户完成关键生产计划。

关键部件维修和替换：在对机床进行修理时，如果急需一个零部件，就会马上启动替换程序，尽可能减少停机时间。具体做法是：先提供一个法世库存的同型号部件来替换损坏的可修部件，损坏的部件返厂维修后作为法世的库存。客户只需为此支付新部件的一小部分费用。维修之后，法世将对修理成品进行检验和必要的测试，快速恢复机床运转，最大限度提高机器的可利用率。

法世公司还为客户提供加工工艺优化、产品换型综合服务（加工程序、工装、刀具）及交钥匙工程，同时提供加装设备选项功能和附件、辅助生产资料的专业化服务与管理等服务。其对机床的全程维护包括以上所有服务项目，确保机床顺利运转，降低生产总成本，使客户能够专注于核心竞争力的发展。



注重服务和品质， 抵制恶性竞争

北京发格自动化设备有限公司 总经理 陈晓光

西班牙发格自动化中国公司，即北京发格自动化设备有限公司，主要承担FAGOR（发格）公司数控系统、伺服驱动系统、电机、数显表、直线光栅尺、旋转编码器的销售、安装、调试、维修、用户培训及其他技术服务工作。其高水平的工程师及货源充足的维修备件仓库，可在技术上和时间上确保高效率解决中国用户的服务问题。该公司在中国的生产主要涉及数显装置，包括数显表和与其配套的光栅尺。生产环节由发格西班牙总部统一管理，完全按照欧洲标准生产，其质量控制和质量保证体系与西班牙总部的标准和模式完全相同。

发格致力于为客户提供贴心服务

长期以来，发格公司始终致力于给客户尽可能周到的服务，并在不断总结经验中提升服务水平。

首先在客户机床设计阶段，为客户提供相应的技术支持和指导，协助客户顺利完成设计工作，使发格产品的性能得以充分发挥和体现。在机床生产制造环节，为客户提供安装调试、机床精调、故障排除等方面的培训，协助客户对机床进行精调和优化，力求达到最佳效果。对于一些特殊要求，或者有个性化需求的客户，发格公司将帮助或协助客户进行二次开发，使其机床具备某些特殊功能，或者更加便于机床用户的使用和维护。

在售后服务方面，发格公司就近给客户所需的备件，确保在尽可能短的时间内解决产品出现的问题。

同时，发格努力与客户建立全面的合作伙伴关系。除了销售人员之外，技术服务部门、物流部门、财务部门、双方高层之间都建立了良好的平行沟通渠道。这样的沟通方式可以明显地提高工作效率。在各部门的职责内，可以直接沟通，并解决绝大部分的问题。

避免了因层层上报造成的效率低下、问题长时间得不到解决的现象。

在发格公司，客户被当作伙伴和朋友。属于发格自身的问题责无旁贷地去解决，不属于发格产品的问题，也会尽力帮助客户解决。遇有发格力所不能及的问题，会尽力帮助客户进行咨询，寻求第三方解决方案。

为了提供更好、更贴心的服务，发格公司每年都要进行客户调查。调查中了解到，客户对发格的服务工作总是大加褒奖。客户经常挂在嘴边的话是：“我们同发格公司是好朋友、好伙伴，正是因为发格公司的高品质产品、有力的技术支持以及周到的服务，才让我们始终坚定使用发格的产品”。

建立严格、完善的产品质量控制体系

经过多年的探索和总结经验教训，发格产品的生产工艺不断成熟和完善。例如：发格公司产品中的任意一种零件，以及发格公司所生产的各种产品，都可以方便地追溯到生产厂家、生产批次、生产日期、检测数据、操作人员等信息。一旦发现问题，可以在最短时间内发现问题的源头，并快速解决问题。

发格公司的质量控制体系是非常严格的。从零部件的检测、筛选，到部件的综合测试、产成品的逻辑测试、功能测试、老化测试、抗干扰测试、抗污染测试、高低温测试等等，都采用了先进的仪器设备和手段，使产品质量在每个环节都得到可靠的保证。

发格产品质量的良好表现，获得了广大客户的高度认可。在雕铣机领域，发格数控系统的质量和可靠性被客户公认为是最好的产品之一。同时，发格产品在某些重型机床领域也得到客户的高度认可。每当遇到机床使用环境比较复杂、位置比较偏远、使用机床的

用户自身技术能力欠缺时，机床厂商就会极力推荐客户使用发格的数控系统，这是基于发格产品优异的质量表现，以致他们对发格产品有充分的信心和信任。

满足个性需求，抵制恶性竞争

发格公司总部位于西班牙。总体上看，数控产品在欧美等发达国家不存在较为恶性的竞争局面。首先，欧美国家主要以生产中、高端机床为主，客户更加看重的是机床的品质，如产品的品牌、性能、服务以及是否能够满足客户的个性化需求。其次，数控系统在机床的整体成本中占比较小，价格的差异对机床客户而言不是最重要的因素，而更多看重的是产品的总体表现和客户使用的习惯与方便性。特别应该提到的是：越来越多的欧美客户追求的不是别人用什么都用什么，而是希望购买我需要的、我喜欢的、我习惯的，以及适合我的产品。同时，考虑到前期交流的方便性，以及后续服务的快捷与成本因素，在有多种

选择的情况下，客户更愿意就近购买机床。

尽管中国市场与欧美市场有很大差异，但仍然存在一些共性的东西，希望发格的经验和体会能够提供一些借鉴。

第一、尽管目前中国机床市场仍然以中低端为主，但是也正在从低端向中高端发展，并已逐步开始形成一种趋势。过去一些生产低端机床、只用国产控制系统的机床厂，现在也开始购买发格的产品，逐渐从低端走向中高端市场。

第二、越来越多的客户要求我们提供定制化的产品，以突显其机床在某些方面的差异化，从而可以在某种程度上减轻单纯靠价格竞争的压力。在过去几年中，发格在这方面做了一些有益的尝试，并取得了较好的效果。

第三、在同等条件下，客户会就近选择机床。因此，区域性的优势还是显而易见的，与欧美的情况类同。



山高在中国，以服务制胜

山高刀具（上海）有限公司 董事总经理 蒋文德

刀具企业投资中国偏于谨慎

目前的中国制造业市场状态，让外资是又痒又痛。痒的是中国的GDP保持着7.5%左右的增幅，大多数行业还有一定的增长率，长远看中国还是一个有潜力的市场，心还是痒痒的，放不下；痛的是中国业务的增长没有预期的那么快，劳动力成本低的红利在逐渐消耗殆尽，高利润率的时代渐行渐远；当然还有复杂的国际关系和政治因素在搅合。这又痒又痛的状态，导致了外资既不想放弃又不敢大笔投入的心态。FDI指数显示，2013年外商直接投资同比增长5.25%，而今年1-5月累计同比只增加2.80%，呈增幅减缓的态势。就机床工具行业而言，机床的投资热度高于刀具。如GF+、Makino、Heller、Mazak、Comau等众

多跨国机床厂商均已完成了在华建厂的投资。相对而言，刀具厂家就没那么热火，除了8-9年前肯纳和伊斯卡分别在天津和大连投资设立硬质合金刀片工厂外，没有其它较大规模的投资。6月17日，山特维克集团和株硬签订了以建立合资厂为导向的合作意向书，但距实现投资还有一段距离。

山高在中国市场的投入

山高已在中国市场成功投资设立了非标刀具工厂，具备了在中国设计生产非标刀体刀杆、阶梯钻、整硬刀具及重磨、PCD刀具和CBN刀片等产品的能力；在自贸区设立了中国分拨中心，为客户提供48小时内交货（标准品）；刀具管理合资公司，已为不少汽车行业的客户提供优质的专业服务。山高集团将进

一步投资中国市场，投资将专注于提高服务中国市场的
能力，通过竞争力的提升，来赢得客户和市场。

以服务制胜并惠及客户

与温和的投资相比，刀具市场的竞争日趋激烈。竞争主要体现在满足客户需求的能力上。客户的核心需求又是什么呢？在我们征询的客户中，客户的核心需求主要体现在质量、效率、成本及交付这四个
方面。而这些需求对应到竞争力上，那就是技术和服务能力。最近这些年，硬质合金刀片在基体和涂层方面没有革命性的突破，而是随3D技术的发展，产品的外形和结构的设计、制造有了更大的变化空间，对加工应用，增效降本产生了积极的推动作用，如山高的双面王铣刀等，而且产品和技术也是日益趋同。在这种形势下，竞争更着力于服务和价格上。服务已非原来意义上的及时交货、技术培训和问题解决，已演变成以机加工整体解决方案为导向，包含与机床、夹具厂家的协同，工艺方案制订，特殊刀具设计，技术和产品培训，现场服务等内容的系统化服务。针对客户需求的变化，山高中国秉承“我们倾听以理解并且致力于满足客户的需求，我们全方位关注，并提供制胜的解决方案”的经营理念，已经在中国建立起了集产品管理、行业研究、非标刀具设计与制造、项目（工艺

方案）设计和现场服务以及刀具管理工程为一体的综合服务能力。正是这种综合服务能力，使得山高具备了通过提供系统化服务来帮助客户实现增效降本的能力。为了提供更加实用有效的服务，山高还开发了一系列应用软件，如DCR、InforLink、MyPage等。同时，山高的Step和VBS培训课程也深受欢迎。

规范自身行为，维护市场秩序

当今世界是个过剩的世界，生产过剩必然导致竞争加剧，也会产生恶性竞争的现象。良好的市场秩序，需要强有力的法规来保证，需要有符合法律法规和道德规范要求的行为准则来约束。山高集团已建立了一系列的政策、制度和流程来规范自己的商业行为，主要体现在合规、尽责和反不正当竞争上。合规，即商业行为必须遵循法律法规和道德标准的要求，并通过流程来保证；尽责，就是个人责任和担当，每个人对所涉及的商业行为是否合规承担责任；价格由市场决定，山高不与同行联盟以垄断价格。我们相信，只要大家齐心协力，合法、合规，我们一定能维持好一个良好市场秩序。

在产品和技术的趋同的今天，完善的服务是制胜的法宝。□

顺大势而为

新常态倒逼企业重新战略定位

——陈惠仁在机床工具协会重型机床分会第六届三次理事会上的讲话

机床协会传媒部

如何认识当前经济形势

2014年上半年国家经济发展形势受到各方面的密切关注。7月中旬，国家统计局公布上半年经济数据，2014年上半年我国GDP同比增长7.4%，其中二季度增速好于一季度，经济总体运行平稳。回顾2014年一季度GDP增速7.4%，低于政府目标的7.5%，随后4月份的经济数据更为严峻，尤其是房地产行业新增投资和市场销售大幅下滑。这样的经济数据一度引发经济领域某种程度的震惊和恐慌，也由此形成了两派争论。一种观点认为GDP保持7.5%左右的增速符合我国当前经济发展阶段性特点，属于经济正常状态；另一种观点则认为我国经济增速在7.5%左右会很危险，政府应该采取更为积极的刺激政策，比如降息、降准，否则中国经济可能会实现“硬着陆”。

5月份，习近平主席在河南考察时提出“要适应新常态”，这种提法对于经济领域对当前经济形势认识的分歧给出了明确答复，新常态最明显的一个标志就是经济增速保持在7%~7.5%之间，其他经济要素都是围绕这一指标进行配置，这就是我国经济发展新的正常状态。既然属于经济发展的正常状态，降息、降准的强刺激政策也就不会出现，中央政府对各经济领域的要求是“保持定力”。相比于西方国家，我国经济宏观调控色彩相对浓厚，因

此，各行各业寻求发展的前提都必须关注中央经济政策的变化，而新一届政府对当前经济形势的认识以及经济政策的把握和以前是不同的。

第一就是对经济发展阶段的判断和以前不同。我国现阶段经济发展状态被定义为“三期叠加”期，三期即经济增长换挡期，结构调整阵痛期，前期刺激政策消化期，这三期叠加到一起就是当前我国经济发展阶段的最新特点。具体阐述一下，经济增长换挡期就是经济增长速度要从以前的高速增长（10%左右）状态换挡到目前的中高速增长（7%~7.5%）状态；结构调整阵痛期是因为结构调整就要有所取舍，淘汰落后产能需要付出代价，这是经济转型升级中不可避免的阵痛；前期刺激政策消化期则说明中央政府对之前4万亿投资的负面效果有清醒的认识，现阶段要逐渐消化掉之前刺激政策产生的副作用。

第二就是对经济政策的把握和以前不同。7月29日，中央政治局会议提出“三个发展”的经济发展指导方针：一要遵循经济规律的科学发展；二要遵循自然规律的可持续发展；三要遵循社会规律的包容性发展。这是对现阶段经济发展规律的最新认识。那么如何才能做到遵循这三个发展规律呢？这需要把握“三个点”：一是要把握改革发展稳定的平衡点；二是要兼顾当前与长远发展的平衡点；三是要把握经济社会发展和人民生活改善的结合点。

回顾2014年上半年，中央对宏观经济实施调控就是在把握这“三个点”的基础上进行的，上半年在政府宏观调控中出现频率最高的一句话就是“保持定力，主动作为”。保持定力意味着政府不会出台大规模强刺激政策，主动作为则是指政府通过一些预调、微调政策（比如定向降准）精准发力，定向调控。微刺激政策主要用于防范系统性风险，比如房地产泡沫、金融债务风险需要一点点消化，如果急剧释放就会造成系统性风险。政府的宏观调控实际上是要把握一种平衡，既要保证7.5%左右的经济增长速度，还要照顾到民生、就业等发展目标，同时还要有效防范系统性风险。

总结一下，这一届政府在经济宏观调控的把握和实施上至少有四个特点。第一，更加注重在市场经济体制下制定宏观经济政策，不出台大规模强刺激措施，强刺激是逆周期、逆市场规律的经济行为，负面效应突出；第二，更加关注结构性调整。之前的连续降息、降准刺激政策被形容为“大水漫灌”，是一种粗放调控，新一届政府实施的“精准发力，定向调控”属于结构性调整措施，是对经济发展薄弱环节加以支持，是一种集约调控；第三，更加关注就业而不是单纯关注GDP增长，上半年政府工作中经常提及关注和支持小微企业的发展，这和之前以“抓大企业”为发力点不同，关注小微企业发展实际上就是关注就业，因为中国新增就业的80%是由小微企业解决的；第四，更加关注改善经济发展环境，而不是关注具体产业。之前政府出台“4万亿投资”刺激政策时曾制定了10大产业发展规划，体现了当时政府对具体产业的高度关注，现在政府则更加注重营造公平健康的经济发展环境，比如简政放权，减少审批环节，从而给企业“松绑”；某些行业降低准入门槛，实现充分市场竞争；开放新的市场空间，某些垄断领域开始允许民营资本进入等。

以上是对我国当前经济发展阶段的新认识，以及政府对当前经济宏观调控的新思路。宏观经济的大形势将直接影响机床工具行业的发展，机床工具行业企业从事的是微观经济，但企业必须要准确把握宏观经济形势，这对企业确定发展战略的大方向至关重要。企业的主动调整，转型升级都要顺大势

而为，顺势而为和逆势而为将会产生截然不同的效果。

如何认识机床工具行业当前形势

在经过三年的持续下滑后，2014年上半年机床工具行业运行总体趋稳。行业总体趋稳有两个具体表现，第一，前几年行业运行处在剧烈下滑过程中，现在仍在下滑，但是下滑幅度已经收窄，属于平缓下滑。第二，进口数据是反映国内市场需求变化的客观指标，2012、2013两年机床工具产品进口增长速度降幅都在20%左右，但2014年上半年只下降了0.2%，几乎持平，表明市场需求不再剧烈下滑，已经基本趋稳。以上两点是表现在市场层面的运行趋稳，是客观因素；主观因素上，行业运行趋稳的动力来自于企业的主动作为，在这一轮行业结构调整中，尽管企业具体状况各不相同，但几乎所有企业都在转型调整中从不同的角度付出了不同程度的努力，至今企业实施转型升级战略的效果开始逐渐显现，这也正是行业运行趋稳的一个根源所在。

值得一提的是，尽管行业总体运行趋稳，但是行业焦虑情绪还依然浓厚。行业几乎已经达成共识，眼下机床工具市场的状态也是一种“新常态”，常态就不是一个短期的过程，靠苦“熬”是行不通的，企业唯一的出路就是主动调整，转型升级。事实上，行业企业也都在向这个方向努力，总结一下，可以把企业应对结构性下行的举措划分为三个层次。

第一个层次就是加大力度。这一层次涉及企业各方面工作，比如强化管理，降低成本，狠抓质量，抢占市场等。这一层次的举措是企业普遍采取的举措，是企业应对市场危机的本能反应，事实上这些举措的本质和过去没有改变，只是加大力度而已。

第二个层次是改变“打法”。举两个案例，一是宁江机床下大气力致力于建立的“质量责任追溯机制”。我国机床产业竞争力弱的一个主要体现就是产品质量不可靠，宁江机床建立的这个制度保证了产品在用户使用过程中暴露出的所有问题最后总能在企业内部某个环节找到原因，从而追溯到责

任者。“质量责任追溯机制”的建立需要企业在产品出厂前的每个环节都要增加监测成本，以方便追溯。这个制度的建立是需要下深功夫的，这一提升质量的举措不是单纯地加大力度，而是改变了“打法”。另一个案例是昆明机床，昆明机床承接了云内动力的一条生产线订单，在设计生产线之前昆明机床派技术人员到用户车间专研了数月时间，深入研究用户制造工艺，并和用户共同设计生产线方案，这种真正从用户工艺角度出发设计的生产线其针对性和有效性显而易见。这两个案例可以表明，改变“打法”的调整显然比加大力度更深入。

第三个层次就是企业要重新进行战略定位，或者叫优势重建。在新的市场环境下，企业要重新梳理自己的战略定位，即企业究竟要为哪些市场服务？以及怎样在锁定的市场中建立自身独特的优势？回顾行业过去10年的发展，一个典型特征就是行业企业战略趋同，目标都是“做大做强”，战略趋同导致产品趋同，产品趋同的结果就是恶价格竞争，从而造成行业低端混战，高端失守。在新的经济发展阶段，企业不能再墨守过去经济高速增长环境下“包打天下”的做法，而是更需要在特定领域建立起自身独到的优势，这意味着企业要走市场专业化的道路。在过去行业高速增长的10多年时间里，企业基本都是走产品专业化路线，产品专业化对中高端市场有效，但是却难以进入高端细分市场。比如，无论是航空航天领域的设备供应商，还是汽车发动机领域的设备供应商，分别就是几家耳熟能详的外资企业，这些企业的共同特点就是在某一特定市场的专业化程度非常高。而国内几乎没有这样高度市场专业化上规模的企业，反而是一些小的民营企业具有这种市场专业化的表现，但是他们是不自觉的，是被迫的，他们把这种经营定位解释为寻找市场“夹缝”，在“夹缝”中求生存。而我们需要在新的市场环境下进行自觉的市场定位。

事实上，如果不做市场专业化的思考和调整，国内机床工具企业是很难进入像航空航天、汽车发动机、集成电路等一些高端细分市场，而要实现市场专业化就要求企业在兼顾当前生存与长远发展平衡点的前提下，在战略上重新定位，勇于打破现有

的“坛坛罐罐”，进而确定新的高端市场目标。需要强调的是，在实现企业个体市场专业化战略的同时，行业总体是要实行差异化战略，否则又是新的战略趋同。

在机床工具企业转型升级过程中，这三个层次的努力都在发挥积极效应，而第三个层次的努力则尤为重要。

协会转型升级进行中

机床工具协会同样也需要转型升级。首先，机床工具行业在转型升级，协会发展要跟上行业发展的步伐；第二，以前总是说协会是政府和企业之间的桥梁和纽带，现在政府也在进行以简政放权为核心的职能转变，协会发展要跟上政府职能转变的步伐；第三，中央提出社会组织管理体制变革，改革核心是社会组织与政府脱钩，引入市场机制，这是协会转型的自身要求。概括而言，协会发展环境有以上三方面的变化，所以协会必须转型升级。

协会的转型升级如何进行？协会转型升级的目标就是建立现代社会组织，协会新时期的职能就是“提供服务，反映诉求，规范行为”。针对目前发展的实际情况，协会要实现转型升级的目标，最重要的就是要转变观念。2013年底协会提出要强化四个意识，一是市场意识，二是会员意识，三是服务意识，四是开放意识。

关于市场意识，因为协会不直接接触市场，所以一直对市场反应并不敏感，而协会是为行业企业提供服务的社会组织，企业第一关心的就是市场，所以协会首先要增强市场意识；关于会员意识，协会是为全行业发展提供服务，但首先要服务会员企业，从CIMT2015展览会起，协会会员企业将享受优惠5%的展览会会员价，对于协会信息统计重点联系企业将再进一步优惠5%，以后协会还会不断增加新的会员优惠活动；关于服务意识，比如行业运行统计信息分析报告就是协会为行业企业提供的一项重要服务内容，眼下协会正积极致力于统计信息业务升级，旨在为行业提供更优质的信息服务；关于开放意识，就是积极为企业搭建学习、交流、合作平台，为行业营造更为开放的发展环境。□

我国 3D 打印发展战略与对策研究

工业和信息化部赛迪研究院装备工业研究所 左世全

一、3D 打印概念内涵

1. 3D 打印是一项新型数字化制造技术

3D 打印，学界称为增材制造（Additive Manufacturing, AM），是利用计算机设计数据采用材料逐层堆积的方法制造实体物品的技术。该技术始于 20 世纪 80 年代的快速成型技术，具有三个方面的特征：

一是制造技术的重大飞跃。3D 打印是数字化技术与制造技术融合催生的一项新兴数字化制造技术，综合应用了 CAD/CAM 技术、激光技术、光化学以及材料科学等诸多方面的技术和知识；

二是制造工艺的深刻变革。3D 打印改变了传统切削加工模式，大大减少了加工工序，可以明显缩短新产品的开发成本与周期。以发动机缸盖为例，传统砂型铸造，工装模具设计制造周期需要 5 个月左右，采用 3D 打印技术，一个星期左右就可以整体成形出四气门六缸发动机缸盖砂型。

三是制造模式的重要突破。3D 打印技术对结

构复杂、难加工的产品可以实现个性化、定制生产，从而可能改变传统的大规模批量生产方式，带来制造模式的重要突破。

2. 3D 打印已形成较为完整的技术体系

目前，3D 打印已经发展出多种较为成熟的技术类型。依据材料输送方式的不同，3D 打印技术总体上可以分两大类，一是选择性沉积技术，即通过某种注射器或打印头注射、喷洒或挤压液体、胶状物或粉末状材料进行层层堆积，包括熔融沉积成形（FDM）、激光净成形（LENS）、分层实体制造（LOM）、电子束熔丝沉积（EBF）等；二是选择性黏合技术，即利用激光或黏合剂将材料粘合在一起，包括光固化成形（SLA）、选择性激光烧结（SLS）、选择性激光熔化（SLM）、三维打印（3DP）、电子束熔炼成形（EBM）等。近年来，国内外又发展出一些新的 3D 打印技术，如微纳材料成形、细胞三维结构成形、复合沉积成形、多种材料喷射成形等多种类型。下面介绍常用的技术类型（见表 1）：

表 1 3D 打印技术主要类型

技术名称	技术含义	代表性企业
熔融沉积成型（FDM）	利用喷头将 ABS、PC 等热塑性塑料丝材加热至熔融态，并在控制系统的控制下，按一定扫描路径逐层自粘结成形	国外有美国 Stratasys、Bitsfrom Bytes、RepRap、国内有太尔时代
激光净成形（LENS）	以金属粉末为原料，通过激光熔化/快速凝固逐层沉积“生长/3D 打印”，由零件 CAD 模型一步完成全致密、高性能整体金属结构件	国外有美国 Optomec、POM、国内有北航（中航天地激光）、西北工大、625 所等
电子束熔丝沉积（EBF）	利用电子束熔化金属丝材，按照计算机设计软件逐层堆积成形	国外有 NASA、Sciaky，国内有 625 所
分层实体制造（LOM）	通过每一层的轮廓来表示，激光扫描器的动作由这些轮廓信息控制，它采用的材料是具有厚度信息的片材	国外有美国 Fabrisoni、爱尔兰 Mcor 等

(续)

技术名称	技术含义	代表性企业
光固化成形 (SLA)	利用 UV 激光将塑料树脂固化为固体或凝胶状, 国外有美国 3D Systems、德国 Envisiontec	
选择性激光烧结或熔炼 (SLS/SLM)	用高能量激光束在粉末层表面按照截面扫描, 粉末被烧结相互连接, 层层叠加最终得到三维实体	国外企业有美国 3D Systems、德国 EOS, 国内有北京隆源、武汉滨湖机电 (华中科技大学)、625 所等
电子束 (EBM) 熔炼	利用电子束来代替激光直接融化金属粉末来制造零件	美国的 NASA LaRC/Sciaky 瑞典 Acram 国内有清华大学、625 所
喷墨沉积 (3D 打印)	利用类似于二维喷墨打印的技术, 通过粘结剂的沉积将每层材料粉末粘结成型, 而不用激光。	国外企业有美国的 Z Corp 公司 (后并入 3D system)

资料来源: 赛迪智库装备工业研究所分析整理。

(1) 光固化成形 (SLA)

基本原理为, 利用 UV 激光在控制系统的控制下, 按一定扫描路径将液态光敏树脂固化为固体或凝胶状而直接生成物品。美国 Chuck Hull 于 1986 年发明了该项技术, 此后创立了 3D System 公司。优点在于, 精度高、表面质量好, 能制造形状复杂、特别精细的零件; 缺点在于, 需要支撑、树脂收缩导致精度下降、光固化树脂有一定的毒性等。当前代表性企业有美国 3D System、西安交通大学 (陕西恒通) 等。

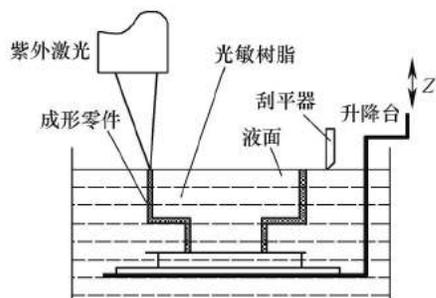


图1 SLA 工艺原理图

(2) 熔融沉积成形 (FDM)

基本原理为, 利用喷头将 ABS、PC 等热塑性塑料丝材加热至熔融态, 并在控制系统的控制下, 按一定扫描路径逐层自粘结成形。由美国 Scott Crump 于 1988 年发明, 最先由美国 Stratasys 公司于 1989 年推出商品化设备。特点是使用热塑性塑料、精度低、价格低。当前主要代表企业有 Stratasys、北京太尔时代等。

(3) 选择性激光烧结 (SLS)

基本原理为, 用高能量激光束在粉末层表面按照截面扫描, 粉末被烧结相互连接, 层层叠加

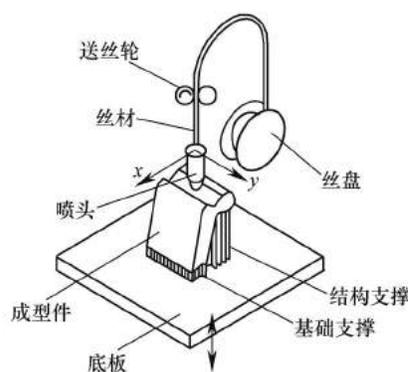


图2 FDM 工艺原理图

最终得到三维实体。C. R. Dechard 于 1989 年发明 SLS 技术, 1992 年, 美国 DTM 公司 (现属于 3D Systems 公司) 推出相应装备。材料主要为塑料、砂、粘合金属, 优点在于成形精度较高。缺点在于需要价格较为昂贵的激光器和光路系统, 成本较其他方法高。当前, 代表性公司为美国 3D Systems 和德国 EOS 两家公司, 国内为北京隆源、华中科大 (武汉滨湖机电) 等。

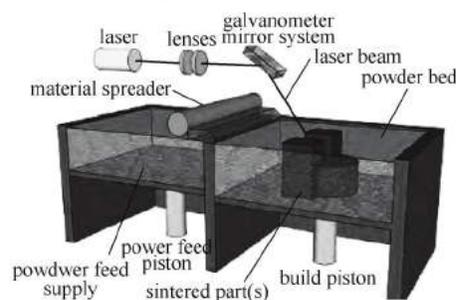


图3 SLS 工艺原理图

(4) 激光净成形 (LENS)

基本原理为, 利用同步送粉激光熔覆的方法将金属粉末材料按照一定的填充路径在一定的基

材上逐点填满给定的二维形状，重复这一过程逐层堆积形成三维实体零件。该技术由包括美国 Sandia 国家实验室在内的 11 家单位的 LENS 联盟发展起来，后成立 Optomec Design 公司优点在于，精度较高、尺寸大，零件机械加工余量小、材料利用率高。缺点在于沉积速率较低，材料和设备价格高。代表性企业有 Optomec Design、北航（中航激光）、西北工业大学等。

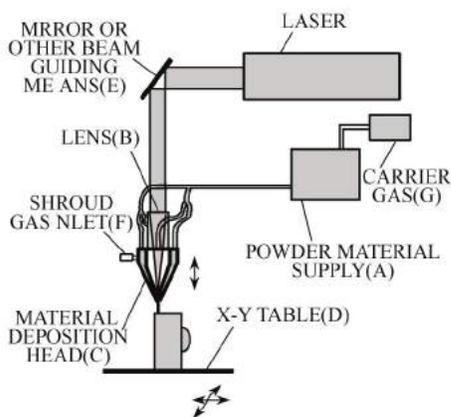


图4 LENS 工艺原理图

(5) 三维打印 (3DP)

基本原理为，采用喷墨打印机的打印程序完成打印溶液的喷射，并保证溶液喷射与相应的运动控制匹配，完成对整个成型过程的控制。由来：1998 年，美国麻省理工学院教授萨克斯（Sachs）发明 3DP 技术。1996 年，3D Systems 使用喷墨打印技术，制造出其第一台 3DP 装备。优点在于，结构紧凑，体积小，成本低。缺点在于，需要后处理，工艺较为复杂，难以成形高性能功能零件。代表企业主要有 3D system（后兼并的 Z Corp 公司）、华中科大等。

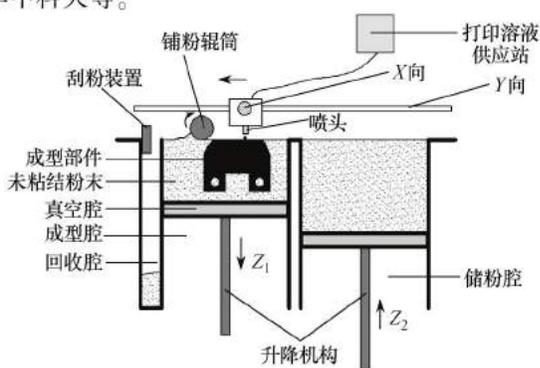


图5 3DP 工艺原理图

3. 3D 打印技术主要应用于三大领域

随着工艺、材料和装备的日益成熟，3D 打印技术的应用范围由最初的原型制造、模具制造扩展到直接制造领域。

(1) 原型制造。目前应用最广，主要采用熔融沉积成型（FDM）技术、分层实体制造（LOM）技术、选择性激光烧结或熔化（SLS/SLM）技术，主要用于工业产品的设计、测试和评估等。

(2) 模具制造。属于过渡性应用，主要采用选择性激光烧结（SLS/SLM）、分层实体制造（LOM）等技术，主要用于蜡模或砂型。

(3) 直接制造。属于最终应用。分两类：一是消费品生产，主要采用熔融沉积成型（FDM）技术、光固化成形（SLA）技术、喷墨沉积（3DP）技术，用于玩具、饰品、首饰、鞋类、陶瓷制品、简单服装与教育器材等消费品生产；二是功能零部件，主要采用激光净成形（LENS）、选择性激光烧结（SLS/SLM）、电子束（EBM）熔炼、电子束熔丝沉积（EBF）等技术，可用于金属、塑料、生物器官等复杂难加工、个性化定制的零部件生产。

二、我国 3D 打印发展现状分析

1. 发展现状

(1) 取得了一批基础研究成果和技术

我国 3D 打印技术自 20 世纪 90 年代初开始发展，近些年已经取得了一批基础研究成果和技术。如清华大学在熔融沉积制造技术（FDM）、电子束熔炼（EBM）技术、西安交大在光固化成形技术（SLA）、华中科技大学在选择性激光烧结（SLS）/选择性激光熔化技术（SLM）与叠层实体制造技术领域取得明显进展，北京航空航天大学、西北工业大学在激光近成形制造（LENS）技术方面取得突破，625 所在电子束熔炼（EBM）技术、电子束熔丝沉积（EBF）、选择性激光烧结或熔化技术（SLS/SLA）等方面取得突破进展。

(2) 高性能金属零件激光直接成形技术世界领先

北京航空航天大学、西北工业大学在高性能金属零件激光直接成形技术领域取得了重大突破，

在国际上首次全面突破了钛合金、超高强度钢等难加工大型复杂整体关键构件激光成形工艺、成套装备和应用关键技术,已生产出飞机机身主承力框、翼身根肋、主起落架等30多种构件。“飞机钛合金大型复杂整体构件激光成形技术”荣获2012年度“国家技术发明一等奖”。

(3) 产业化取得初步进展

依托高校、科研院所的研究成果,我国已经涌现出20多家3D打印设备与服务企业,代表性的

有北京隆源、太尔时代、陕西恒通、滨湖机电、湖南华曙、资金立德等3D打印设备提供商,中航激光、先临三维、迈普医学、时代天使等3D打印产品生产及服务商(见表2)。2013年,我国3D打印设备及服务销售收入实现6亿元。随着我国制造业的整体升级,3D打印设计服务市场还将继续扩大。我国航空航天、医疗等产业的快速发展也将带动3D打印设备及服务需求不断扩大。

表2 我国3D打印代表性企业

企业名称	成立时间	采用技术	应用领域	2012年销售产值(万元)
北京隆源	1994年	选择性激光烧结技术(SLS)	铸造用砂型,主要应用于汽车、航空航天、军工等领域	1796万元
太尔时代	2003年	沉积熔融技术(FDM)	原型快速设计、研发设计、产品开发设计	1000多万元
陕西恒通	1997年	光固化成形(SLA)、选择性激光烧结技术(SLS)	铸造用砂型或蜡模,主要应用于汽车、航空航天、军工等领域	3600万元
资金立德	2008年	FDM、分层实体制造(LOM)	工业设计、原型开发	NA(预计在1000万元左右)
滨湖机电	1991年	SLS、选择性激光熔化(SLM)、光固化成形(SLA)、LOM	快速原型、产品设计与教育科研	1000多万
西安瑞特	2008年	光固化成形(SLA)	快速原型、产品设计,应用于飞机模具制造等	NA
湖南华曙	2009年	SLS	快速原型、产品设计服务于汽车、军工、航空航天、机械制造、医疗器械、房地产、动漫、玩具等领域	累计1400万元
625所	2001年开展研究	SLS、SLM、SLA、电子束熔化(EBM)技术	飞机零部件制造	NA
杭州先临三维	2004年	三维扫描技术、开发SLS技术	三维扫描仪、生产服务	4000万元(1000万元服务收入,3000万元设备销售收入)

资料来源:赛迪智库装备工业研究分析整理。

2. 存在问题

我国3D打印技术虽然取得了长足进展,但总体上还处于产业化起步阶段,主要表现在:

(1) 公共技术平台缺失

我国尚未建立3D打印公共技术平台,缺乏像美国“3D打印创新研究所”一样的产学研一体化机构,高等院校、科研机构各自为战,合作研究的动力不足,开放集成的创新体系尚未形成,缺乏

对技术兼容性和标准的制定。

(2) 产业规模化程度低

我国增材制造的产业化尚处于起步阶段。2012年,我国增材制造产业市场规模为12亿元左右,不到全球的9%。增材制造装备销售仅占全球的8.7%,增材制造装备及销售收入约为6亿元,仅占全球的4%,一半以上的增材制造设备依赖进口。我国增材制造企业规模总体偏小,如图6所

示，最大的增材制造企业的销售收入仅为全球最大的增材制造企业 Stratasys 销售收入（3.59 亿美元）的 10% 左右。

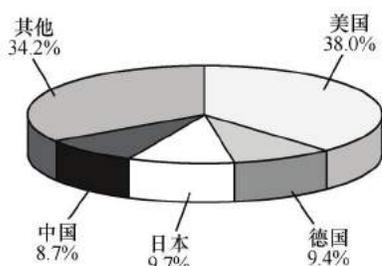


图6 2012年世界主要国家3D打印设备销售比重

(3) 产业链尚未有效形成

我国尚未成立专门从事材料制备、软件开发的3D打印企业，缺乏类似于欧美发达国家涵盖软件开发、材料制备、装备生产与服务的完整的产业链。从事检测验证、金融、电子商务、知识产权保护等中介机构也不健全。此外，目前国内的3D打印企业还处于“单打独斗”的初步发展阶段，产业整合度较低，主导的技术标准、开发平台尚未确立，技术研发和推广应用还处于无序状态。

(4) 教育培训和社会推广不足

目前，企业购置3D打印设备的数量非常有限，且多从国外进口，应用范围也较为狭窄。在机械、材料、信息技术等工程学科的教学课程体系中，缺乏与3D打印相关的必修环节，3D打印还停留在部分学生的课外兴趣研究层面。

三、我国3D打印发展面临的形势

1. 发展机遇

(1) 工业转型升级加速利于3D打印市场需求快速扩张

近年来，随着土地、劳动力等要素成本快速上涨，我国工业转型升级越来越迫切，在此背景下，我国工业转型升级的步伐将进一步加快，我国企业对缩短新产品的生命周期，提高产品设计能力的需求不断提高，这对于发展拥有产品设计与原型开发的3D打印设备的需求会不断增长。

(2) 航空航天、国防军工的快速发展对3D打印设备的需求不断增加

我国正处于航空航天、国防军工快速发展时期，航空装备、卫星及应用已经被纳入国家战略

性新兴产业进行重点扶持，激光近成型等3D打印技术在复杂难加工的飞机、卫星零部件制造方面将有较大的发展空间。

(3) 我国高度重视技术创新及产业化应用将助推3D打印产业快速发展

我国将创新驱动发展作为转变发展方式，加快工业转型升级的国家战略，对技术创新及产业化应用的研发投入力度不断加大。3D打印作为新兴产业有望纳入国家重点支持的战略性新兴产业，技术创新和产业化将迎来有利的政策环境。

2. 面临挑战

(1) 世界主要经济体积极抢占产业发展制高点为抢占这一新兴技术及产业发展的战略制高点，世界主要经济体纷纷进行战略部署，制定发展规划及扶持政策。2012年8月美国政府高调宣布成立国家3D打印创新研究所（NAMI），第一阶段由联邦政府和企业投入7000万美元研发支持3D打印技术研发及应用，力争促使美国成为全球优秀的3D打印中心。英国政府自2011年开始持续增大对3D打印技术的研发经费，设立了多个3D打印研究中心。法国3D打印协会致力于3D打印技术标准的研究，2009年欧洲3D打印论坛在巴黎成功召开。在政府资助下，西班牙启动了一项发展3D打印的专项，研究内容包括3D打印共性技术、材料、技术交流及商业模式等四方面内容。澳大利亚政府于2012年2月宣布支持一项航空航天领域革命性的项目“微型发动机3D打印技术”，使用3D打印技术制造航空航天领域微型发动机零部件。日本正着力推动3D打印技术的推广应用。南非政府投入2800万兰特扶持大型激光3D打印设备的开发。

(2) 3D打印企业国际市场竞争日趋激烈

近年来，随着技术不断成熟和专利权临近到期，欧美发达国家的3D打印企业呈现出两大动向：一是通过并购或合并做大企业，二是纷纷降低3D打印设备价格。这将为我国产业化程度不高的3D打印产业带来冲击。

(3) 我国在3D打印消费品产业方面依赖国外市场

消费级3D打印机方面，我国还处于市场培育

期, 市场需求明显不足, 例如北京太尔时代生产的私人用3D打印机近90%依赖出口。即使工业级3D打印机, 我国用户企业对使用3D打印机进行产品开发与原型制造方面意识不足。

四、我国3D打印发展战略及路径

1. 指导思想

深入贯彻落实科学发展观, 坚持走新型工业化道路, 推动信息化与工业化深度融合, 面向国民经济重点产业的转型升级和战略性新兴产业培育发展的需求, 以实现制造过程的数字化和制造模式转变为目标, 以突破关键核心技术为支撑, 以推进3D打印装备的研发和产业化为核心, 以提升3D打印装备集成创新能力为重点, 促进示范应用推广, 调整优化产业组织结构, 增强产业国际竞争力。

2. 基本原则

(1) 坚持市场导向与政府推动相结合

遵循市场经济规律, 充分发挥市场需求的导向作用和市场优化配置资源的基础性作用, 突出企业发展3D打印装备及服务的主体地位。积极发挥各级政府部门在规划制定、组织协调、政策引导、市场环境改善中的重要作用。

(2) 坚持重点突破与整体推进相结合

选择基础条件好、应用面广、带动作用强的3D打印装备, 加大支持力度, 重点予以突破, 培育和发展一批具有国际先进水平的产品和知名品牌, 辐射和带动产业的整体发展。

(3) 坚持研究开发与示范应用相结合

围绕重点领域的应用需求, 加强3D打印设计软件、材料、装备的研究开发, 大力推进3D打印装备的示范应用推广。

(4) 坚持装备制造与服务增值相结合

大力推进3D打印装备企业在产品设计、原型制造、材料供应、设备租赁、再制造等方面开展增值服务, 促进3D打印装备企业由加工制造型向生产服务型转变。鼓励服务型企业与3D打印装备生产企业加强合作, 不断拓宽应用市场, 实现快速发展。

3. 发展路径

遵循“市场主导、政府引导、创新突破、应

用引领”的基本原则, 前瞻布局关键共性核心技术, 重点推进3D打印装备的产业化, 促进装备、材料、软件同步发展, 加强3D技术在重点行业领域的应用推广。

考虑到我国现有的产业基础及技术水平, 3D打印产业的发展可分两步走:

到2015年, 全面推进面向产品设计、原型制造、消费品生产等领域的3D打印产业规模化发展, 重点推进面向航空航天、汽车、生物医疗等功能零部件领域的3D打印技术研发及产业化。

到2020年, 全面推进面向功能零部件的3D打印技术产业化, 在航空、航天、军工、高档汽车等重点领域实现直接零部件生产, 形成与世界工业发达国家在3D打印领域全面抗衡的能力。

五、推进我国3D打印发展的政策建议

1. 增强自主创新能力

加强基础理论与技术原始创新。把握增材制造技术国际发展趋势, 加强增材制造基础理论方面的研究, 联合计算机、材料、机械、控制、生物等多学科人才参与, 实现交叉公关与创新, 重点攻克增材制造技术的相关基础理论与成形机理。具体包括: 增材制造用材料力学、热、化学和物理特性研究; 增材制造过程中离散材料致密化、形变及性能演变规律; 增材制造过程中零件变形及抑制原理等。

重点推进关键核心技术攻关。聚焦关键技术与核心技术, 配合科技部落实好重大专项对3D打印研发创新的支持, 充分利用电子信息产业发展基金、高档数控机床与基础制造装备重大专项及智能制造装备专项等现有政策渠道, 支持打印设备、打印软件、材料制备、工艺控制等关键技术的研发。重点突破激光器、精密光学器件、高精度传动与控制系统、工业喷嘴/喷头等关键核心零部件, 将确有必要进口的激光器、精密光学器件、工业喷嘴/喷头等关键零部件列入重大技术装备进口免税清单予以支持。

成立国家公共技术平台, 加强产学研用合作。加强技术创新能力建设, 依托高等院所、科研院所和骨干企业, 有效整合国内二十多年取得的研究成果, 健全关键共性技术研发体制机制, 支持

建设一批产业技术开发平台和技术创新服务平台，重点突破材料制备技术、材料模型构建技术、工艺技术、工艺环境控制技术、复合工艺技术等五项关键共性技术。

2. 形成完整的产业链

推动建立由企业、科研院所和高校共同参与的增材制造产业创新战略联盟，重点突破激光器、精密光学器件、高精度传动与控制系统、工业喷嘴/喷头等四种核心零部件。

加强对材料开发的政策支持力度，将3D打印材料纳入新材料专项，鼓励和支持材料生产企业从事3D打印所需钛合金材料、特种钢、镍基合金等金属材料，ABS、PLA、光敏树脂、尼龙粉、PVC、陶瓷等非金属材料以及生物材料的研发和生产，加强与3D打印设备生产商、下游用户企业的交流合作，以下游需求为导向，研发生产确有市场前景的3D打印材料。开展增材制造软件开发、材料制备、工艺控制、装备生产、服务的系统性整体攻关，形成完整的产业链。

3. 开展应用示范推广

加强产业上下游联动，开展材料制备、3D打印软件开发、工艺控制、装备生产、服务的系统性整体攻关，形成完整的产业链。鼓励高校、科研机构与生产企业联合推进技术成果的产业化应用，搭建应用推广平台，聚焦特色鲜明、需求明确的行业及领域，重点选择在航空航天、汽车模具、生物医药、日常消费品生产等领域推广应用，分步骤、分层次开展应用示范，加快推进产业、技术与应用的协同发展。选择具备条件的3~5个省市设立技术研发及产业化基地，建立增材制造服务中心和展示中心，推动增材制造的产业化和示范应用。

4. 加强国际交流合作

立足我国的市场需求，开展高水平的国际合作，加强与美国、德国、英国等欧美发达国家相关高校、科研院所和企业合作，提升我国3D打印技术水平。积极探索对外合作新模式，鼓励国外3D打印企业在我国设立研发机构，支持国外企业和国内企业联合开展3D打印技术的研发，支持国内企业培育国际化品牌，开展国际化经营，多层次

参与国际合作，融入全球3D打印产业链。积极参与国际3D打印行业标准制订，推动我国领先领域的国内标准成为国际标准。

5. 建立政策支撑体系

一是加大资金投入力度。充分利用现有政策渠道，加大对3D打印技术研发和产业化的支持力度。统筹国家自然科学基金、“863计划”、“973计划”及各省部级资助计划，分别对3D打印技术的基础理论研究、成果转化、重大装备及应用、区域示范应用推广等分层次资助。鼓励3D打印装备生产及服务企业与金融机构密切合作，支持符合条件的企业在中小板、创业板首次公开发行并上市。支持企业利用资本市场开展兼并重组，加强企业兼并重组中的风险监控，完善对重大企业兼并重组交易的管理。

二是完善技术人才引进与培养政策。将3D打印技术纳入相关学科建设体系，培养3D打印技术人才。加强3D打印高端人才的引进，吸引海外留学人员回国创新创业。依靠行业协会、博览会、论坛等组织形式进行技术和应用的培训。在中小学及科技馆、文化艺术中心、青少年活动中心等公共机构进行3D打印技术的展示、宣传和推广。

三是完善市场培育、应用与准入政策。加大3D打印装备在产品的设计、教育科研、文化创意、国防军事等市场培育与引导力度，培育发展新业态。建立增材技术标准和技术规范，研究制订3D打印用材料标准、3D打印工艺规范、3D打印零件性能标准。制定发布3D打印软件、材料、装备发展指导目录。严格实施行业准入条件，加强行业的准入与退出管理。

四是进行必要的行业监管。针对3D打印的设计软件下载、材料制备、设备生产等全产业链，研究出台相应的政策法规，强化对3D打印的监管。加强对互联网3D打印设计软件的监测，并将监测结果及时通报相关部门，并按照相关部门指令，及时处置境外网上3D打印相关有害信息，如屏蔽3D打印枪械设计软件的下载等。强化对3D打印设备的监管，将零件3D打印的过程与特定的设备和几何模型数据进行标识和绑定，以控制模型数据的扩散、保护数据知识产权，同时也可用来对特定设备或数据流向进行监管。□

机器人与机床集成应用的现状和问题

中国机床工具工业协会 单希强

随着我国装备制造业转型升级，在市场需求和技术进步双重作用下，近几年来工业机器人与数控机床集成应用发展很快，应用的形式不断扩展，对当前机床智能化潮流带来新的推动。中国机床工具工业协会一直十分关注这一行业发展动态。

一、机器人与机床集成应用的快速发展

权威的专业展览会是反映一个行业总体情况和技术趋势的最佳窗口。我们不妨从近三年来几个国内外知名机床展览会，看一下机器人与机床集成应用的发展情况。

1. CCMT2014 中国数控机床展览会的情况

这个展会由中国机床工具工业协会于2014年2月24~28日在上海新国际博览中心举办。展会上共展出64台六关节机器人与机床集成应用的案例，比上届展会（CCMT2012）的31台增加1倍之多。这个数字足以说明当前机器人与机床集成应用的热度。



图1 大连机床集团盘类零件柔性生产线

在这次展会上，首次出现了机器人制造商、机器人集成商和机器人应用企业齐聚的场面。展

出自行制造机器人的机床企业，也由上届3家增至7家：广州数控、南京埃斯顿、大连机床、华中数控、大连光洋、北村机床、成都广泰。这其中有4家企业原来的主营业务是数控系统。

展会上引人注目的，还有秦川机床集团展出自行开发研制的机器人专用RV减速器，以及大连光洋展出了具备刀库和电主轴的铣削机器人，这使机器人本身演变成了一台加工中心。

2. EMO2013 欧洲机床展览会的情况

这个展会由欧洲机床工业合作委员会于2013年9月16日至21日在德国汉诺威主办。众多工业机器人与数控机床集成应用案例成为展会一大亮点。特别是KUKA公司与SIEMENS公司联合举行新闻发布会，一家是全球著名的机器人企业，一家是全球著名的数控系统制造商，宣布双方将展开全面业务合作，共同推进“工业4.0”计划中提出的智能自动化解决方案，成为展会的一个重要事件。在上文提到今年的CCMT2014展会上，这两家就已经做了机器人与机床集成应用的联合展示。

在展会上，机器人与机床集成应用的展示比比皆是。例如，DMG/Mori Seiki公司展出了工业机器人上下料等多种自动化加工解决方案。SPINNER公司展出的6台数控车床展品，都有机器人上下料。MAZAK、OKUMA、EMAG、大连机床集团等公司也展出了机器人与机床的集成应用的展品。

3. IMTS2012 美国芝加哥国际制造技术展览会的情况

这个展会由美国机械制造商协会于2012年9月10日至15日在美国芝加哥主办。在这个展会上，工业机器人的参展阵容空前壮观，KUKA、

ABB、YASKAWA（安川）、FANUC 这全球四大机器人制造商均高调亮相，展出了数量众多，规格、用途各异的机器人展品。其中，FANUC 公司不仅展出了焊接机器人、搬运重量达 1350kg 的搬运机器人，还在现场演示 4 台钻削中心和两台机器人组成的柔性制造单元；KUKA 公司则在展台的中心位置展示了一台切削机器人。其他参展机器人厂家更是不胜枚举。

国际知名的机床制造商 DMG/Mori Seiki、Makino、Mazak、Okuma、斯来福临、大连机床等许多机床制造商也纷纷展示数控机床与工业机器人组成的柔性单元，海克斯康（Hexagon）展示了机器人在测量方面的应用，Weldon Solution 公司展示了机器人在分拣方面的应用。

从以上 3 个知名机床展，我们可以清楚地看到工业机器人正大踏步地走进机床领域，并与机床结合在一起，为用户提供各种个性化的智能制造装备。

形成这种快速发展趋势的原因，固然与我国工业转型升级带来的引领和催化作用、我国人力成本的快速提高、工业机器人价格降低与性能提高这些普遍因素有很大关系，同时也有机床领域的特殊原因，一是当前随着机床数控技术的不断完善，各种自动检测、动态补偿技术的成熟，机床技术的发展已经进入智能化新阶段，机器人的加入只是起到了一种推波助澜的作用；二是机器人与机床的集成应用还具有一些特殊优势，例如，机床密度加大，厂房利用率提高；辅助时间缩短，提高机床工作效率；操作精确性和可重复性比自然人高；工伤的可能性大为减少；可长时间连续工作，而没有情绪问题和情感需求，等等。

二、机器人与机床集成应用的主要形式

在焊接、搬运、码垛、装配等大多数应用领域里，工业机器人是作为主机使用的。与此不同，与机床配套的机器人一般是作为辅机来发挥作用的。当前具体的应用形式主要有：

1. 单机上下料

单机上下料是机器人在机床上最典型和最成熟的应用。它比人工上下料更准确、迅速、安全。

对生产批量大、加工时间短的中小零件加工，或需吊装的笨重工件而言，机器人上下料的优势特别明显。

机器人与机床的结构关系分为机器人安装于机床外部和与机床构成一体两种形式。安装于机床外部的机器人，又分为固定式、移动式 and 桁架式等类型。

2. 机器人与机床组成柔性生产线

由机器人承担工件的工序转换工作，与若干台机床组成柔性生产线，是一种比单机上下料更为复杂也更有价值的一种应用。在当前工业转型升级过程中，市场需求越来越旺盛。

在这种应用场合下，机床布局取决于工艺路线和现场条件等因素。常见的有 L 型、U 型和直线型、对面布置等形式，其中三台数控机床构成 U 型的布局，由一台机器人在场地中间进行工件转换，这种布局十分紧凑。

3. 与机床共同完成加工工艺过程

机器人夹持工件在冲剪、折弯机上实现加工操作，不仅是简单的上下料，而是替代了所有原来的人工作业。这比人工操作更加准确和快速，从而提高了产品质量和生产效率。尤其是彻底解决了冲压类机床的工伤隐患。

4. 独立完成加工工序

给机器人装上专用手爪，机器人可以完成切割、打磨、抛光、清洗等工艺过程。甚至于可以让机器人直接夹持切削工具，对工件进行打孔、攻丝、铆接，也可以进行切削加工。在这种情形下，机器人本身就是一台机床。

具备视觉、触觉的机器人可以用于组装、零件分选等复杂工序，即使是上下料，也可以不用带有定位装置的专用工位器具。

给机器人装备特殊手爪，可用于高温环境下作业的铸造、锻造机械，完成取铁液、浇注、上下热毛坯、更换热态的模具等人工难以直接完成的工作。

工业机器人是一种高柔性的通用自动化装置，它的应用场合和功能具有无限的拓展空间。在与机床的集成应用中，工业机器人的具体应用形式也在不断发掘和创新当中。

三、国内机床企业研制与应用机器人的情况

由于工业机器人在原理和结构上与数控机床有很多相似之处，都是由数控系统控制、伺服电机驱动，实现精确位置移动的自动装置，因此机床制造企业在工业机器人的研制上具有相当的优势。因此，国内外有不少机器人制造企业都有机床制造的根底。

国内也有一些目光敏锐的机床企业，察觉到即将到来的巨大商机，从几年前就介入了工业机器人的研发制造。目前国内开展机器人研制的机床企业主要有两类，一类是数控系统厂商，如广数、华中数控、南京埃斯顿、大连光洋、成都广泰；另一类是产品门类比较齐全，在承接成套项目上具有优势的主机厂，如大连机床、沈阳机床、西安北村等。此外，以精密齿轮制造见长的秦川机床集团，经过多年刻苦攻关，成功研制出了机器人专用的RV减速器，并已开始走向产业化。



图2 大连光洋研制的铣削机器人

这些企业中，广州数控和南京埃斯顿已经进入国内工业机器人的主要生产厂家行列，具有相当的知名度和影响力。广州数控起步研制工业机器人已有六、七年时间，现在已经具有1000台的生产能力，在机床应用方面也积累了很多成功案例。南京埃斯顿则更侧重于机器人在成形机床上的应用。



图3 沈阳机床集团阀体柔性生产线



图4 亚威公司折弯机

四、目前需关注和解决的一些问题

目前国内企业在机床上应用机器人还处于起步阶段，许多理论和实践问题还没有得到充分认识与解决。例如最多见的形式还是将机床和机器人简单地组合在一起，各自使用一套控制系统。要充分发挥机器人与机床集成应用的优势，还需做出不懈努力。

(1) 机床企业研制机器人应充分发挥产业相关的固有优势，树立更高的发展目标。从基础理论的研究与应用，到制造与装配工艺的完善，到减速器、伺服电机等基础零部件的突破，不断努力，为提升国产机器人的水平和质量做出贡献。

(2) 为促进机床与机器人集成应用水平的提升，应加紧相关的技术标准的研究与制定。在这一领域，对机床和机器人的控制系统和机械结构都有一些特殊要求，需要通过标准的制定进行规范。

(3) 应积极开展机器人专门人才的培养和相关知识的普及。由于是新兴产业，机器人的研制和应用人才都很稀缺。特别是应用方面，目前在国内，无论是机器人集成商还是用户，知识和经验还不同程度地匮乏，往往因此导致项目的挫折和失败。

(4) 与机器人协同工作的机床应具有足够的自动化功能。例如加工精度的自动检测、刀具磨损情况的自动检测与补偿及刀具的自动更换等，从而保证柔性工作单元的连续稳定运行。

(5) 对协同工作的机器人和机床应进行联合设计，分别进行必要的适应性改变。这里不仅有机械结构（例如防护结构）的改变，也有控制系统的整合、各类传感器的布置等，从而形成一个空间布局统一合理、功能相互协调的有机整体。

鉴于机器人研制以及与机床集成应用的发展现状，相关企业应建立有效的组织联络机制，以加强沟通与合作，充分做到资源共享与优势互补，及时建立必要的技术规范与标准，形成产业发展的合力。这对我国机床工具行业的转型升级也必将起到有益的推动作用。□

机床工具行业 2014 年上半年 经济运行分析

中国机床工具工业协会 信息统计部

2014 年上半年机床工具行业经济运行总体呈现“低位趋稳”。虽然从第二季度开始政府加大稳增长和应对经济下行的政策力度，但在国内市场需求结构性调整、国际市场需求复苏缓慢、进口商品竞争加剧、流动资金严重缺乏和财务状况长期恶化等多重不利因素的综合影响下，企业经营困难和潜在风险加剧，行业运行压力依然很大。

一、全行业增速下降

根据国家统计局 2014 年 1~6 月经济运行数据，金属加工机床主营业务收入同比增加 8.7%，金属切削机床同比增加 6.4%，金属成形机床同比增长 13.3%。与第一季度相比，分别变化了 -0.5、-1.3 和 1 个百分点。

机床协会重点联系网络的统计数据也显示，2014 年 1~6 月全部企业的产品销售收入同比下降 2.6%。其中，金属切削机床产品销售收入同比下降 7.7%；金属成形机床产品销售收入同比增长 4.3%。

二、全行业运行质量下降

1. 财务状况不容乐观

根据国家统计局 2014 年 1~6 月经济运行数据

测算，全行业主营业务收入利润率、应收帐款周转率和资产负债率分别为 5.5%、4.6 和 54.1%；金属切削机床上述三项指标分别为 3%、2.7 和 62.6%；金属成形机床上述三项指标分别为 5.8%、4.2 和 54.3%。

从上述数据看出，全行业主营业务收入利润率低于一年期贷款利率，金切机床行业甚至低于一年期定期存款利率，反映行业盈利能力严重下降。全行业、金属切削机床和金属成形机床分行业的应收帐款周转率与去年同期相比分别下降 0.2、0.2 和持平，反映资金流动性变差。资产负债率接近和超过 60%，财务风险加大。

2. 亏损持续，形势严峻

国家统计局 2014 年 1~6 月经济数据反映全行业亏损企业占比为 13.8%，其中国有控股企业亏损占比为 41.8%。在八个分行业中，亏损面最大的是金属切削机床，亏损企业占比为 24.7%，其中国有控股企业亏损占比达 50.8%。

2014 年 1~6 月，机床协会重点联系网络中亏损企业占比为 38%，其中金切机床为 45.5%，成形机床为 18.2%。与上个月相比分别增加了 2.3 和 2.2 个百分点。

三、出口稳步增长

根据海关统计数据，2014 年 1~6 月机床工具商品出口金额 52.8 亿美元，同比增加 18.5%，较去年同期增加 7.4 个百分点。在国内市场需求持续低迷、企业生产经营下滑的大背景下，2014 年上半年出口却呈现平稳增长。开拓海外市场和加强出口正成为化解过剩产能和实现产业转型升级的

重要突破口。

从出口商品结构上看，分列前三位的是切削刀具（12.4 亿美元）、磨料磨具（10.4 亿美元）和金属切削机床（9.7 亿美元），其出口金额占比分别为 23.5%、19.7% 和 18.4%。

四、市场需求趋稳

由于中国经济增速放缓和发展方式转变，中国机床消费市场和产业也在经历深刻的结构性调整，以“总量明显减少，结构加速升级”为特征的市场变化日益明显。随着中国经济发展进入新常态，机床消费市场的需求变化也将趋于稳定。

1. 订单总量下降，低位趋稳

根据 2014 年 1~6 月机床协会重点联系网络订单统计数据显示，全部企业的新增订单同比下降 3.3%，在手订单同比下降 3.3%。其中，金属切削机床新增订单同比下降 4.3%，在手订单同比下降 3.2%；金属成形机床新增订单同比下降 8.4%，在手订单同比下降 5.1%。

2. 进口由负转正，中高端需求回升

2014 年 1~6 月，进口总额为 81.5 亿美元，同比增加 0.28%。与 2013 年进口同比数据相比（-20.2%），有明显回升。从 5 月份开始，机床工具类商品进口连续 2 个月呈现当月同比和环比双增长。在人民币升值和国家稳增长、促外贸等措

施综合影响下，预计下半年进口将呈现翘尾的趋势，并带动全年进口实现正增长。由于进口情况侧面反映国内中高端市场的需求，所以近期进口的变化趋势预示着国内中高端市场需求正在回升。

五、下半年预测和建议

通过对 2014 年 1~6 月行业经济运行和进出口数据分析，预计全年机床工具行业运行将呈现“低位向下趋稳”。基于金属加工机床生产情况逐步稳定和进口明显回升，预计 2014 年中国机床消费市场继续保持世界第一的位置，但规模会有所下降。

为了促进行业平稳运行和实现转型升级目标，应对不利因素和下行压力，建议加大对企业出口的支持，借力国际市场化解过剩产能；进一步降低出口信贷门槛，清理不合理收费，加大对开拓海外市场和展会推介的支持，以平衡汇率升值为目的加大出口商品退税的范围和力度；将金融支持实体经济的政策落到实处，解决银行等金融机构对行业企业抽贷、缓贷和停贷导致资金链紧张的问题；对符合产业结构调整方向和转型升级目标的企业给予必要的金融支持；在使用国家财政资金进行投资的环节，要加大对国产自主品牌产品支持的考量，以便营造公平合理的产业发展环境。□



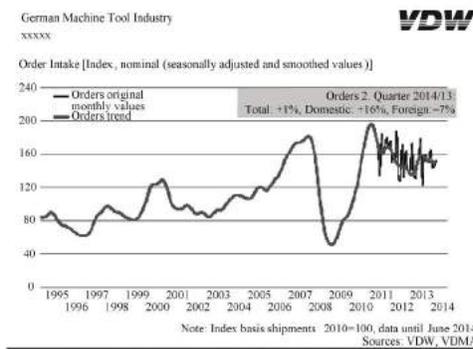
2014 德国机床订单发展趋势

2014 年第二季度，德国机床订货额比上年同期增长 1%；其中国内订单增长 16%，而出口订单则减少了 7%。德国机床协会预测，2014 年下半年机床订货总额将增长 6%，而德国国内订单将猛增 18%，出口订单将减少 1%。

德国机床协会执行主席 Wilfried Schäfer 博士认为：“上半年对德国的机床需求形势相当不错，特别是德国国内用户的机床需求大幅增长，出口订单的降幅将减小。源自诸多问题区域的不确定因素也使国外用户对新的投资项目踌躇不前。这在第二季度表现的最为明显，欧元区以外的机床订单持续下降，而欧元区内则呈上升趋势，定货额同比增长了 13%。”

2014 上半年，从订单的发展情况可以反映出，销售市场已转向德国国内。与之相比，出口呈现明显下滑，尤

其是对亚洲出口大大低于预期，对中国、韩国和印度出口大幅减少。尽管如此，德国机床协会仍预计 2014 年全球制造业产出和固定资产投资将达到一个新的高度。



Note: Index basis shipments 2010=100, data until June 2014 Sources: VDW, VDMA
26.08.2014 Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken e.V. (VDW)

德国机床工业订单发展趋势

对德国 BAFA 技术出口限制的初步解读

沈阳机床（集团）有限责任公司 蔡哲民 刘士玉

多年来，中国机床企业对国际市场高度关注，积极拓展国际业务。在调整产品结构，满足国际需求的同时，把握向国外发展的机会，积极收购境外企业，吸纳机床先进技术。

(1) 2014年6月，日发精机以1180.9万欧元购买意大利MCM公司80%股权。

(2) 2014年5月，北平机床出资300万欧元收购德国施耐亚机床有限公司。

(3) 2012年11月，天水星火机床有限责任公司并购意大利高嘉公司。

(4) 2011年11月，江苏金昇斥资1亿欧元，并购德国第三大机床制造商埃马克50%股权。

(5) 2005年10月，北一机床全资收购德国瓦德里希·科堡公司。

(6) 2004年10月，沈阳机床全资收购德国百年机床企业希斯公司。

当前，机床企业“走出去”面临诸多复杂问题，除企业自身问题及经营风险外，还面临地缘政治、法律文化等；特别是机床企业为引进技术，高额投资海外却面临了技术保护壁垒，事与愿违企业付出了高额的学费。本文通过对金切机床德国出口技术限制的初步解读，以介绍其出口限制的基本情况。

一、德国技术贸易法规

德国从其自身利益出发，为维持竞争力，宁愿出口高技术产品，也不愿意输出先进技术，对高新技术出口贸易实行管理和控制。德国联邦经济与出口管制局（BAFA）负责执行出口管制和进口监控方面的行政审批，在出口监控方面，该局的工作依据是欧盟统一的贸易政策。该局网址为：

<http://www.bafa.de>，但只提供英德两种语言服务。

德国《对外经济法》和《对外经济条例》于1961年9月颁布，对德国技术出口管理、管制等都做出了明确的规定，主要体现在所谓的“出口清单”上。同时，德国作为欧盟成员国，还遵守欧盟的相关法律和相关规定。

联邦政府对出口商品的管制主要集中在对军用品和军民两用品的限制上，对普通民用商品的出口几乎没有限制性要求。实施出口管制的商品均在《出口清单上》有明确的规定。

二、金切机床出口限制

根据欧盟《规章428/2009》的主要原则，清单所列的被管制物项在没有出口许可的情况下不能离开欧盟关税区。

该管制清单共分10类：①核材料设施与设备；②特殊材料与相关设备；③材料加工；④电子产品；⑤电脑；⑥电信与信息安全；⑦传感器与激光；⑧导航与航空电子设备；⑨海事；⑩航空航天与推进系统。

每类物项下又分为5项：A、系统及设备与部件，B、测试检验与生产设备，C、材料，D、软件，E、技术。

其中涉及到限制机床出口的主要条款为其第2类材料加工，2B、2D、2E等相关条款，根据机床的定位精度及联动轴数实施出口限制。

1. 车削出口限制

两轴或两轴以上联动轮廓加工，线性轴定位精度（含补偿） $\leq 6\mu\text{m}$ 。

2. 铣削出口限制

(1) 三个线性轴、一个旋转轴联动轮廓加工，

线性轴定位精度（含补偿） $\leq 6\mu\text{m}$ 。

(2) 五轴或五轴以上联动轮廓加工。

(3) 坐标镗床定位精确度（含补偿）线性轴 $\leq 4\mu\text{m}$ 。

(4) 两旋转轴或以上铣床，X轴行程超过2m，X轴全程定位精度 $\leq 30\mu\text{m}$ 。

(5) 两旋转轴或以上铣床用软件系统。

3. 磨床出口限制

(1) 定位精确度（含补偿）线性轴 $\leq 4\mu\text{m}$ 。

(2) 五轴或五轴以上联动轮廓加工。

(3) 圆筒研磨、最大外直径加工能力 $\phi 150\text{mm}$ 。

4. 技术出口限制

(1) 四轴及四轴以上联动控制机床软件及控制系统，数字控制单元技术。

(2) 发展“限制出口机床”对应的软硬件配套设施。

(3) 生产、制造“限制出口机床”对应技术。

(4) 铝合金、钛合金或超合金加工工艺及加工程序，及表面预紧力、应变率、温度、压力、加工时间等加工数据。

(5) 以数控单元内部设计参数为基础的机床指令（例如零部件加工程序）生成器的开发技术。

(6) 用于为现场作业到数控单元提供高级决策支持的专家系统的集成软件开发技术。

三、出口审批

据初步了解，德国BAFA的出口审批情况可以概括如下。

1. 出口管制的审批形式

(1) 个案审批，出口管制审批的基本形式是“个案审批”，即一次审批只对一个收货方的一份合同有效。

(2) 集合审批，对于大额出口，可向BAFA申请集合审批。

(3) 通用审批，通用批件由BAFA在联邦公报中公布，符合条件货物出口不必专门申请，出口30天内须到BAFA备案。

2. 出口申领程序及材料

出口申领主要涉及，当地工商会申领出口许可申请表，提供海关税号，指定公司高管为出口

事务联系人，提供最终用户证明，提供相关的技术资料等。

3. 程序审批时间

BAFA对欧盟内部及关系密切国家地区两用品出口审批一般需2周左右，对其他国家（中国）大约1个月时间。

四、相关建议

为顺利推进“走出去”战略，必须科学对待德国及欧盟的相关法律，为此初步建议如下：

(1) 不断学习，了解更多的相关法律条款，武装自己，实现为我所用。

(2) 广泛宣传，让更多的人了解，特别是法务及涉外部室。为合资合作协议的签署提供政策支持，实现合理规避。

(3) 深入分析，限制出口产品及相关技术要求就是国内技术的短板，也是产品升级的发力方向。□

参考文献：

[1] 欧盟428/2009号规则

注：机床精度采用ISO 230/2（1998）或国际同等标准

用于新型发动机制造的高效数控 随动成型磨床交付使用

近几年来，城市空气污染治理和能源紧缺问题呼唤着新能源汽车的发展。中国城市科学研究会城市空气动力交通技术中心已试验研究开发出一种压缩空气发动机，可满足新能源汽车发展需求，但该发动机的异形零件无法用传统装备进行加工，必须开发研制能加工这种零件的关键设备以实现量产。为此，杰克机床有限公司与该中心合作，联合研究开发能磨削加工异形凸轮轴、发动机转子、缸体等关键零件的“JKMS8350 高效数控随动成型磨床”，目前该磨床已交付使用。

我国数控高速随动磨削技术及数控高速随动磨床研究起步较晚，产品主要依赖进口。因此，掌握数控高速随动磨削技术，开发出能满足高效、高精度加工要求的高效数控随动成型磨床，有效解决异形零件的柔性复合加工问题，对支持我国机械、汽车等行业快速发展、提高竞争能力具有重要意义。

用车/铣复合加工中心灵活制造齿轮

德马吉森精机公司

特殊软件和新开发的加工工艺将 NT 和 NTX 系列车铣加工中心变成完美的中小批量齿轮加工机床。对于德马吉森精机 (DMG MORI) 而言, 工件和帮助优化客户生产效率始终是研发工作的中心。任务越复杂、要求越高, 这就表现得越明显。杰出的范例之一就是在德马吉森精机 (DMG MORI) 车铣加工中心产品线中的标准机床上加工齿轮。通过智能编程、卓越刀具和高性能机床的完美联动, 以及与合作伙伴企业的紧密合作, 可以达到几年前还无法想象的、令人难忘的结果。

不久以前, 复杂的齿轮加工任务几乎只能在复杂的特种机床上使用昂贵的刀具生产加工。因此, 大多数情况下相应的合同订单还得靠特种批量生产设备完成。只有多轴车铣或铣车加工中心的技术集成可以解决这个结症。由于在多功能加工中心上, 创新刀具与新型工艺和软件开发相结合, 即使最复杂的齿轮几何形状现在也能以中小批量经济地加工生产。

车削和铣削

在德马吉森精机 (DMG MORI) 产品线中, 例如在给人留下深刻印象的 NT 和 NTX 系列中就可找到这种用于最多 5 轴 6 面全套加工的加工技术多面手的范例。这种车铣加工中心设计为平床身结构, 从而为所有加工方式的绝对最高性能提供了完美的基础。在标配情况下, 铣削主轴的转速最高可达 12000r/min, 与此同时, 车削主轴的转速最高可达 6000r/min。该系列的其他亮点是 Box-in-Box (箱中箱) 结构的稳定框式立柱, 以此确保 (适用于 NT 系列) 机床具有最高刚性, 以及使用 DCG 技术或强劲直驱刀具的集成式 BMT 刀塔。此外,

回转范围为 $\pm 120^\circ$ 、借助直接驱动装置具有高动态特性和超高精度的 B 轴以及在 Y 轴上具有充分运动行程创造了加工中所需的自由度。



NT 和 NTX 系列多轴车铣加工中心的技术集成能够实现不同齿轮的中小批量生产



NT 和 NTX 系列车铣加工中心为平床身结构, 为所有加工方式的最高性能提供了完美的基础

灵活的全套加工缩短了工艺流程链

“我们的 NTX 和 NT 系列机床在加工技术方面实际上几乎能完成特种齿轮加工机床所承担的所有工作。此外, 它们更加灵活, 因此能更经济地发挥作用”, 森精机欧洲股份公司 (MORI SEIKI Europe AG) 总经理、森精机有限公司 (MORI SEIKI GmbH) 总裁以及欧洲工程部 (European Engineering Department) 总经理拉尔夫·里德曼总结道。同时他还补充指出: “此外, 它们还有另一优点, 即可在一台机床上全套完成从毛坯到齿轮的加工, 这就缩短了工艺流程链, 避免了错误来源, 提高了整体生产率和质量”。

在相关的齿轮加工方式, 里德曼首先指出了

使用相应刀具的“常规”齿轮加工或齿轮铣削加工的事实证明了 NT 和 NTX 机床的刚性和稳定性。然而，更惊艳的是新近的研发，如山特维克可乐满（Sandvik Coromant）开发的、用于直齿轮和斜齿轮加工的 InvoMilling 方法或德马吉森精机（DMG MORI）特有的加工循环 DMG gearMILL 软件，该软件现在也可用于车铣加工中心。



带大功率刀具直驱装置的 BMT 刀塔在铣削加工中也提供最高性能，并缩短换刀时间



NT 和 NTX 系列车铣加工中心可在一台机床上完成从毛坯到齿轮的全套加工

一副刀具可用于不同的齿轮加工

InvoMilling 是由山特维克可乐满（Sandvik Coromant）开发并获得专利的工艺流程，用于制造直齿轮和斜齿轮。即使复杂的齿轮几何形状在这种工艺中只要通过轴的“智能内插法”就能加工。这种工艺方法的特殊之处在于使用了带部分标准可转位刀片的 InvoMilling 铣刀。这些刀片端面安装在相应的铣刀刀体的刀座中。此时，刀片内嵌的方法是使端面切削刃垂直于铣刀的旋转轴定位，从而实现与轮廓一致的正交车铣。

将用于粗加工的齿槽铣削和用于精加工的车铣组合在一起，可实现任意齿形和螺旋角的加工。采用这种方法，还可对齿轮外径倒角，以及加工齿顶角、齿形和齿根倒角。由于每个铣刀覆盖了多个模数尺寸和齿形，所以，只用一副铣刀就能加工例如模数 1 到模数 4 的齿轮。迄今为止，铣出的最大齿轮模数是 18，直径为 800mm。同时，采用 InvoMilling 方法，齿轮加工的质量可达到 DIN 3962 标准的 6 级或更高。此外，表面质量还能达

到小于 $R_a 3$ 。

凭借 gearMILL 成为齿轮加工专家

对于拉尔夫·里德曼而言，gearMILL 软件最重要的优点是能使用价格低廉的标准刀具，以最低成本和在最短时间内，用标准机床加工最复杂的齿轮形状。在此，软件负责计算几何形状，并自动编程刀具路径。根据计算软件中特殊的数学算法，可通过这种方式甚至能加工自由定义齿面的蜗轮。此外，这种齿轮加工方式，或者更确切地说，这种创新的计算方法使这种齿轮加工可自由定义新的齿轮几何形状，或非常简单地优化齿面和齿廓设计。gearMILL 的另一个优点是：通过专门的在机测量循环可在机床中进行高效的质量控制——包括提供相应的数据分析报告。所述范例以令人印象深刻的方式实现了制造齿轮的德马吉森精机（DMG MORI）车铣加工中心技术集成的可能性和优点。最重要的是：由于 NT 和 NTX 机床的通用性，它还覆盖了 6 面 5 轴全套加工的整个范围，并且不受任何限制，这在设备制造领域一方面确保高投资安全性，另一方面为众多服务性企业开辟了齿轮生产领域的可能。□

北京二机床“曲轴柔性、精密、高效磨削加工关键技术与成套装备”成果通过鉴定

近日，由中机联科技成果奖励办组织的北京二机床“曲轴柔性、精密、高效磨削加工关键技术与成套装备”项目成果鉴定会在浙江太阳股份有限公司生产现场召开。

由北京二机床研发的“曲轴柔性、精密、高效磨削加工关键技术与成套装备”在浙江太阳股份有限公司生产现场运转已经九个多月了，实现了止推面、主轴颈、连杆颈、法兰端面、皮带端面、轴颈抛光、止推面抛光成套技术装备的应用。设备运行情况良好，得到用户的较高评价。最为关键的核心技术装备“数控随动（切点跟踪）双砂轮架曲轴磨床”实现了技术突破。

鉴定委员会认为：该成果综合技术达到同类技术国际先进水平，其中随动式（切点跟踪）磨削机床达到同类产品国际领先水平。同意通过鉴定。建议进一步加快推广应用。

长期精度小于 $5\mu\text{m}$ 的新型机床

德马吉精机公司

在高速加工领域中，德马吉精森机（DMG MORI）以其 HSC 30 linear 和 HSC 70 linear，在工具和模具制造领域树立了精度和表面质量的新标准。其卓越特性是通过创新的冷却系统和热对称结构达到 $< 5\mu\text{m}$ 的最高长时间持续精度；转轴、法兰和套筒冷却的 HSC 主轴，实现 $R_a < 0.15\mu\text{m}$ 的最佳表面质量。所有轴的直线驱动显著优点是，提供了最高可达 $80\text{m}/\text{min}$ 快移速度的动态特性和 60 个月的保质期。全新德马吉精森机风格设计（DMG MORI Designs）的优点，尤其是 CELOS 面向未来的技术，使这一高速加工技术的整体优势更加完善。



这两种机床的基础是保持最高长时间持续精度的热对称床身。该床身还通过创新的冷却系统得以加强。冷却介质流经床身和龙门，确保温度

稳定。除了直线驱动的初级部分和次级组件外，还对直线导轨加以冷却，从而高效排出摩擦热，并防止热量传导到机架。主轴箱上的附加冷却条确保均匀的温度分布。

由于采用转轴、法兰和套筒冷却系统，HSC 系列的主轴转速分别达到 $28000\text{r}/\text{min}$ 和 $40000\text{r}/\text{min}$ 。由此形成热稳定的工艺条件，并将轴向刀具膨胀最多减少 70%，由此表面质量优于 $R_a 0.15\mu\text{m}$ 。此外，预热时间和冷却时间缩短了 5 倍。该优点在精密加工的每次换刀时发挥了作用。如配测头这一优点特别明显。因此，在机测量为最大限度缩短时间提供了稳定基础。

标配 HSC 30 linear 提供 $40000\text{r}/\text{min}$ 的主轴转速，并带有 HSK E40 接口。标配情况下，HSC 70 linear 带有转速为 $18000\text{r}/\text{min}$ 的主轴。在此可选配 $28000\text{r}/\text{min}$ 和 $40000\text{r}/\text{min}$ 转速的主轴，并带有前面提到的转轴、法兰和套筒冷却系统。刀库方面的基本配置带有 30 刀位，此外也可选配带 60 或 120 刀位的刀库。



这两种机床通过其加工空间出色的接近性能给人留下深刻印象。在 HSC 70 linear 中, 这种接近性能通过下巴床身进一步改善。极小的安装面积也令人信服。紧凑型 HSC 30 linear 型机床仅需要 4.5m^2 的占地面积, 而且运动行程可达 $320\text{mm} \times 300\text{mm} \times 280\text{mm}$ 。加工区为 $650\text{mm} \times 600\text{mm} \times 380\text{mm}$ 时, HSC 70 linear 的占地面积仅 6.3m^2 。

适用于各种应用的 5 轴解决方案

集成式 5 轴解决方案可通过调整刀具一方面减少刀具长度, 另一方面改善表面质量。在 HSC 30 linear 型机床中, 5 轴加工通过一个回转摆动工作台实现。在 HSC 70 linear 型机床中, 5 轴加工通过数控工作台中的旋转轴与摆动主轴头的结合来完成。在 HSC 30 linear 型机床中, 工件重量为 200kg 或回转摆动工作台为 80kg。在 HSC 70 linear 型机床中, 固定工作台上的工件重量为 700kg, 或者 5 轴版的重量为 500kg。当然, 新型 HSC 系列机床也能实现自动化。德马吉森精机 (DMG MORI SEIKI) 为每种零部件尺寸和重量提供相匹配的自动化解决方案。

新型 HSC 系列是专为工具和模具制造、模具部件或对表面精度有最高要求的锻模件加工所开发的。使用 HSC 30 linear 和 HSC 70 linear, 能在最短时间内高精度加工医疗器械领域的骨板、植入体或汽车和航空航天工业领域的精密零部件。



装备 CELOS 的新型德马吉森精机风格设计 (DMG MORI Design)

现在, HSC 机床以全新的德马吉森精机设计 (DMG MORI Design) 展示了更多的功能性、更方便用户和更高保值性。大安全玻璃窗确保加工空间的视野, 并以此提供更好的加工流程监控。

此外, 玻璃窗可从外面拆卸, 方便维修。一项创新是防护罩的重要区域涂有一种特殊的精细结构涂层。这种长使用寿命的表面具有更高的抗划伤强度和更好的抗损坏能力。全新的德马吉森精机风格设计 (DMG MORI Design) 可选择“黑色版”或“白色版”, 不需额外费用就可增加个性化。

全新的德马吉森精机风格设计 (DMG MORI SEIKI) 的另一个亮点是, 带 21.5 英寸多点触控屏幕和无级可调显示器, 以及具有最佳工作舒适性操作台的 ERGOline。用于操作人员个性化授权的 SMARTkey, 也是创新。通过这一装置可确保对数控系统的个性化访问管理。

与德马吉森精机 (DMG MORI) 的 CELOS 相结合, 用于高速切削的 HSC 机床现今已为实现无纸生产和面向未来的工业 4.0 战略的企业间互联营造了所有前提条件。带 CELOS 和 SIEMENS 装置的新型 HSC 机床从 2014 年第 2 季度起供货。此外, 还提供带海德汉公司 TNC 640 系统或带 SIEMENS 840D solutionline 上 OPERATE 4.5 操控界面的机床。

HSC 30 linear/HSC 70 linear 的主要特点

(1) 最高长时间持续精度长时间持续精度 $< 5\mu\text{m}$, 这是通过创新的冷却系统和热对称结构实现。

(2) 最佳表面质量 $R_a < 0.15\mu\text{m}$, 这是通过对转轴、法兰和套筒冷却的 HSC 主轴实现。

(3) 标配中所有轴都配直线电机, 产品因此具有最高动态特性和精度, 还有 60 个月的质保期。

(4) 集成式 5 轴解决方案带有回转摆动工作台或数控工作台和摆动主轴。

技术数据

HSC 30 linear 型机床采用龙门结构热对称床身, 所有轴采用直线电机驱动; 创新的冷却系统提供了 $< 5\mu\text{m}$ 的最高持续精度和 $< R_a 0.15\mu\text{m}$ 的表面质量; HSC 主轴的转轴、法兰和套筒冷却系统, 可用于高达 $28000\text{r}/\text{min}$ 的转速, 或选配 $40000\text{r}/\text{min}$ 的转速; 新型统一风格设计的 HSC linear 系列, 配德马吉森精机 (DMG MORI) 的 CELOS。□

领先曲轴加工刀具技术 助力汽车工业发展

山特维克可乐满公司

【摘要】 工件形态和独特工艺所决定的大批量、高质量要求，以及特殊解决方案使曲轴加工成为汽车工业金属加工的“超级联赛”。

在内燃机中，曲轴的作用是将活塞的往复运动转化为旋转运动。这就意味着剧烈的加速和减速，并伴随高弯曲变形、高扭矩和振动冲击，导致非常高且多变的应力。

如此极端化的应力需要精心的设计和计算，选择合适的材料，以及批量加工工艺。这些应力集中于支承轴颈和平衡块幅板之间的圆角半径处以及油孔上，因此需要特别关注这些位置的加工。

当今市场要求汽车制造商供应更小的发动机，同时又需要满足更高的功率和速度要求，这进一步增加了曲轴的负荷和应力。于是，制造商不断地为这些零件寻找强度更高的材料，通常包括高合金金属。



球墨铸铁是用于较低负荷发动机（主要是汽油发动机）的标准材料，而大马力发动机（包括大多数柴油发动机）则使用较昂贵的合金钢锻件。用于曲轴的钢种一般都会经过各种热处理，如淬

火和回火。在一些特殊的高端应用区域（包括赛车），曲轴可能直接从圆钢上加工而成。

由于上述条件限制，曲轴加工成为了目前要求最严格的大批量金属切削加工工艺。曲轴生产线也成为了整个汽车制造过程中最大的硬质合金消耗者。

加工曲轴两端和轴颈的一种简单的方式是，在传统的车床或车削中心上进行车削。这显然需要从刀柄到加工轴颈表面之间有充足的空间。该方法的好处包括可以使用标准机床、刀具和刀片，以达到高灵活性和低成本。

一台专用机床具备车削和车拉能力，就可以在曲轴回转中心上对轴颈进行加工。用于粗加工和精加工的刀片可以同时安装在同一个刀盘上，一次完整的切削行程就能加工出一个特别形状。其他好处包括重复定位精度、良好的加工表面质量、较小的公差、延长刀具寿命、减少换刀次数带来的机床高利用率以及缩短加工时间等。车拉加工的缺点是专用机床和刀具的成本较高，以及需要使用大量刀片。一个更专业的车削方法是运用多齿车刀片，以实现有利于铁屑控制的降成本努力，以及不采用拉削动作。

无论采用什么方法，曲轴加工的整体目标包括铁屑控制、延长刀具寿命、缩短加工节拍和提高产品质量。

（下转第 73 页）

UR 机器人助力精密工程公司 降低成本、优化生产

丹麦 Universal Robots 公司

【摘要】 Sky Engineering 是一家总部位于新加坡的精密工程公司，曾因劳动力成本上涨和劳动力管理的复杂化而面临着巨大挑战。长期以来，该公司一直在积极努力尝试降低生产成本。如今，他们通过在数控机床中使用 Universal Robots（以下简称“UR”）机器人而成功解决了长期困扰他们的难题。由于 UR 机器人易于集成到已有生产设备中，因此现在只需要一名工作人员便可随时操控两台数控机床——这在过去是仅靠人力根本无法实现的工作。

在 Sky Engineering 公司，一位从来没有任何工业机器人相关知识和经验的高级工程师 George Kyaw 独自完成了 UR 机器人与 CNC 机床的安装、集成以及编程的工作。他表示：“生产过程中的精度和可重复性是打造高质量产品的重要因素。”

为什么使用机器人？

面对劳动力成本的不断上涨与劳动力管理的日渐复杂，Sky Engineering 公司运营经理 William Kuek 曾试图寻找工业机器人来应对这些挑战。后来，他通过新加坡经销商 Zacobria Pte 公司接触到 Universal Robots（优傲机器人），并经过 Zacobria 的演示，了解 UR 机器人技术及其独特功能。



William Kuek 决定尝试将一台 UR 机器人与 Sky Engineering 的数控机床进行集成和测试。对此他解释道：“我们的生产线每周有 6 天都在 24 小时运行。寻找合适的熟练劳动力变得越来越困难，

而且劳动力成本也在一路走高。因此，我们公司迫切地需要利用自动化来实现单调的重复性任务，从而保持较低的生产成本”。

安全且易于编程

在机器人试用的过程中，Sky Engineering 对他们的“同事”提出了几个要求：

William Kuek 指出：“新加坡高昂的房地产价格使得生产线的空间受限，因此，UR 机器人除了能够执行并重复高精度任务以外，还必须能够保证员工在与机器人和机床近距离工作时的安全，这一点至关重要。“总的来说，我们需要的是一个操作容易、编程简单、即插即用的机器人”，William Kuek 进一步解释道，Sky Engineering 公司生产线上的工作空间非常有限，而 UR 机器人独特的受力传感器检测负载系统，能够保障 Sky Engineering 的员工在与机器人近距离工作时的安全。不仅如此，员工也无需具备任何在数控机床上使用工业机器人的知识和经验。

George Kyaw 表示：“能够让员工自行操作机器人并进行编程，确实为我们节约了大量的成本。”同时，George Kyaw 强调了投资回报周期：“很显然，机器人的采购价格与投资回报期是决定我们的生产由手动转向自动化的两个最主要的考量因

素，一台安全灵活的 UR 机器人在我们这里的投资回报期仅为 15 个月。这也是我们选择 UR 机器人的原因。”



UR 机器人在数控机床上的应用

Sky Engineering 目前使用 UR5 型机器人执行数控机床的管理工作，包括在加工周期间隙清洁各个零部件和夹具。其主要任务是在数控机床完成车削工序后，自动移除数控机床夹头上的完工工件，并将其按序列置放于托盘上，完成了上述的工作任务之后，UR5 机器人会执行各种清洁任务，例如吹走残留在夹具和机床工具上的金属芯片废屑，为数控机床进行下一个周期作业做好准备。此外，UR5 也通过机器人控制箱中的输入与输出来自动控制数控机床门的开关工作。

UR 机器人进军中国中西部市场

已在世界多地及中国东部地区得到成功应用的 UR 机器人将进军中国中西部地区，助力中西部制造商简单迅速地实现自动化，应对生产难题，提高市场竞争力。Universal Robots（优傲机器人）公司携旗下 UR5 和 UR10 机器人，在 2014 年 4 月 23~26 日亮相于重庆举办的第 15 届立嘉国际机械展 N7 馆 7355 号展台，向中西部业者介绍该款创新、灵巧、操作简单的工业机器人。

优傲机器人（上海）有限公司董事会成员 Helle Priess 表示：“中西部地区正在成为中国重要的现代制造业和工业增长极，这催生了巨大的自动化需求市场，使得该地区的自动化市场份额持续上升。优傲机器人公司一直密切关注中西部地区的市场需求。”

UR 机器人简介

UR 机器人是优傲机器人公司多年深入研究机

器人的成果。该六轴机器人手臂易被从小到数控车床、大到整条汽车组装线的各个工业领域所使用。目前，UR 的产品组合包括 UR5 型机器人及 UR10 型机器人。这两款机器人各自的载重及自重分别为 5kg 与 10kg 及 18kg 与 28kg。



由于 UR 机器人具有自重小、体积小、安全性高及编程容易等特性，因此该机器人可以被自由地移动或被安装在生产设施的不同部位。其中 UR 机器人的一个独一无二的特性是在操作使用时无需安全围栏，因为当受到大于或等于 150 牛顿的外力时，机器人手臂就会自动停止运动。



UR 机器人直观的图形用户界面（GUI）帮助用户仅需使用半个小时来安装与编程后即可投入使用。用户无需接受专业的编程训练，在为 UR 机器人编程时，可以通过直接握住并拖拽机器人手臂来示范其运动路径。

UR 机器人的被称为 Polyscope 的图形用户界面是使用的 Linux 操作系统平台。该操作系统平台的 Polyscope 编程开发设施，使机器人在完成各种定制的具体任务及使用不同的工具时更加容易。

UR 机器人也配备了数字与模拟输入与输出端口和以太网接口用来连接与外部设备，以及其他比如 PLC 或 SCADA 系统等控制系统。

相对于其他更庞大、更昂贵的机器人，UR 机器人的能耗极低，而且噪声非常小。□

用于复杂、难加工材料的电化学加工 (ECM) 技术

德国埃马克公司

在全球经济高速发展的今天，对于航空制造业、汽车制造业以及其他众多工业领域来说，拥有最先进的技术便拥有了话语权。快速、便捷、安全、环保以及舒适的背后是对核心产品技术高效、精密、低成本更高的要求。正如，为满足高速、低油耗的市场需求，那些组成飞机和汽车发动机的各零部件，不仅要选择具备高承受能力的特殊材料，其形状构造也越来越复杂，这就对生产这些零部件的加工工艺提出了要求。埃马克领先于世界的电化学加工 (ECM) 技术，不仅可完全替代切削技术，还可弥补传统工艺中的一系列不足，高效、精密的同时，更为用户节约大量成本，成为航空和汽车发动机生产创新过程中不可或缺的一部分。

埃马克旗下的 ECM 电化学金属加工有限公司进一步对该技术进行改进和优化，研发出更为精密可靠的精密电解加工技术 (PECM) (“P”代表“精密”)。埃马克在电解加工的基础上独立研发的精密电解加工技术 (PECM)，不仅可以满足越来越小的零件加工需求，而且其加工精度也更高，同时也使产品表面光洁度更趋完美。PECM 技术的关键在于如何减少电解液流过的工件和刀具 (阴极) 的加工间隙，以及如何提高电解液的充分交换。为了在非常小的加工间隙下保证刀具运动时电流的畅通，埃马克采用了可自由设置的脉冲电流，通过叠加的电极的机械振荡以尽量提高电解质的交换率和再生率，从而有效保证了电解过程的高效和高精密度。

高精、高效、高质和低成本

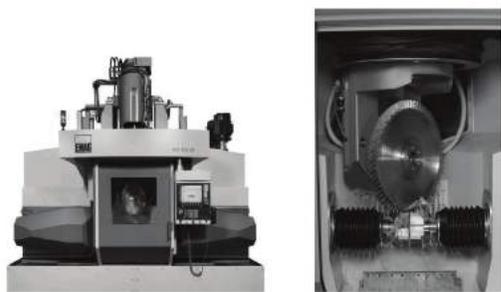
ECM 技术的优势在于可以在非接触式、不受

热效应影响的情况下进行加工，且加工过程柔和，不会对工件产生具有负面影响的机械作用力和热应力，不会改变工件表面的组织结构，也不会影响材料的原始特性。而且采用 ECM 和 PECM 技术对加工的工具 (电极) 理论上没有磨损，重复定位精度非常高，表面光洁度达到最佳 (可达 $R_a = 0.05 \mu\text{m}$)，不会形成毛刺。

和传统的加工工艺相比，ECM 加工技术更经济高效。采用传统的加工工艺，其加工部件都需要进行二次去毛刺的过程 (机械法或高压水清洗法)，无形中增加了时间和运营成本，而 ECM 技术则无需后续加工，从而极大地降低了生产成本。同时，ECM 技术加工过程中，夹具可同时夹紧几个工件并列加工，节拍时间更可根据产能需求随时设计，且工件材料的硬度对进刀速率不产生任何影响，其最短节拍时间可以根据客户需求量身订制，让生产更便捷高效。

飞机发动机“整体叶盘”加工示例

整体叶盘是先进航空发动机设计中一种典型的整体结构部件，其材料多选用先进的复合高温镍基合金材料，传统的加工工艺很难应对这种叶型复杂、精度高、受切削力后变形大的零部件。因此，寻找更优质、高效、高精以及低成本的加工方式成为各国航空制造企业的目标。ECM 加工技术作为实现高温合金整体叶盘加工的重要途径，现已成为各主要航空发动机公司极力研发的重点技术。埃马克电化学加工机床有限公司凭借其在该领域内的多项专利技术，成为世界上首家为航空发动机提供 ECM 电解机床加工整体叶盘的欧洲设备厂商。



(1) 埃马克 PO 900 BF 型号 机床正在进行整体叶盘加工
(2) PO 900 BF 加工区, 采用精密电化学加工 (PECM) 技术进行整体叶盘的加工
图 1

整体叶盘进行全套加工时, 一般分两步: 第一步用电解法 (ECM) 进行多轴同动粗套料加工, 第二步用精密成型电解法 (PECM) 进行多轴同动精加工。埃马克独有的模块化机床设计可完全根据用户的具体情况和需求提供独立或全套的机床设备, 为用户进行最佳匹配的电解加工解决方案, 帮助用户实现利益最大化。正如, 埃马克最新开发的 PO 900 BF 多轴联动高频窄脉冲精密电解加工中心及全套交钥匙解决方案——从整体叶盘毛坯的初成型叶片套料加工 (大量去除材料, 初步实现叶片扭曲角度以及叶片轮廓成型套料毛坯) 直到最终叶片型面成型完整的工艺链交钥匙解决方案。其最终叶片型面轮廓精度 $\leq 0.06\text{mm}$, 高温合金材料表面光洁度 $R_a \leq 0.2\mu\text{m}$ 。

汽车发动机“涡轮增压器”加工示例

作为汽车提高发动机功率和减少废气排放的重要部件, 涡轮增压器不仅满足了环保的要求, 而且还能更好地满足用户需求, 保证足够的驾驶乐趣。现在国内越来越多的汽车配备有涡轮增压器, 而且随着市场的需求, 涡轮增压器体积变的越来越小、转速却越来越高、空气压力比也更优。为此, 其零部件多会采用高强度的镍铬合金材料制成, 传统的切削工艺已无法完成涡轮增



图 2 适用于高难度二维和三维结构工件的模块化、可扩展加工概念的 PECM 数控精密电解加工机床

压器核心部件, 如涡轮和涡轮叶片的高效批量生产, 而埃马克的 ECM 和 PECM 加工技术却可以轻松胜任。

即使尺寸再小的涡轮增压器零部件, 埃马克专家都完全可以提供一整套 ECM 生产解决方案, 而不受尺寸限制。相关的电脉冲与机械振动复合加工技术和专利电源技术正是为实现这一目标而研发出来的, 通过埃马克的模块化数控多轴联动电解加工机床以及先进的 ECM 工艺技术, 用户可以在极短的加工周期内高效、精准地完成各种难加工的体积小且结构复杂的零部件。如, 埃马克 PT 400 多轴联动电解机床设备可完全取代铣削及电火花加工工艺, 且无毛刺, 国内高温合金材料表面光洁度可高达 $R_a 0.3\mu\text{m}$ (依材料而言), 为汽车制造行业的快速发展奠定了技术基础。

模块化设计 满足未来发展

ECM 加工技术配合埃马克的模块化概念来配置每台机床, 不仅可以单独进行特定的生产任务, 而且还可在进行批量或复杂的加工生产时, 根据客户需求将每台机床进行互联, 达到高度集成化的生产加工要求。可以说, 先进的 ECM 技术结合灵活的模块化设计以及配合各类技术创新, 如高级矿物机床底座、智能软硬件接口以及简单自动化解决方案等, 不仅解决了生产复杂零部件这一大难题, 更让用户真正体验到什么是完美高效的生产模式。

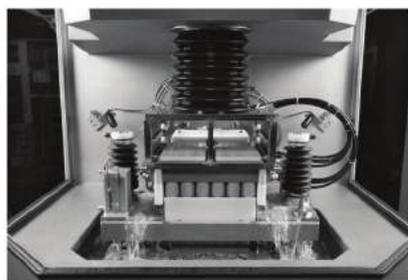


图 3 喷射喷嘴加工过程中 PT 400 的加工区域, 30 个工件同时加工

先进的 ECM/PECM 技术和模块化设备, 可以为航空制造业、汽车制造业以及其他工业领域的用户提供量身定制全套的 ECM/PECM 交钥匙解决方案, 可实现复杂工件的量产化, 完美的表面光洁度、极低的工具磨损率以及高效低成本的加工。□

兼顾高度灵活性和高生产效率的 齿轮制造

Christer Richt Aaron Habeck

铣削齿轮的方法既要先进，还要简单，它需要提供高度的灵活性，并同时要实现高的生产效率。在齿轮制造中既需要高效率，又需要生产的通用性时，Invomilling 是改变局面的最新技术。

这就要看一家齿轮制造公司如何定位自己，很多齿轮都是根据客户的具体要求而生产的，客户可要求只加工一个有特定要求的齿轮，或一批齿轮，也可要求提供一套传动解决方案。最经常处理的是小批量生产，即加工 1~100 个零件，但是也有全年生产几千个齿轮的订单。按照行业规范，一些产品（特别是牵涉到用于汽车齿轮箱的零件）都需要准时交货。

到目前为止，我们的主要目标是为各种行业的应用场合提供订制的、独特的齿轮制造刀具。利用反向工程能力，可以精确地确定磨损了的未知齿轮是怎样设计的，然后快速地制造出来。灵活性是我们商业理念的一部分。

但是，生产中的通用性一直很难与高生产效率结合起来。必要的灵活性则意味着每次加工不同齿轮都需要使用新刀具，并且每次都需要根据新齿轮对齿轮加工机床进行编程。

获得齿轮加工的灵活性的一个新的途径，是基于多轴车-铣机床的创新铣削方法：即 InvoMilling 加工方法。这是一种由山特维克可乐满开发的工序系列，在与 Mori Seiki 等众多公司的合作中正在投入应用。Mori Seiki 公司需要一种替换当前市场上主要应用的，专门化的、相对慢的、柔性的齿轮制造工艺的方法。这种创新的多轴解决方案是基于先进的、但操作简单的切削策略。该策略是在标准的多功能机床上，利用现成的加工直齿轮

和斜齿轮的切削刀具直接加工，而不是采用滚齿的方法。

如图 1 所示，InvoMilling 是齿轮加工领域的一项创新，这种多轴解决方案在于复杂而又简洁的切削策略，通常在标准的多功能机床上采用现成的切削刀具进行加工。其目标是高度灵活的直齿轮和斜齿轮的中小批量生产。

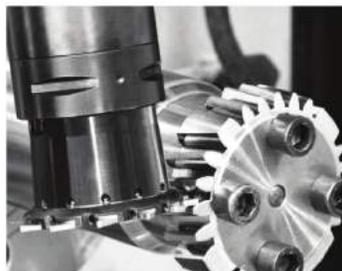


图 1

新的 InvoMilling 多轴加工方法是通过使用标准的盘形铣刀和标准的专用面铣刀，制造直齿轮和斜齿轮的柔性生产的方法。通过 X 轴与 B 轴或者 Y 轴与 B 轴联动，切削刀具就能沿着渐开线路径进行加工。

如图 2 所示，InvoMilling 方法将槽铣和车铣工序组合到一起。采用相同的刀具能够加工任意螺旋角的齿轮，包括渐开线和非渐开线轮廓。具体的切削次数取决于齿轮尺寸和所使用刀具的尺寸。

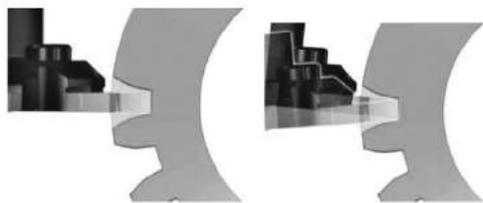


图 2

因此，齿型变化应与刀具路径（而不是刀具形状）相一致。所以，就这个用途而言，车-铣型机床是理想的机床。

在 DMG Mori Seiki NT 型机床上就可以采用新方法。这种多轴铣车中心能够同时进行铣削和车削。柔性的 B 轴的旋转范围为 $\pm 120^\circ$ ，由于采用直接驱动电机，所以获得了高速度和高精度，分度能力为 0.0001° ，它已经证明能显著地缩短加工时间，特别是在同时使用 5 轴加工加工复杂零件时。滚齿是在机床上执行的一种工序，以及与传动箱有关的一些其它类型的零件有关的工序。但是，当生产许多不同类型和小批量齿轮时，滚齿并不是最佳解决方案。

当今，如果一个加工车间正在或打算投资购买数控机床，那么 InvoMilling 软件是一种很方便的选择方案。车-铣机床可以用于直接加工齿轮。我们为各种模数范围提供了齿轮加工套件，每个套件内都有用于几个模数的三把刀具。有了这些套件，就可以很容易生产很大范围的齿轮，因而获得了极大的灵活性，能满足特别严格的质量标准要求。

如图 3 所示，加工外直齿轮的齿槽时，首先应沿工件的轴方向铣削槽。为了进行随后的切削，齿轮需稍微旋转，与刀具的同步径向插铣相互协调。其结果是通过车铣获得渐开线曲线形状。



图 3

InvoMilling 方法将槽铣和车铣工序组合到一起。采用相同的刀具能够加工任意螺旋角的齿轮，包括渐开线和非渐开线轮廓。具体的切削次数取决于齿轮尺寸和所使用刀具的尺寸。InvoMilling 法可以发挥现代机床控制和数控机床的高精度的作用，以及切削刀具的精度作用，从而可以加工精磨削所需的精密齿轮以及半成品齿轮。应用最新开发的刀片材质还可应用更高的切削参数，从而获得最佳效率。

InvoMilling 方法可以使用如图 4 所示的专用的铣刀 CoroMill 161 和 CoroMill 162（涵盖模数范围 2~12）铣削直齿轮和斜齿轮。通过 X 轴与 B 轴或者 Y 轴与 B 轴联动，切削刀具就能沿着渐开线路径进行加工。因此，齿型变化应与刀具路径（而不是刀具形状）相一致。



(a) CoroMill 161 (b) CoroMill 162

图 4

采用这种方法，还可对轮齿外径倒角，以及在齿根加工不同的凸角、齿廓和半径。每次切削作用的切屑横截面小，没有所说的侧压力，因而，可将振动倾向降低到最低程度。

例如，加工外直齿轮的齿槽时，首先应沿工件的轴方向铣削槽。为了进行随后的切削，齿轮需稍微旋转，与刀具的同步径向插铣相互协调。其结果是通过车铣获得渐开线曲线形状。对于较大的模数，可能需要更多次的切削。对于较宽的齿轮，刀具是在轴向方向偏置的，重复切削步骤。

由于每个 InvoMilling 刀具覆盖了几个模数尺寸，所以，在小到中批量生产中，InvoMilling 法降低了加工成本，例如模数 2~4 可以使用相同的刀具进行加工，模数 2~12 则可使用三种刀具。迄今，采用 InvoMilling 法铣出的最大齿轮模数是 18，直径为 800mm，这对齿轮加工缩短交货期、降低成本具有明显优势。

现代可转位刀片技术使新方法获得了成功。采用 InvoMilling 法，齿轮齿的质量可到达 DIN 3962 6 级或以上。此外，在有足够刚性的机床上，正确应用刀具，可以达到比 $R_a = 3\mu\text{m}$ 更好的表面粗糙度。采用精确的刀具路径和精密刀具的 InvoMilling 法可以生产出很有竞争力的高质量齿轮。依靠这种方法，可以生成各种齿轮磨削余量。这种方法的低切削力可以使切削时运用更高的切削参数，并同时保证小公差所需的精确齿廓。这些优点与这

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	三菱电机有限公司	广告号码 464
Nanjing Technical Equipment Manufacture Co., Ltd.	front Cover	Mitsubishi electric Co., Ltd.	P16
约翰内斯·海德汉博士(中国)有限公司	广告号码 41	涌镇液压机械(上海)有限公司	广告号码 486
Heidenhain	inside front cover	Yongzhen Hydraulic Machinery (Shanghai) Co., Ltd.	P17
重庆机床(集团)有限责任公司	广告号码 128	河北博纳机床附件制造有限公司	广告号码 46
Chongqing Machine Tool (Group) Co., Ltd.	inside back cover	Hebei Bona Machine Tool Accessories Manufacturing Co., Ltd.	P18
第14届中国国际机床展览会(CIMT2015)	广告号码 20	保定向阳航空精密机械有限公司	广告号码 34
The 14th China International machine Tool Show	back cover	Baoding Xiangyang Avitation Precision Machinery Co., Ltd.	P19
哈斯自动数控机械(上海)有限公司	广告号码 119	北京凯恩帝数控技术有限责任公司	广告号码 138
HAAS Automation Asia Co., Ltd.	P1	Beijing KND CNC Technique Co., Ltd.	P20
沈阳机床(集团)有限责任公司	广告号码 36	第25届台北国际机床展	广告号码 207
Shenyang Machine Tool (Group) Co. Ltd.	P2	TIMTOS Exhibition	P21
海克斯康测量技术(青岛)有限公司	广告号码 101	四川长征机床集团有限公司	广告号码 337
Hexagon Metrology - Brown & Sharpe Qingdao, China	P3	Sichuang Changzheng Machine Tool Group Co., Ltd.	P22
德马吉/森精机公司	广告号码 113	哈尔滨量具刃具集团有限责任公司	广告号码 27
DMG Mori Co.	P4/P5	Harbin Measuring & Cutting Tool Group Co., Ltd.	P23
郑州市钻石精密制造有限公司	广告号码 486	济南二机床集团有限公司	广告号码 100
Zhengzhou Diamond Precision Manufacturing Co., Ltd.	P6	Jinan No. 2 Machine Tool Group Co., Ltd.	P25
北京北一机床股份有限公司	广告号码 47	上银科技有限公司	广告号码 398
Beijing Nol Machine Tool Co., Ltd.	P7	Hiwin Technologies Corp.	P26
健椿工业股份有限公司	广告号码 459	天津第一机床总厂	广告号码 88
KENTURN NANO. TEC. Co., Ltd.	P8	Tianjin No. 1 Machine Tool Works	P27
江苏新瑞重工科技有限公司	广告号码 264	北京阿奇夏米尔技术服务有限责任公司	广告号码 24
Jiangsu Shinri heavy Industry Science & Techology Co., Ltd.	P9	Agie Charmilles	P29
山特维克可乐满切削刀具(上海)有限公司	广告号码 488	2015 米兰欧洲机床展	广告号码 332
Sandvik Coromant Co., Ltd.	P10	EMO Milano 2015	P105
斯维福特南通精密机械有限公司	广告号码 10	品牌整版 + WMEM	广告号码 29
Swift Nantong Precision Machinery Co., Ltd.	P11	China Famous Brands of Machine Tools & Tools	P106
武汉华中数控股份有限公司	广告号码 90	品牌整版	
Wuhan Huazhong Numerical Control Co., Ltd.	P12	上海华谊精细化工销售有限公司 + 品牌	广告号码 322
马波斯(上海)商贸有限公司	广告号码 414	Shanghai Huayi Fine Chemicals Co., Ltd.	P107
MARPOSSP11	P13	深圳市南护群山胶木有限责任公司	广告号码 422
北京凯奇数控设备成套有限公司	广告号码 460	NANHUQUNSHAN	P108
Beijing CATCH CNC Equipment Co., Ltd.	P14		
洛阳鸿元轴承科技有限公司	广告号码 28		
Luoyang Hongyuan Bearing Technology Co., Ltd.	P15		

种齿轮加工方法的灵活性相结合,就是所涉及的制造方法获得成功的因素。

所讨论的铣削刀具使用的标准的硬质合金刀片在机床外很容易转动一个位置,也很容易保存在刀盒内。加工模数为4~10的,齿数小于30的齿轮的InvoMilling周期时间可以与使用高速钢的单滚齿相比。由于许多工序可以纳入到多任务中,齿轮可以在一次机床装夹内完成加工,其结果是缩短了交货时间和更换产品时间,从而具有可在

生产过程中临时插入产品优势,有利于单件、小和中等批量齿轮的柔性生产。

因此,即使制造齿轮本身的周期时间长于使用滚齿的时间,但缩短了总体制造时间。最后,由于无需等待制造专用刀具的时间,仅作一次新的装夹就可以开始生产了。通过推出InvoMilling,山特维克可乐满进行了技术升级,采用标准用途机床制造出高质量齿轮,显著地降低了加工成本,提高了灵活性,并大大缩短了交货时间。□

CimatronE 在夹具设计中的应用

一、夹具设计的概念

1. 夹具设计

(1) 夹具 (Fixture Jig) 的定义: 一般而言, 凡是在机械制造过程中, 使任何加工程序能加速、方便辅助装置工具, 均可称为夹具 (Fixture)。广义的夹具可包括机器夹具、冲压夹具、热处理夹具、焊接夹具、装配夹具等。

(2) 夹具又分工装夹具、检测夹具两种, 前者用于机械加工、焊接加工、装配等工艺, 便于加工、满足精度的需求而设计的一种工装夹具; 后者为检测使用, 因为有些机械尺寸不便于测量, 因其形状复杂, 我们只好设计专门的检测块或者检测用的针对某一种产品而设计检具。

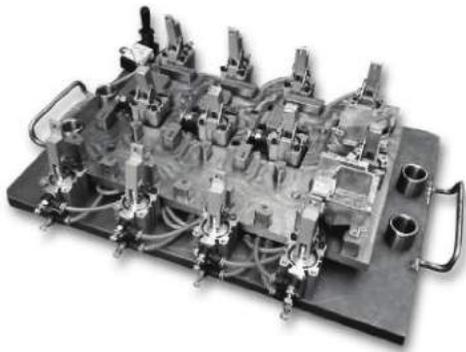


图1 夹具

2. 夹具主要特点

(1) 设计多样性: 由于对产品处理工艺多样化, 如机加工、表面喷涂、检测、胶合等工艺处理, 因为需要的夹具种类相对繁多, 零配件复杂多样化。

(2) 仿形设计: 和型腔模具不同, 夹具仅用于夹持和固定产品, 所以其主要零件跟产品造型相似, 有仿形也有避让。

3. 夹具设计对软件的要求

- (1) 方便快捷的设计处理能力。
- (2) 快速的仿形避让处理。
- (3) 丰富的零配件库和自定义标准件和非标准件的能力。
- (4) 高效处理设计变更的能力。

二、传统夹具设计制造流程

1. 传统夹具设计制造流程

产品数据→生成3视图→在2D环境下绘制避让区域导入3D软件→创建支撑块主体→创建避让槽→完成支撑块设计→导入CAM软件编程。

2. 传统夹具设计制造流程分析

从上述流程图, 我们可以清晰地看到传统夹具设计制造的整个流程, 在这个过程中我们可以看到使用到的软件就涉及多款软件, 所以对工程师的要求和能力培养成本就很高, 并且多款软件之间的数据传输转换可能会造成一定的数据丢失和损坏, 以致最终的制造不合格; 另外, 在2D软件中绘制的避让区域图导入3D软件后, 在2D图中创建的那些避让区辅助图如果保存着肯定会增加材料管理工作量, 从而不便于管理。

三、CimatronE 夹具全3D设计制造流程

1. CimatronE 夹具全3D设计制造流程

以下我们通过一个案例来介绍 CimatronE 全3D 夹具设计。

(1) 在准备做支撑块设计之前, 先根据产品处理工艺的不同需求, 可在 CimatronE 软件中设计好相应的夹具架结构, 并且可以将这些夹具架客自化成公司的标准件进行使用, 这样可以极大地节省夹具设计的时间。

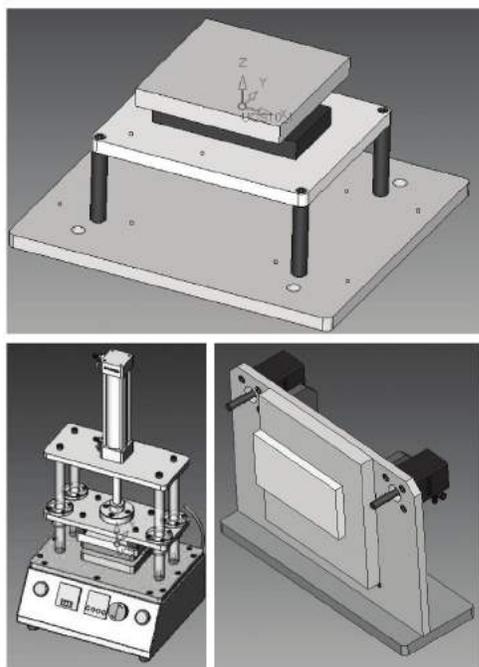


图2 CimatronE 设计夹具架

(2) 根据不同产品处理工艺, 调用现成合适的夹具架结构 (本案例调用上升式夹具架结构)。

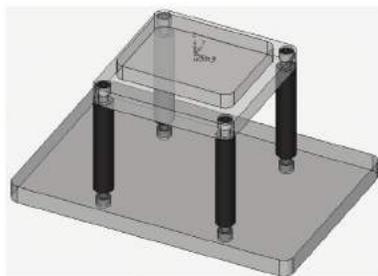


图3 调入夹具架

(3) 调入需要做支撑块设计的产品至合适的位置。

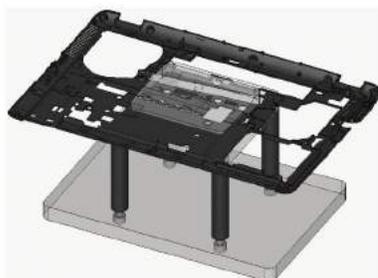


图4 调入产品图

(4) 由于针对的产品大小形状都不统一, 所以加载产品以后需要根据不同的产品尺寸再调整整套夹具架的相关尺寸, 在 CimatronE 软件中采用

专业的装配尺寸对话框, 可以在三维状态下调整合适的结构尺寸。

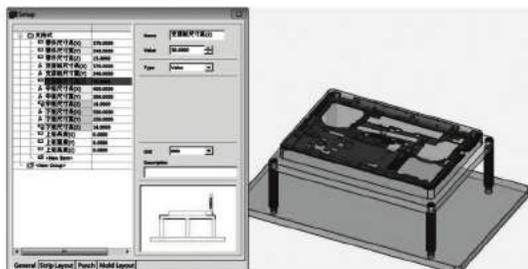


图5 调整整套夹具架尺寸

(5) 支撑块的设计。在传统夹具设计过程中支撑块采用的是压板和支撑块在一起进行设计, 当进行支撑块设计的时候不方便观察上压板是否干涉支撑块的相关位置, 同理做压板设计的时候也不方便观察支撑块是否干涉。为了避免此问题在 CimatronE 全 3D 夹具设计中出现, 我们推荐采用快速分模将产品快速的分出上下两个部分, 分别进行上压板和支撑块的设计, 这样就可以分别隐藏上下面进行压板和支撑块的设计。

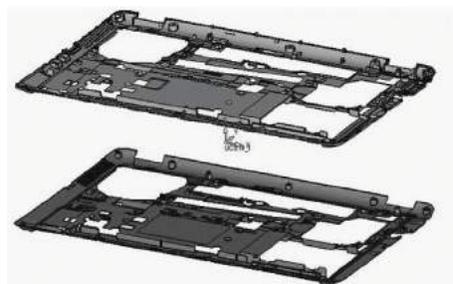


图6 分出上下面

(6) 在创建支撑块主体之前先创建让位槽, 传统创建让位区域采用在 2D 环境下手动绘制草图。在 2D 环境下创建让位区域对设计师的经验要求非常高, 且出错率较高, 当导入 3D 软件中设计好支撑块主体以后再需要修改让位区域就非常麻烦, 因为尺寸参数不能关联。CimatronE 全 3D 设计采用的是利用让位标准件和随形线框功能, 并且参数可以相互关联便于后期的修改。

(7) 创建支撑块主体, 结合 CimatronE 全 3D 造型设计以及仿形切割实体功能, 快速创建支撑块主体。

(8) 在完成让位槽和支撑块主体设计之后, 就需要添加相应的组件完成整套夹具的设计, 像

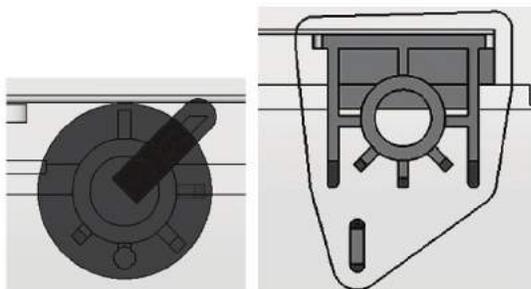


图7 设计让位

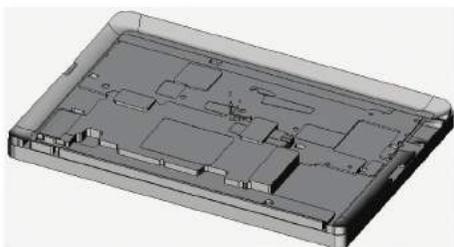


图8 设计支撑块

汽缸、电子眼、五通、加热棒、轴承套等均可在 CimatronE 软件中定义为标准件或非标件，然后在夹具装配设计的时候只需要加载即可。



图9 自定义标准件

另外，CimatronE 软件自带多达 30 多种标准件，通用的螺栓螺帽均可直接调取使用。

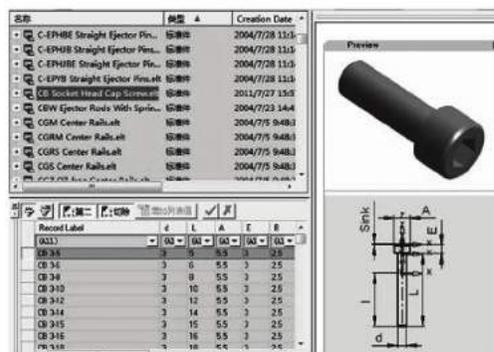


图10 调入自带标准件

(9) 所需要的标准件、客自化件、支撑块主体、压板等部件都设计完成并组装完整以后，为

了保证每个装配件之间不发生干涉，CimatronE 软件支持每个部件之间的干涉检查分析，可以快速直观地看到每个部件之间的干涉且可以显示局部细节情况。找到干涉区域，并可快速的修改。

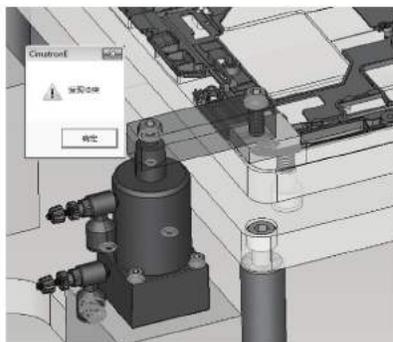


图11 干涉检查分析

(10) 在完成以上的所有操作流程并完成夹具设计，后续出现产品的数据设变的时候，CimatronE 全 3D 设计模式采用专业的设变处理功能，减少因为传统 3D 软件全参数设计的参数关联导致变更的时候每个部件之间关联性的变化，而 CimatronE 软件采用的是全参和无参相结合的设计模式，可方便快捷地做到数据的设计变更。

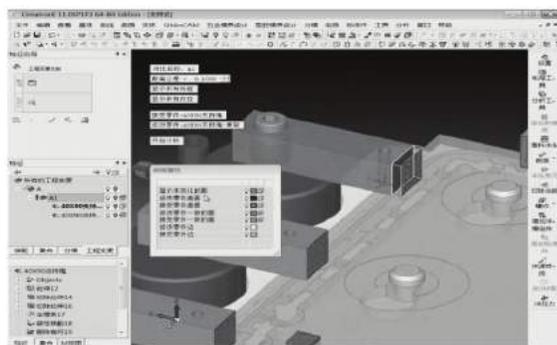


图12 设计变更

(11) 完成整套夹具设计。

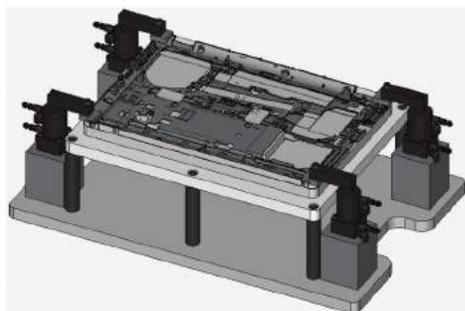


图13 整套夹具装配

四、CAM 制造

为了使得企业在夹具设计制造的过程中实现由设计到加工的一体化操作，CimatronE 软件可以在夹具设计完成后，将相应的各个零配件一键切换到 NC 模式下进行编程，相同软件之间的操作可以极大地减少数据转换造成的数据错误。

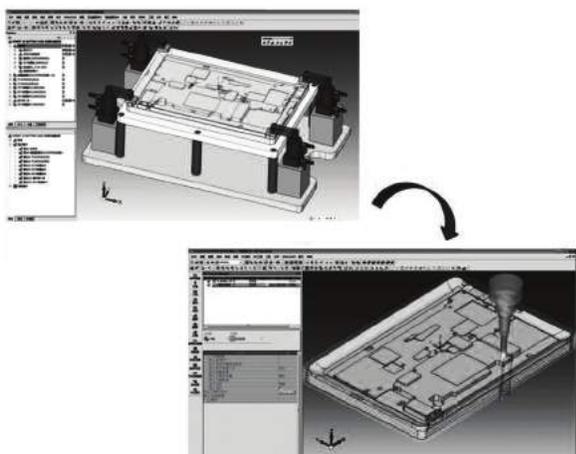


图 14 CAD - CAM 转换

五、小结

传统上要完成一整套夹具设计需要涉及多款软件，首先对产品数据本身的多次转换势必会造成部分数据错误，其次，涉及到多款软件也会造成企业人力资源成本的提升。CimatronE 提出采用全 3D 夹具设计，将冗繁的 2D 的工作整合到全 3D 模式下，这样极大地减少了因数据转换造成的数据错误，且 CimatronE 是一款 CAD/CAM 一体化的软件，在 CimatronE 完成夹具设计以后可直接切换到 CAM 模式下进行各个配件的加工制造。

CimatronE 自带各种型号的标准件多达 30 多种，客户完全可以根据自己的设计需求直接调取即可，同时 CimatronE 提供了客自化标准件的设计功能，使客户在处理客自化零配件的时候得心应手。CimatronE 采用全参数设计和无参数设计相结合的模式，使得我们在进行夹具装配设计的时候，可以快速地进行重新布局和定位，全参数设计也可以使得我们在进行设计变更的时候，保证整体结构的变更一致性。□



(上接第 62 页)

曲轴通常由几台专用机床组成的生产线进行大批量生产。但是，单件加工的方式也可用在一些特殊的交钥匙项目中，例如赛车发动机曲轴和船用柴油机曲轴。



外部和内部铣削则代表了另一种方法，特别是连杆颈加工。如果平衡块有大余量需要去除，那么装配带刀片的刀块的铣刀盘是极具吸引力的选择。对于这些应用，山特维克可乐满有超过 40 年的经验。油孔钻削和铣削加工是曲轴生产中硬质合金消耗量最大的工序。

在曲轴油孔中，通常孔深是直径的 20 倍，因此这是非常困难的加工任务。使用最多的工具包括枪钻以及采用油雾润滑的硬质合金麻花钻。高质量精加工也必不可少，因为钻孔周围有可能形成应力集中。

曲轴应用中心——德国杜塞尔多夫的曲轴能力中心全球解决方案经理 Stefan Knecht 表示：“虽然全世界有好几百家切削刀具制造商，但是只有 6 家有能为曲轴加工提供刀具，而真正推动该领域技术发展的公司甚至更少。山特维克可乐满就是这极少数中的一个。”

该能力中心与世界各地的原始设备制造商及机床制造商合作，项目遍布大约 20 个国家。新兴市场在这一行业的规模正在扩大，尤其是在中国，该中心最近在那里开设了新的分支机构。

曲轴加工是汽车制造中要求最严苛的领域之一。所有加工方法的关键要求都是相同的，包括铁屑控制、延长刀具寿命、缩短加工节拍，以及提高产品质量。□

小型钻攻中心技术特点及应用

沈阳机床股份有限公司 OEM 事业部 奚春雷

【摘要】 本文针对目前国内外具有代表性的小型钻攻中心产品的技术特点和应用前景进行分析。预测在未来机床行业发展中，高速、高效、高精的小型钻攻中心将在 3C 行业、模具行业的应用中占重要地位。

目前，高速加工及绿色制造等先进制造理念越来越多的在机床设备中得以实现，使得小型钻攻中心的应用范围越来越广。目前国内外钻攻中心生产商主要有沈阳机床、大连机床、日本 Fanuc、台湾 Feeler、北一机床、北京机电院、台湾 LiTZ、日本 FANUC、Brother、德国 DMG/MORI SEIKI 等。

小型钻攻中心主要用于 3C 行业、模具行业和其它要求高效、高精加工的行业。它可以用于加工板类、壳体件、模具等精度高、工序多、形状复杂的零件，可在一次装夹中连续完成多种工序的精确加工，加工实现程序化，缩短了生产周期，高速、高效，可以使用户获得良好的经济效益。

一、几款钻攻中心产品

下面对国内使用较广的几款钻攻中心进行介绍。

1. 沈阳机床股份有限公司的 TC500R

该产品可进行钻孔、攻丝和铣削等加工，也可进行连续平滑的曲线加工，具有高速度、高精度和高效率特点。机床的主要结构特点是：

(1) 机床总体布局为立式框架结构，立柱固定在床身上。床身、滑座、工作台、立柱、主轴箱均采用高强度铸铁（树脂砂工艺铸造）。主轴箱沿立柱上下移动为 Z 轴；滑鞍在床身上前后移动为 Y 轴；工作台在滑鞍上左右移动为 X 轴。机床采用半封闭防护间。

(2) X、Y、Z 轴导轨副采用进口滚动直线导

轨，动静摩擦力小，灵敏度高，高速振动小，低速无爬行，定位精度高，伺服驱动性能优，提高机床的精度和精度稳定性。导轨采用高速低噪声设计，通过滚子保持器使滚子之间的相互摩擦消失。X、Y、Z 轴伺服电机经弹性联轴节与高精度滚珠丝杠直联，减少中间环节，实现无间隙传动，进给灵活，定位准确，传动精度高。

(3) 主轴组采用台湾专业厂家生产，具有高精度、高刚性。轴承采用 P4 级主轴专用轴承，整套主轴在恒温条件下组装完成后，均通过电脑平衡校正及跑合测试，使得整套主轴的使用寿命长，可靠性高。主轴在其转速范围内可实现无级调速，保证主轴松夹刀安全、可靠，主轴配有无触点开关反馈，对刀具夹紧、松开自动检测。直联高速机械主轴最高可达 20000r/min，刚性攻丝 8000r/min。刚性联轴器，最大加速度可达 1g，最大快移可达 48m/min。

(4) 刀库为转塔式，安装在主轴箱前面上，由变频器控制刀库电机，可改变刀盘旋转速度，刀库的计数和到位信号由无触点开关输入数控系统，控制刀库换刀，以保证每个刀位位置正确，换刀正确，换刀时间可达到 1.8s。



图1 TC500R 外观图

该机床主要适用于 3C 产品、小型模具、汽车零部件等的高速、高效加工。

2. 大连机床集团的 TD 系列钻铣加工中心

TD 系列钻铣加工中心是为满足高效生产要求所专门设计的小型立式加工中心，兼有高速钻、攻加工，高速、精确的轮廓加工，以及小型精密模具加工等特点。主轴采用直联结构，最高转速可达 24000r/min，刀库为转塔式安装在主轴箱前面，由变频器控制刀库电机，可以改变刀盘旋转速度，刀库的计数和到位信号由无触点开关输入数控系统，控制刀库换刀，以保证每个刀位位置正确，保证换刀正确，换刀时间可达 1.2s，X、Y、Z 轴导轨副采用进口滚动直线导轨，动静摩擦力小，灵敏度高，高速振动小，低速无爬行，定位精度高，伺服驱动性能优，提高机床的精度和精度稳定性，三轴快移速度可达 60m/min。该产品具有高速、高精、高效的特点，是 3C 行业（通讯、PC 机、手机）、精密成型零件、医疗仿生零件、小型模具，以及小型汽车零部件加工的首选机型。



图 2 TD500 外观图

3. 北京机电院的 BVD 系列钻削立式加工中心

该机床整体结构为床身式，立柱固定不动，立柱采用人字形结构，保证了立柱结构刚度和结合刚度，X/Y 进给机构采用十字滑台机构。产品的主要特点是：

(1) 创新机型，刀库采用飞碟式伺服刀库，具有 4 大优点：①增大 Z 轴行程；②刀库体积小，可安装更多的刀具；③主轴箱尺寸加大，大大提高了主轴的系统刚性；④换刀快，换刀时间可达 1.4s。

(2) 各直线运动轴采用直线导轨，并采用精

密滚珠丝杠及伺服电机驱动，快速移动速度，X、Y 轴可达到 48m/min，Z 轴可达到 60m/min。

(3) 主电机与主轴之间采用直联主轴，主轴最高转速可达 12000r/min。

(4) 机床的三轴丝杠副和导轨副均采用稀油润滑，并配置油水分离装置，使润滑油和冷却液自动回收并分离，既可防止冷却液与润滑油混合而恶化变质，影响加工质量，又可防止污染环境。

该系列产品可广泛应用于汽车零部件、IT 行业、精密零件加工业、小型精密模具、军工、航空航天等行业高速、高精、高效产品的加工。



图 3 BVD600 外观图

4. 美国哈斯的 DT-1 小型高速镗铣加工中心

全新 DT-1 是一款拥有铣削功能的小型高速镗铣加工中心。它拥有 508mm × 406mm × 394mm 的加工空间和 660mm × 381mm 的 T 型槽工作台，占地面积小。11.2kW 的大功率 BT30 锥度的同轴直驱主轴，转速可达到 12000r/min，其中刚性攻丝最大速度可达到 5000r/min。刀库采用高速侧挂式刀库，能快速换刀，换刀时间为 0.8s。三轴的快移速度可达 61m/min，同时较高的加/减速度使加工周期更短、效率更高。



图 4 DT-1 外观图

该系列产品可广泛应用于汽车零部件、IT 行业、精密零件加工业、小型精密模具等行业的高速、高精、高效产品的加工，由于其速度快，稳定性高，预计在未来市场中前景将更加广阔。

5. 台湾友嘉集团的 TV-510 钻牙攻牙中心机

TV-510 立式加工中心是一款拥有多项创新设计的钻孔攻牙中心机，以其独特的高效率深获客户青睐。其机械主结构采用高级铸铁，并具有比较好的刚性，吸震能力比较强。操作箱可作 160° 回转，提高工件安置的便利性。三轴全配置高精度线性导轨，快速进给速度高达 60m/min。立柱使用 A 字型结构，同时搭配稳重的底座，使得整机稳定性较高。主轴标准配置 10000r/min，皮带连接。回转式气压回路板，方便操作者检查回路，并且使机器清洁或维护保养方便。前置式刀库，换刀时间为 2.4s。

该系列产品可广泛应用于汽车零部件、IT 行业、精密零件加工业、小型精密模具等行业。



图 5 TV-510 外观图

6. 台湾丽驰生产的 TV500

TV-500 立式加工中心是一款改进后的高速钻孔攻牙机，以其独特的高效率深获客户青睐。其机械主结构采用高品质的米汉纳铸铁，组织稳定。三轴采用线轨支撑，可支撑重负荷，快速移动，速度可达到 60m/min。三轴加速度均大于 1G，从静止加速到 60m/min 只需 0.21s。底座宽实，立柱为箱型结构体，滑座结构坚实，可承受加工时的重负荷。大倾斜角泄水道，迅速冲刷切削，避免堆积于机床内部，可提高排屑效果，且加快切削液的回流速度。



图 6 TV500 外观图

主轴最高转速 12000r/min，可选择最高转速 24000r/min，可大大提高加工效率。刀库采用独特的刀具交换装置设计，先进的凸轮式驱动机构能够保证高精度旋转，提高刀库换刀的稳定性。

该系列产品可广泛应用于汽车零部件、IT 行业、精密零件加工业、小型精密模具行业等。

7. 德国 DMG/MORI SEIKI

德国 DMG/MORI SEIKI 的 MILLTAP 700 钻铣加工中心换刀时间 0.9s，快移速度 60m/min，占地面积小于 4m²，最佳铣削加工能力，诠释了高动态性能生产的全新标准。配备安川机器人及小型立体仓库，形成柔性制造单元。MILLTAP700 钻铣加工中心亮点：0.9s 的换刀时间；屑到屑换刀时间不足 1.5s；占地面积小 1650mm×2340mm；刚性好，精度高，铸铁床身；接近性能好，适合自动化和装夹。



二、展望

通过对知名企业的小型钻攻中心技术特点的对比分析，我们发现它们的结构均为立式框架结构，但刀库的结构上大都有所创新，多采用前置式的砖塔刀库；三轴快速移动速度普遍为 60m/min，可以提高效率；精简换刀零件的结构并采用伺服电机驱动刀盘转动，这样可以提高刀库的稳定性。

预计在未来机床行业发展中，这种小型、高速、高效、高精的小型钻攻中心会在 3C、模具等行业越来越受到客户的青睐。□

中达数控系统在数控转塔冲床上的应用

中达电通股份有限公司 罗 鹏

一、转塔冲床介绍及分类

数控转塔冲床 (NCT) 集机、电、液、气于一体,是在板材上进行冲孔加工、浅拉深成型的压力加工设备。

数控转塔冲床 (NCT) 由电脑控制系统、机械或液动力系统、伺服送料机构、模具库、模具选择系统、外围编程系统等组成。

数控转塔冲床 (NCT) 是通过编程软件 (或手工) 编制的加工程序,由伺服送料机构将板料送至需加工的位置,同时由模具选择系统选择模具库中相应的模具,液动力系统按程序进行冲压,自动完成工件的加工。

冲床:按滑块驱动力可分为机械式与液压式两种,故冲床依其使用之驱动力不同而分为:①机械式冲床;②液压式冲床。

数控转塔冲床结构示意图如图 1 所示。

数控转塔冲床伺服轴包括: X 轴,将工件沿垂直于床身长度方向移动的伺服驱动轴; Y 轴,将工件沿垂直于床身长度方向移动的伺服驱动轴; A 轴,旋转转塔型刀具库选择模具的旋转轴; C 轴,模具自动分度的旋转轴,可以任意角度旋转模具 (选配)。

二、冲床工作原理

冲床设计原理是将圆周运动转换为直线运动,

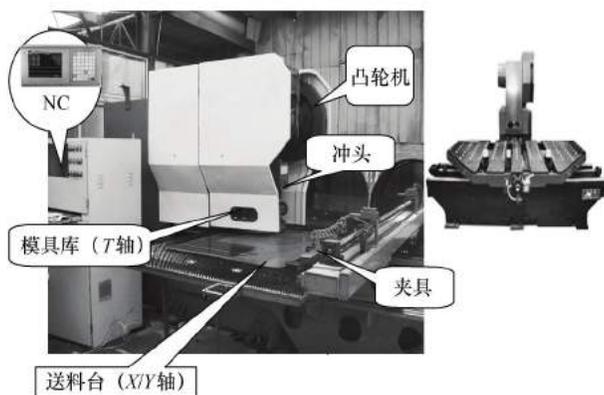


图 1

由主电动机出力,带动飞轮,经离合器带动齿轮、曲轴 (或偏心齿轮)、连杆等运转,来达成滑块的直线运动,从主电动机到连杆的运动为圆周运动。连杆和滑块之间需有圆周运动和直线运动的转接点。其设计上大致有两种机构,一种为球型,一种为销型 (圆柱型),经由这个机构将圆周运动转换成滑块的直线运动。

冲床对材料施以压力,使其塑性变形,而得到所要求的形状与精度,因此必须配合一组模具 (分上模与下模),将材料置于其间,由机器施加压力,使其变形,加工时施加于材料之力所造成之反作用力,由冲床机械本体所吸收。

H4/H5CP/H6C 系列通用系统规格如附表所示:

具体型号	PUTNC-H5CP	PUTNC-H6C
显示器规格	8"彩色	8"/10.4"彩色
伺服控制方式	脉冲命令控制	脉冲命令控/模拟量电压控制
PLC、LCD 规划	在标准通用 PLC 和 LCD 规划基础上,完全开放给用户编辑	
控制伺服轴数量	最大 5 轴 最大 6 轴	
加减速形式	直线/S 可选	

(续)

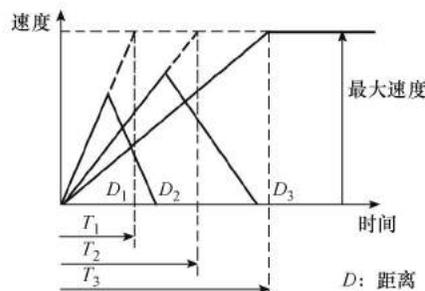
D/A 输出	2	2
A/D 输入	2	2
MPG 手轮接口	有	有
通讯口	RS232, 支持 DNC 在线加工功能/H6 带 USB	
I/O	24/16	24/16
扩展 I/O	可选件 56/64	可选件 56/64
主仆模式	支持该功能, 但需要用户配合 PLC 编辑来自行规划	
被动编码器反馈	—	
示教功能	—	
G 代码 M 代码	支持一般 G 代码指令 MACRO 宏指令。M 代码配合 PLC 可由用户自行规划	
程序存储容量	1000 组, 512K byte, 电池数据保持	
λ 注释	1. 订货时, 请您先根据机械实际控制伺服轴数量来确定控制器的具体型号。 2. 通用型系统的某些功能, 需要机械制造商自行规划才能够实现。具体应用请咨询我们!	

三、高可靠 CNC 的特点

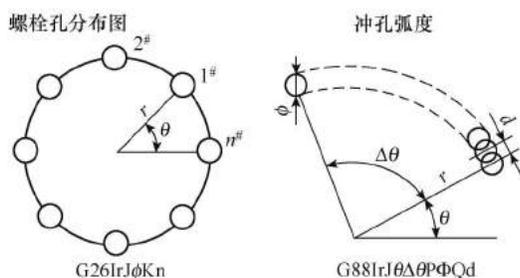
- (1) 开放 LCD 界面规划, 满足机械制造商的客制化需求。
- (2) 高清晰 LCD 液晶显示, 界面更友好。
- (3) 输出脉冲频率 (模拟量输出时接收脉冲频率) 可达 1000Kpps。
- (4) 全闭环控制架构, 控制精度更高 (H6)。
- (5) 具有丰富的冲模位置补偿功能。
- (6) 具有机械背隙补偿和丝杆螺距误差补偿功能。
- (7) 独特的程序手轮测试功能, 防撞机, 操作更安全。
- (8) 具有程序模拟、单节、跳段以及程序再启动功能, 功能更强大。
- (9) 具有加工路径演示及预览模拟功能。
- (10) 支持国际标准 G 代码、T 代码, 更提供多种固定冲孔循环、复式循环以及 MACRO 宏指令编程。
- (11) 程序存储容量 512 K byte, NC 程序组别高达 1000 组, 可选配 USB 接口 (H6 标配 USB)。
- (12) 提供 RS232C 标准接口, 可连接个人电脑 (PC) 轻松实现程序传输, 更支持 DNC 在线加工。
- (13) 中文操作介面, 使用更方便, 操作更灵活。

四、独特的冲床控制功能

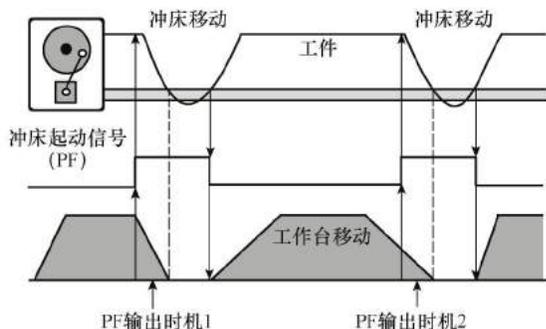
- (1) 最佳减速控制: 可以根据定位距离, 切换快速移动速度、时间常数、位置环路增益, 由此而实现高速的定位和高度的命中率。



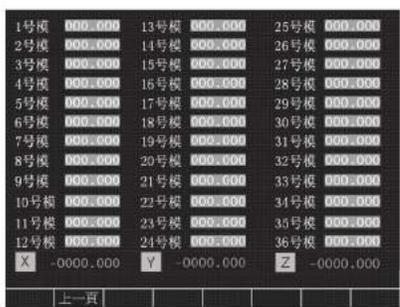
- (2) 模式功能: 可以通过单个程序块的指令, 在给定模式的多个位置进行冲孔, 备有便于编程的 8 种模式指令。



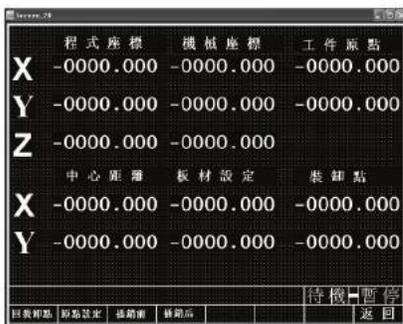
- (3) 最佳的冲床控制功能: 可以根据定位距离调整冲床起动信号 (PF) 的输出时机, 实现最佳的冲床控制。



(4) 冲模位置设定。



(5) 加工坐标设定。



(6) 伺服的选型。根据机械大小，三轴伺服配置：送料轴 X/Y 为 1.5kW 伺服 ASDA-A1521-AB；T 轴为 2.0kW 伺服 ASDA-A2023-AB。

(7) 伺服增益调整简介。

根据现场情况不同可以选择自动增益调整和手动增益调整两种方式。

自动增益调整相关参数（详细资料请参考《ASDA-AB 应用技术手册》）：

P2-32：增益调整方式

0：手动模式

2/4：自动模式（持续调整）

3/5：半自动模式（非持续调整）

P2-31：自动模式刚性及频宽设定

使用自动增益调整方式时将 P2-32 设定为 2，再根据实际需要设定 P2-31 的大小，频宽越高伺服响应性越好。但频宽太高会引发机台共振，自动

增益调整模式下所有增益相关参数都会自动设定。

使用手动增益调整方式时将 P2-32 设定为 0，P0-02 设定为 14 让驱动器面板显示驱动器侦测到的负载惯量比。操作伺服电机以 200r/min 以上的速度让机台往复动作，往复动作行程越长越好，多次操作后驱动器面板上显示的数值趋于稳定，将此时的数值填入软件中“惯量比”的位置，填入“频宽”40，点击“计算增益”软件会计算出理论上最佳的一组增益参数，然后点击向右的箭头下载到伺服驱动器里。根据需要慢慢加大频宽，频宽和惯量比的乘积越大越容易引发共振，发生共振时参考共振抑制调整。



自动增益调整使用方便但不一定适用于所有场合，手动增益调整可根据不同情况单独调整个别参数。手动调整增益时，减小 P2-02 位置前馈增益可以降低机台换向时的振动，加大 P2-06 速度回路积分增益，可以改善摩擦力大的场合低速时的平稳度。

五、总结

目前，市场上的数控冲床控制系统价格便宜但不够稳定。国外数控系统稳定，但价格非常高，而中达数控系统的既具有很高的应用价值，又具有很高的实际价值，从而有着非常高的市场竞争优势。总结其在转塔冲床上的应用，具有以下明显优点：

- (1) 高清液晶 LCD 彩屏显示、方便的人机交互界面，操作简单。
- (2) 系统结构简单、安装方便。
- (3) 高精度高速度、抗强干扰能力。
- (4) 功能强大、稳定可靠、功能完善等特点。□

高精度刀盘类零件的加工与研究

沈阳第一机床厂 李 林 盛 鑫

【摘要】 刀盘类零件，是保证数控车铣复合加工中心精度的重要零件之一。刀盘连接镗刀夹或车刀夹等，是夹持机床刀具的重要部分，通过刀盘的旋转来更换已经预先设置好的刀具，有利于编程加工。刀盘的精度的好坏，直接影响到刀具的中心是否与机床主轴中心重合，直接影响到加工精度。本文具体地介绍了我们公司利用现有设备条件对刀盘类零件的各项加工难点及其解决的工艺方案。

当前，随着国内外机床行业的发展和进步，对机床产品的需求不断扩大。这也促进了各企业对于产品的质量、产品的成本更加重视，以赢得更多的市场份额。为了适应市场，提高国产数控机床竞争力，我们公司决定对以前外协的零件，尽量由现有设备来加工完成，一方面可以节约外协费用，降低成本，另一方面也可以实时监控每个零件的加工周期、控制质量等，更便于控制整个成品的出厂时间，进一步可以精确地完成每个订单任务，为广大客户提供更好的服务。

本文根据刀盘类零件的结构特点以及公司现有设备的资源，充分分析了刀盘类零件的几个加工技术难题，并对这几个难题，我们利用有限的资源与设备完成了这类零件的加工。

一、刀盘类零件的各项精度要求

1. 所要达到的技术要求

刀盘类零件，分为六工位、八工位、十二工位等类型，但是外形基本上都是如图1所示。刀盘类零件的精度要求，同轴精度及各项形位公差要求均在0.01mm以内。

二、加工工艺方案

根据我公司现有的设备资源，采用了理论和实践相结合的工艺技术，并采取新的工艺手

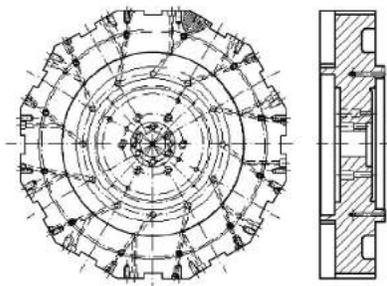


图 1

段和措施，以确保刀盘的各项技术指标达到设计要求。

经过各方面多次方案讨论，最终确定的加工方案为：钻序→卧车→划线→卧镗→立铣→调质→数控车→卧车（精车序）→立式加工中心→卧式加工中心→导轨磨→钻序→坐标镗→钳序。

三、关键技术难点的解决

由于此类型零件未在我单位加工过，主要因为工件大、各项形位精度高难于加工。针对这种情况我们专门成立了攻坚小组，把它作为工艺课题加以研究。刀盘中心各孔要求同轴度0.01mm，刀盘阶梯孔的内端面与刀盘两端面不在同一平面上，但形位公差-平行度要求0.01mm，两端面并与孔中心垂直0.01mm，与刀盘各端面要求平面度0.01并与刀盘孔中心一致。在反复的从理论到实

践，再从实践到理论的一次次不断改进中，最终得出上述加工工艺方案。

1. 保证高精度刀盘中心孔同轴加工方式选择的研究

刀盘中心各孔的同轴度，直接影响到刀盘的重复定位精度，这个精度的好坏，直接影响到刀具的中心保持与主轴中心一致。上述加工方案中，调质之前的工序为粗加工，在数控车序，我们对刀盘两端面，以及刀盘中心各孔进行半精加工，由后面的卧车序进行精加工。刀盘中心孔要求同轴度在 0.01mm，刀盘阶梯孔的内端面与刀盘两端面平行 0.01mm，两端面平行 0.01mm 且与孔中心垂直 0.01mm，我们选择使用高精度卧车 S1 - MAZAK 来完成精加工任务。S1 - MAZAK 是我厂从日本进口的高精度车床，在一次装卡下，每项加工精度保证在 0.005mm 以内。本序精加工刀盘中心各孔至尺寸，精车刀盘右端面至尺寸。我们这样安排，是考虑到在一次装卡中，完成以上的精加工任务，这样可以更好地完成以上技术要求。

2. 保证高精度刀盘两端面平行及刀盘中心各孔与两端面的垂直

在装配过程中，刀盘阶梯孔的内端面与端面齿盘把合，刀盘阶梯孔的内端面与刀盘两端面平行，刀盘中心各孔与两端面的垂直，关系到刀盘旋转过程中，两端面齿盘咬合情况，直接影响到两端面齿盘的使用寿命。刀盘要求两端面平行 0.01mm 并与孔中心垂直 0.01mm，在半精车和精车序中，左端面由数控车序加工，给磨序留量 0.2mm，右端面是在精车序时，加工至尺寸。所以我们要求，在精车序中，在精车刀盘各孔的同时，保证阶梯孔的内端面与刀盘右端面平行 0.005mm 以内，保证刀盘中心各孔与刀盘右端面垂直 0.005mm 以内。这要求比本身刀盘精度要高，是因为我们在后面精加工序中，只要保证加工精度在 0.005mm 以内，就可以达到要求的加工精度，这对于精加工机床来说，并不是很困难的事情。这样我们就可以保证，在后面的精加工序中，我们仍能达到零件的技术要求。又由于刀盘两端面通常是要求粗糙度在 $R_a = 0.8\mu\text{m}$ ，所以我们采用导轨磨来完成刀盘两端面的精加工任务。这样就要

求，以精车序加工成型的刀盘右端面为基准，找正在 0.005mm 以内，精磨刀盘左端面，可以保证刀盘两端面平行在 0.01mm 以内。并且同时保证，刀盘中心各孔与刀盘左端面垂直在 0.01mm 以内。

3. 保证高精度刀盘中心与刀盘各外端面的一致性

刀盘中心与刀盘各外端面的一致性，是整个刀盘精度中的重中之重，刀盘端面上把合镗刀夹等，来夹持刀具。端面对中心的一致情况，关系到刀盘每个工位旋转之后，刀具的中心是否能与主轴中心重合，直接影响加工精度。

在精车序之后，我们安排了立式加工中心及卧式加工中心两序，来完成刀盘各外型面的半精加工和刀盘上各螺纹底孔、沉孔及油孔的加工。由于刀盘类零件在卧式坐标镗序中找正工件很困难，除找正刀盘中心孔外，很难找正刀盘的水平位置。所以我们设计了在通过刀盘中心的水平线上，在尽量远的距离上，且不妨碍刀盘其他孔系的情况下，在同一圆周上，由立式加工中心序中加工两个 $\phi 10H7$ 工艺孔。这样在卧式坐标镗序中，在两个 $\phi 10H7$ 上插上锥销，然后找正两锥销，来确定刀盘的水平位置。

我们依然在精车序中，以精加工的刀盘右端面作为基准，使用工艺基准与设计基准重合，来保证刀盘后续加工的精度。

图 2、图 3 为刀盘零件在卧式坐标镗序中现场加工的图片，我们使用卧式坐标镗机床本身自带的高精度分度盘来对刀盘各外端面进行精加工。为此我们为本序精加工设计了工装夹具。图 3 中，在刀盘零件左侧与分度盘之间的，就是我们设计出的工装夹具。通过不断的对刀盘类零件的接触过程中，我们发现其存在一定的共同点。并针对这些共同点，设计出了这个综合型的刀盘夹具。



图 2

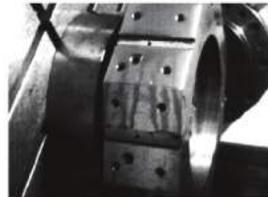


图 3

这个卡具适用与各种类型的刀盘类零件。我们采用设计基准与工艺基准重合的原则，对刀盘卡具进行设计。采用一个基准面和一个基准孔作为定位原则。

首先我们将通过分度盘中心孔大小，及刀盘卡具（见图4）的中心孔，设计出连接两者的芯轴（见图5）。用芯轴来保证刀盘卡具的中心位置与分度盘的中心重合，再通过刀盘卡具外围的各沉孔，将刀盘卡具固定在分度盘上。

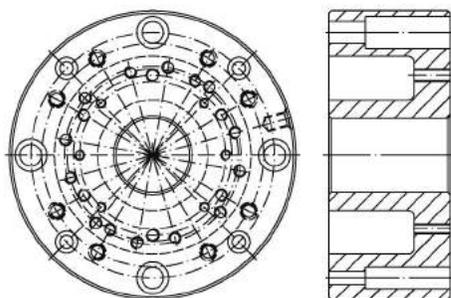


图 4

之后，我们利用不同刀盘零件上的各沉孔的大小及分布位置，总结出刀盘零件的共性，设计出如图4所示的刀盘卡具。卡具中，不同圆周上的螺纹孔，与各种不同刀盘零件中间的沉孔相对应。

我们设计了刀盘中心与卡具中心连接的芯轴，其外形与图5相同，区别在于，这个芯轴一头与卡具的中心孔相配合，另外一头，根据不同的刀盘类零件的中心孔大小的不同，制作了多种芯轴，来保证刀盘零件与卡具的连接，以及刀盘的中心与分度盘中心重合。我们使用定位芯轴，来限制工件的五个自由度，再通过定位一个面，即可完成对零件的定位。所以利用刀盘零件上的沉孔，与卡具上对应位置上的螺纹孔，通过螺钉将刀盘固定在卡具上。

这样就确保了刀盘零件，在最后精加工时，能稳定在分度盘上，并且保证刀盘中心与分度盘中心基本重合，为最后精加工刀盘中心与刀盘各外端面的一致性0.01mm做保证。

找正刀盘零件中心孔以及 $2-\phi 10H7$ 工艺孔，在0.005mm以内，通过高精度分度盘，由卧式坐

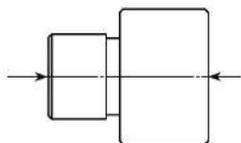


图 5

标镗对刀盘零件各外端面及端面上各槽进行精加工，来达到盘中心与刀盘各外端面的一致性0.01mm的要求。

四、结束语

上述所谈的是高精度刀盘类零件的加工方案，突破加工局限，创新加工方法，利用现有设备资源，来完成加工任务，使之适合类似刀盘零件的批量生产。

自主创新能力的提高是企业提高市场竞争力的支撑，所以高精度刀盘类零件的自制加工，是全面降低机床成本这战役的前序，是提高我厂加工能力以及机床质量的开始。□

参考文献：

- [1] 《机械制造工艺学》
- [2] 《金属切学原理及刀具设计》
- [3] 《通用可调机床卡具》

预计 2014 年更多外国企业投资德国 中国国际投资贸易洽谈会

2014年9月4日，据德国联邦外贸与投资署统计，今年上半年由该署提供咨询并已注册的外国直接投资项目共有56个，其中中国项目数最多，名列第一。预计2014年在德国的外国直接投资项目数会超过去年。在2014年9月8日在厦门举行的中国国际投资贸易洽谈会中，德国联邦外贸与投资署联合德各联邦州共同举办了“中德经济合作论坛”，向中国投资者介绍，如何利用此契机，在德国投资获利。

“德国稳定的政治和经济基础、杰出的物流设施以及优秀的研发条件吸引中国企业。通过投资德国，中国公司可以提升自己的品牌和国际形象，完成自我的产业升级。”韩佩德，德国联邦外贸与投资署驻北京代表说道。

今年6月安永公司的报告也显示，德国是欧洲最具吸引力的投资地，世界排名上升两位，名列全球第四。

德国联邦外贸与投资署是德国联邦政府对外贸易和对内引资的机构。该机构为进入德国市场的外国公司提供咨询和支持，并协助在德成立的企业进入外国市场。

联系人：德国联邦外贸与投资署

Andreas Bilfinger

电话：+49 30 2000 99173

电邮：Andreas.Bilfinger@gtai.com

螺旋诱导轮五轴联动数控加工研究

武汉理工大学 曾 强 张志森 肖辉进

【摘要】 螺旋诱导轮叶片型面复杂，加工难度大。本文从诱导轮的结构、加工工艺、路轨规划及仿真加工等方面研究了诱导轮五轴联动数控加工。

一、引言

螺旋诱导轮是一种结构复杂的流体装置，具有良好的抗腐蚀和汽蚀性，广泛应用于航天、机械、航空、化工等行业的透平机械中。螺旋诱导轮是轮毂与叶片一起整体加工成型的，轮毂为回转体，叶片为雕塑曲面，在叶片与轮毂之间还存在着圆角过渡曲面。

传统的螺旋诱导轮生产一般采用铸造成型后修光的方法，但是随着设计理论的发展，螺旋诱导轮工作面形状日趋复杂，模具制造的难度比较大，其工艺过程复杂，制造成本高，叶片精度难以保证，而且叶片的表面光洁度差，容易造成应力集中，诱导轮的动平衡性能差。

现代的整体式诱导轮的加工是指轮廓和叶片在同一毛坯体上进行的整体加工，而不采用铸造成型或叶片加工成形后焊接在轮廓上的工艺方法，所以在加工中有很大的难度，被公认为机械加工的难点。五坐标联动机床功能强大、加工效率高、质量好，受到制造业内人士的青睐。

二、螺旋诱导轮的分析

1. 图样分析

图1所示为某化工设备用两叶变螺距诱导轮，材料00Cr17Ni14Mo2奥氏体不锈钢，工作转速12000r/min，总长128.5mm；轮毂呈锥形，轮缘直径 $\phi 85$ mm；相邻叶片最小间距22.975mm，叶片最

薄处1.5mm，最厚处3mm，流道最深处达34.68mm。

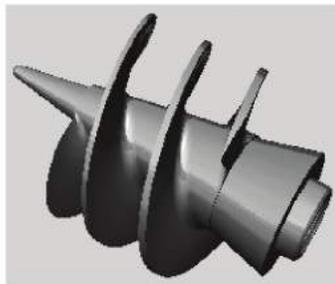


图1 两叶螺旋诱导轮

2. 诱导轮加工难点

为满足要求，诱导轮采用了大扭角、根部变圆角等结构，这给诱导轮的加工提出了更高的要求，诱导轮加工难度如下：

(1) 诱导轮加工槽道变窄，而叶片相对较长，相对刚度低，是一种典型的薄壁类零件，加工过程中易发生变形，使得整体叶轮加工难度增加。

(2) 在叶片距最窄处叶片深度34.68mm，相邻叶片最小间距22.975mm，在小刀径情况下，刀具刚性差，容易断。

(3) 工件材料切削性能极差，制造精度要求较高，几何结构复杂，易产生干涉、碰撞，加工轨迹规划约束条件多，既要提高生产效率，保证叶片表面质量，还要满足其几何形状准确性的要求，那么良好的切削环境，合理的刀具及切削用量，流道及叶片加工策略，刀具路径规划是必须解决的技术关键。

3. 材料的影响

螺旋诱导轮材料化学成分和力学性能分别如表1、表2所示,00Cr17Ni14Mo2 不锈钢中的 Cr 和 Ni 使钢在常温下呈奥氏体状态,不但有较高的抗腐蚀和点蚀能力,而且其塑性和韧性也较高。切削过程中塑性变形大(伸长率超过40%),强化系数很大,变形时,晶体间剪切滑移,晶格严重扭曲、拉长、纤维化以及破碎;加工硬化严重(硬化层的强度 σ_b 达1470~1960MPa,而且随 σ_b 的提

高,屈服极限 σ_s 升高;硬化层的深度达切削深度的1/3或更大;硬化层的硬度比原来的提高1.4~2.2倍);切削抗力大;切削产生的热量多,导热系数低,散热环境差,致使切削温度高;切削时,带状切屑连绵不断,卷屑、断屑困难;积屑瘤现象严重;刀具易磨损;线膨胀系数大,容易产生热变形,尺寸精度较难控制。切削性能仅为同等条件下45钢的40%左右^[1-4]。

表1 00Cr17Ni14Mo2 不锈钢的化学成分^[1]

牌号	化学成分(质量分数,%)								
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	其他
00Cr17Ni14Mo2	≤0.03	≤1	≤2	≤0.035	≤0.030	12~15	16~18	2~3	—

表2 00Cr17Ni14Mo2 不锈钢的力学性能^[2]

牌号	热处理	力学性能				
		抗拉强度	屈服强度	伸长率	断面收缩率	硬度
00Cr17Ni14Mo2	固溶1010~1150℃快冷	≥480MPa	≥177MPa	≥40%	$\psi \geq 60\%$	≤187HBW

三、螺旋诱导轮加工工艺流程

根据材料的切削性能、诱导轮的结构特点,以及车间的实际情况,诱导轮流道、叶片及过渡面的数控加工选择在由德国产的五轴联动机床DMU100 monoBLOCK上进行。该机床配Heidenhain iTNC530系统,主轴最高转速可达12000r/min,在

加工过程中采用高转速、大进给、小吃深的高速铣削的方式加工,并设定合理的切削步距和行距,以保证诱导轮流道、叶片及过渡面的表面质量,这种方案使得切削力小,切削轻快,叶片变形小,能有效地避免积屑瘤的形成,大大减轻了加工硬化现象。刀具参数及切削用量如表3所示。

采用的加工工艺流程如表4所示。

表3 刀具及切削用量

编号	类型	直径/mm	刀长/mm	刃长/mm	刃数	吃刀深度/mm	每齿进给量/mm	切削速度/ $m \cdot \min^{-1}$	用途
T1	立铣刀	φ12	70	25	3	0.2	0.04	150	流道粗加工
T2	球头刀	φ8	60	20	3	0.2	0.035	150	叶片粗加工
T3	球头刀	φ6	60	18	4	0.1	0.03	200	流道及叶片精加工
T4	球头刀	φ4	51	14	4	0.1	0.025	200	清根

表4 螺旋诱导轮加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	下料	00Cr17Ni14Mo2 奥氏体不锈钢圆棒料切断	带锯
2	数控车	轮毂及螺纹孔粗、精加工	数控车床
3	数控铣	流道、叶片及过渡面粗、精加工	DMU100 加工中心
4	抛光	流道、叶片及过渡面光整加工	抛光机

四、流道、叶片及过渡曲面 CAM

1. 流道加工轨迹规划

流道粗、精加工采用可变轴轮廓铣的方式进行，选取流道面为驱动面，干涉检查面选择叶片面，采用刀轴插补（Interpolated Tool Axis）的方式来控制刀轴的变化，诱导轮叶片扭角较大，刀具要在通道内合理摆动，又要尽可能地接近两侧的叶片面而又不切轮毂，采用通常的刀轴驱动方法难以实现。刀轴插补功能就是通过在指定点定义矢量去控制指定点的刀轴，在叶片面与轮毂的交线上定义一系列的矢量来控制刀轴。轮毂面上其余刀具位置点的刀轴矢量由 U 、 V 双向线性插值或样条插值获得，如图 2 所示。这样，刀轴能很好地按照加工的需要而得到控制，而又在不过切的情况下，最大限度地减少叶片面与轮毂之间的残留区域，如图 3 所示。

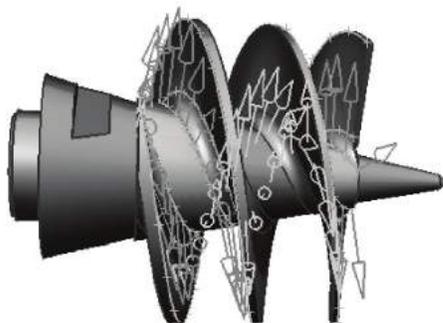


图 2 驱动面和刀轴插补

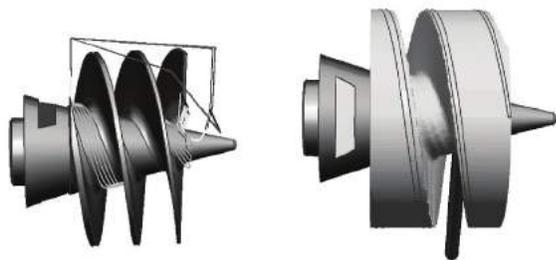


图 3 流道粗加工刀轨及其可视化仿真

2. 叶片加工轨迹规划

根据诱导轮叶片面的几何特征，叶片面的粗、精加工均也采用可变轴轮廓铣的方式进行，选取叶片面为切削区域，同时，选择的驱动面为叶片面，干涉检查面则为流道面、相邻叶片面和轮毂面，单向“Zig”形驱动，刀轴矢量相对于驱动面

控制，如图 4 所示。

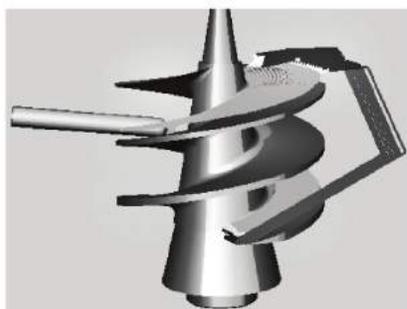


图 4 叶片粗精加工刀轨

3. 过渡曲面清根加工轨迹规划

诱导轮数控加工的最后一步是过渡曲面的清根，选择过渡曲面为驱动面，流道面、相邻叶片面和轮毂面作为干涉检查面，采用相对于驱动面的方式来控制刀轴，并要选择合理的引导角、倾斜角及进、退刀方式，以便能有效避免过切和干涉碰撞，如图 5 所示。



图 5 过渡曲面精加工刀轨

五、仿真验证和试切加工

诱导轮编程是一个复杂的过程，在数控程序编制好之后，应通过 Vericut 仿真软件对数控程序进行反复仿真验证及优化，检查过切、欠切等问题，并及时修改。诱导轮仿真加工如图 6 所示。

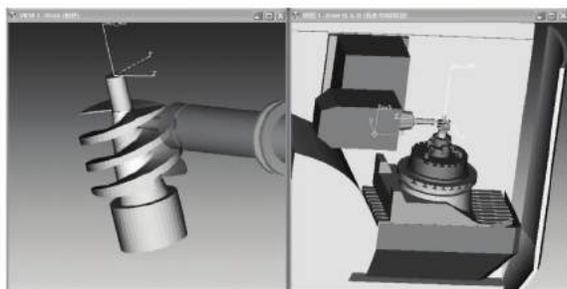


图 6 诱导轮仿真加工

(下转第 94 页)

筋板布局对立柱动态特性的影响分析

沈阳机床（集团）设计研究院车床所 宋 威

【摘要】 立柱是立式机床的主要基础部件之一，不但支撑和连接机床的各个部件，而且需要承受来自切削力等各种载荷的作用，所以立柱的动态性能对机床的加工精度有着非常大的影响。本文对几种筋板布局的立柱进行有限元模态分析，并对这几种筋板布局的性能进行分析。

立柱是立式机床主要的结构部件，它的动态特性很大程度上也决定了整个机床的动态特性。各种筋板布局对立柱的抗弯、抗扭特性的影响程度都不相同。为了提高立柱的动态性能，对不同筋板布局形式的立柱进行动态特性分析，考察筋板布置对立柱动态特性的影响，实现立柱结构的优化设计。

1. 有限元分析模型

首先用 Pro/E 建立立柱的三维模型，并且按照以下原则进行简化：

(1) 简化非承载构件和功能件，对仅为满足使用上或者结构上的要求而设置的构件，比如轴承座、吊孔或者走线孔等，由于这些构件对立柱结构内力分布和变形的影响较小，可以在建三维模型时省略。

(2) 在不影响整体结构的前提下对截面的形状进行适当的简化。

(3) 为了提高计算速度，部分圆弧过渡简化为直角过渡；工艺上的倒角和拔模斜度等都进行省略。

(4) 尽可能地在截面形状特性等效的基础上简化一些结构上的孔、台肩、凹槽等，并忽略对截面特性影响不大的特征。

根据简化原则建立的立柱总体结构尺寸比例为：长×宽×高 = 670mm×700mm×1850mm。受力情况：底面进行全约束。规定垂直于导轨平面

的方向为纵向，平行于导轨平面的方向为横向。采用的筋板典型布局形式有几种，分别为：横向筋、竖向筋、井形筋、X形筋、米形筋、阶梯形筋和蜂窝筋。

经过有限元软件 ANSYS 对三维模型进行网格划分，模型结果为 364525 节点、253322 个四面体单元。计算前三阶模态振型，对不同筋板结构的立柱进行纵向弯曲、横向弯曲和扭转三个方面的分析，以立柱的固有频率、模态相对位移量和立柱的重量为比较参数。立柱的三维模型及相应的有限元分析模型如图 1 所示。

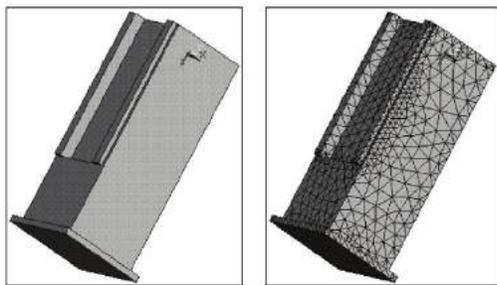


图 1 三维实体和有限元分析模型

2. 分析结果

(1) 通过有限元模态分析，计算横向筋立柱前三阶模态及振型，结果如图 2 ~ 图 5 所示，其中 1 阶模态为 116.6Hz，立柱纵向弯曲；2 阶模态为 139.4Hz，立柱横向弯曲；3 阶模态为 143.6Hz，立柱扭转。

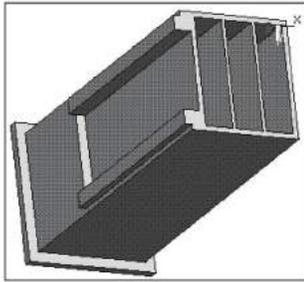


图2 三维模型

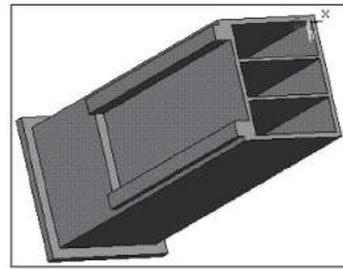


图6 三维模型

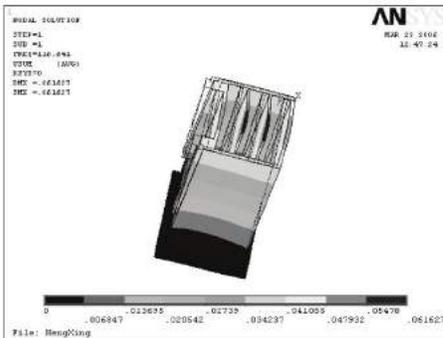


图3 纵向弯曲

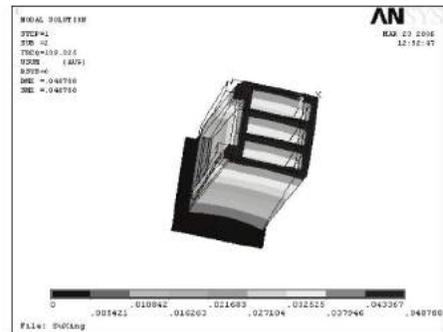


图7 纵向弯曲

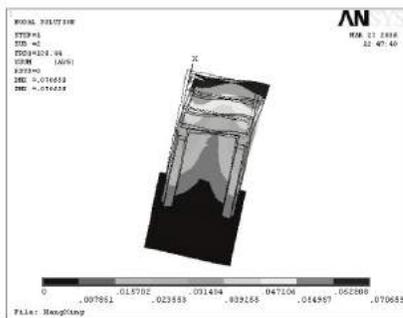


图4 横向弯曲

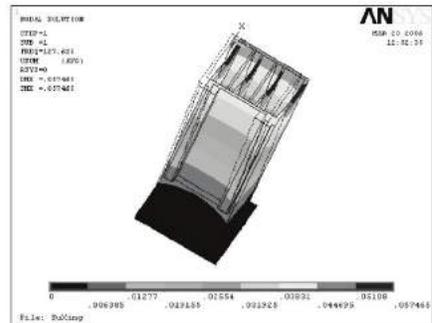


图8 横向弯曲

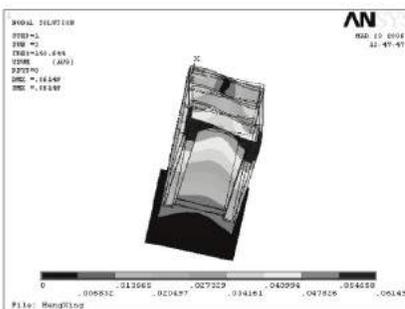


图5 扭转

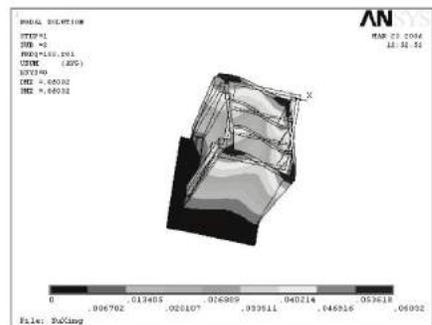


图9 扭转

(2) 纵向筋立柱的前三阶模态及振型如图6~图9所示。其中1阶模态为127.6Hz, 立柱横向弯曲; 2阶模态为139.3Hz, 立柱纵向弯曲; 3阶模态为152.2Hz, 立柱扭转。

(3) 井形筋立柱的前三阶模态及振型如图10~图13所示。其中1阶模态为129.8Hz, 立柱纵向弯曲; 2阶模态为133.2Hz, 立柱横向弯曲; 3阶模态为230.6Hz, 立柱扭转。

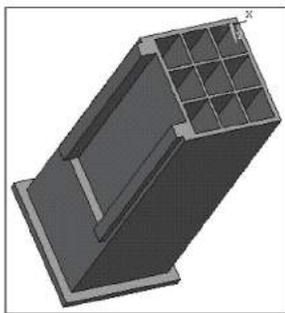


图10 三维模型

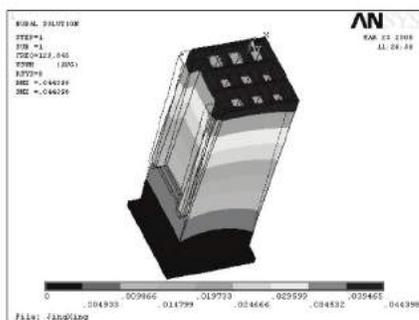


图11 纵向弯曲

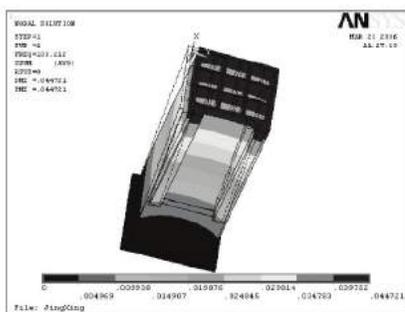


图12 横向弯曲

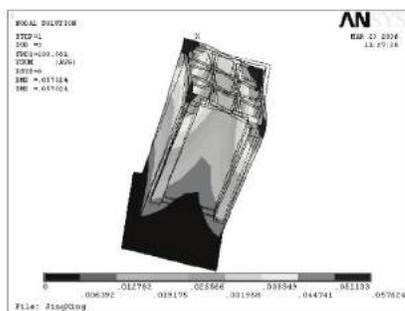


图13 扭转

(4) X形筋立柱的前三阶模态及振型如图14~图17所示。其中1阶模态为123.9Hz,立柱纵向弯曲;2阶模态为133.6Hz,立柱横向弯曲;3阶模态为248.4Hz,立柱扭转。

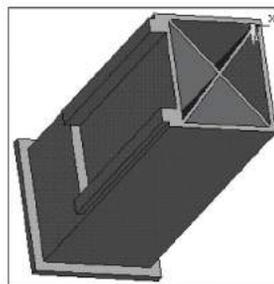


图14 三维模型

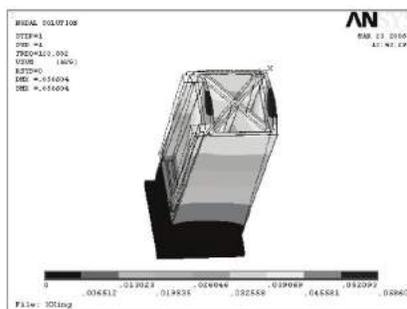


图15 纵向弯曲

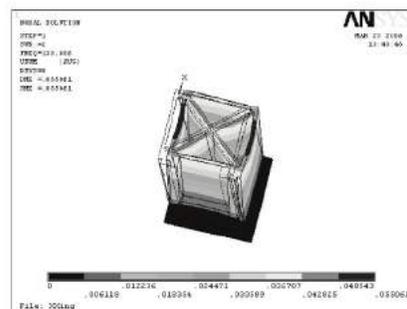


图16 横向弯曲

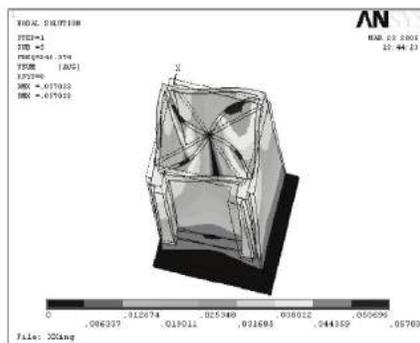


图17 扭转

(5) 米形筋立柱的前三阶模态及振型如图18~图21所示。其中1阶模态为127.4Hz,立柱纵向弯曲;2阶模态为132.2Hz,立柱横向弯曲;3阶模态为252.8Hz,立柱扭转。

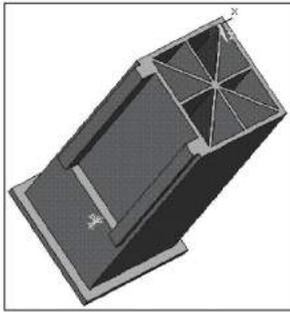


图 18 三维模型

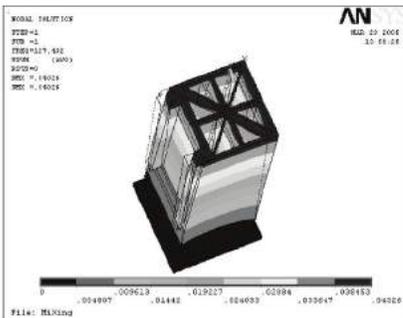


图 19 纵向弯曲

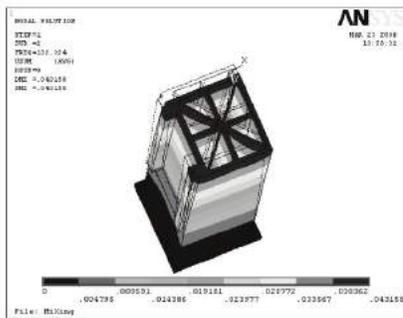


图 20 横向弯曲

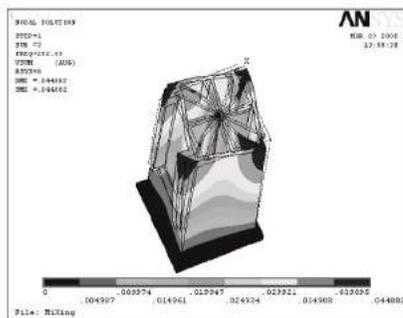


图 21 扭转

(6) 阶梯形筋立柱的前三阶模态及振型如图 22 ~ 图 25 所示。其中 1 阶模态为 129.2Hz，立柱纵向弯曲；2 阶模态为 136.9Hz，立柱横向弯曲；3 阶模态为 267.5Hz，立柱扭转。

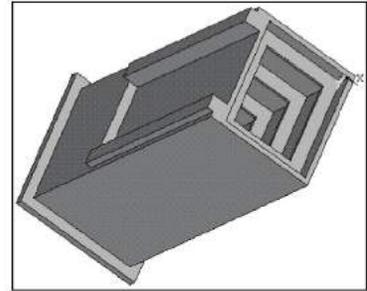


图 22 三维模型

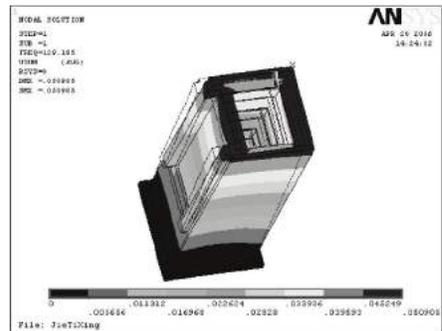


图 23 纵向弯曲

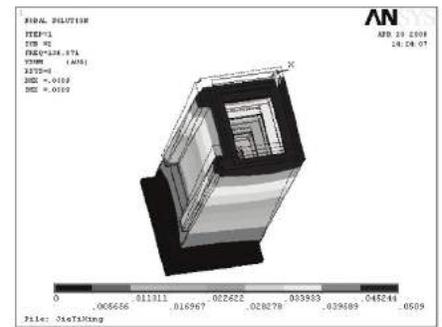


图 24 横向弯曲

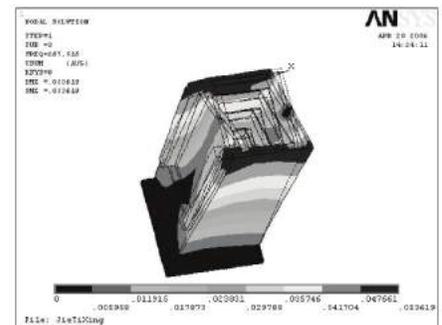


图 25 扭转

(7) 蜂窝形筋立柱的前三阶模态及振型如图 26 ~ 图 29 所示。其中 1 阶模态为 134.3Hz，立柱纵向弯曲；2 阶模态为 135.9Hz，立柱横向弯曲；3 阶模态为 281.9Hz，立柱扭转。

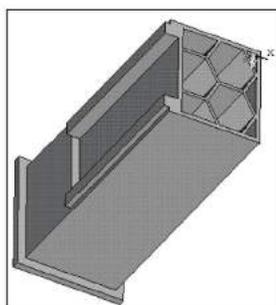


图 26 三维模型

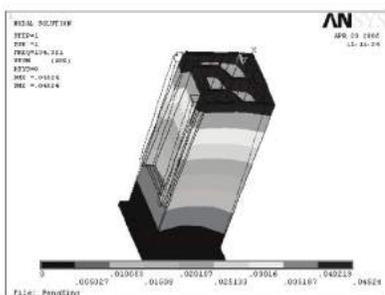


图 27 纵向弯曲

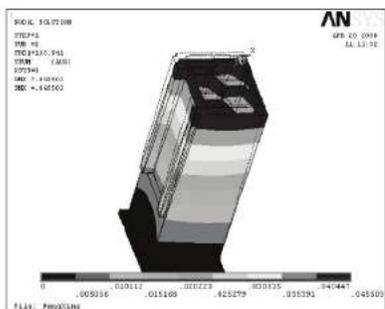


图 28 横向弯曲

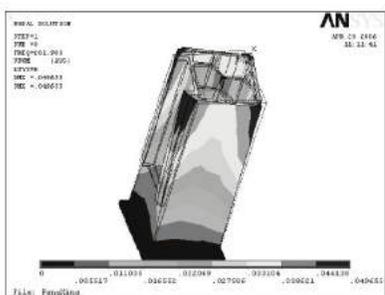


图 29 扭转

3. 结果汇总

对几种筋板形式的立柱进行模态分析是研究立柱动态特性的基础，也是研究立柱动态特性的必要工作。通过模态分析可以判断振型是否影响加工精度，为整体结构部件的优化提供判断依据。

将不同筋板形式的立柱在纵向弯曲、横向弯曲和扭转振型的分析结果汇总如附表所示。

汇总结果

筋板形式	纵向弯曲		横向弯曲		扭转振型		重量 /kg
	固有频率 /Hz	模态相对位移量 /mm	固有频率 /Hz	模态相对位移量 /mm	固有频率 /Hz	模态相对位移量 /mm	
横向筋	116.6	0.0616	139.4	0.0707	143.6	0.0615	1938.8
纵向筋	139.3	0.0488	127.6	0.0575	152.2	0.0603	1890.8
井形筋	129.8	0.0444	133.2	0.0447	230.6	0.0575	2210.5
X形筋	123.9	0.0586	133.6	0.0551	248.4	0.0570	2036.6
米形筋	127.4	0.0433	132.2	0.0432	252.8	0.0449	2333.1
阶梯形筋	129.2	0.0509	136.9	0.0509	267.5	0.0536	1716.5
蜂窝形筋	134.3	0.0452	135.9	0.0455	281.9	0.0497	2121.5

4. 结论

从汇总结果来看，采用横向筋板的立柱横向抗弯性能较好；采用纵向筋板的立柱纵向抗弯性能较好；纵向为机床加工时立柱的主要变形方向，因此增加纵向筋板有利于提高机床的加工性能。采用井形筋板后，立柱的抗弯固有频率并没有太大变化，但模态相对位移量明显降低，且立柱的抗扭特性得到显著提高。与井形筋相比，采用 X 形筋板的立柱抗扭性能较好，扭转振型中的模态相对位移量大大降低；米形筋与 X 形筋相比，由于增加了一块横向筋板，因此其横向的抗弯性能大大提高。与横向或纵向筋板相比，阶梯形筋板可大大提高立柱的抗扭特性。所有的筋板中，采用蜂窝形筋板的立柱抗扭性能最好。

通过对几种典型筋板结构的立柱进行了有限元分析，分别得出了它们的各阶固有频率和阵型，并对这几种结构的抗弯和抗扭性能进行了分析，可为设计人员进行立柱设计提供一定的参考。□

参考文献：

- [1] 杨肃，唐恒龄，廖伯瑜. 机床动力学 II [M]. 北京：机械工业出版社，1983.
- [2] 林有希，高诚辉，高济众. 大型机床动态特性的整机有限元分析 [J]. 福州大学学报，2003 (2)：69-72.
- [3] 曾攀. 有限元分析及应用 [M]. 北京：清华大学出版社，2008：447-452.

应用于精密数控机床的超声电机

福建工程学院机电及自动化工程系 郑伟 彭晋民 朱志宏

【摘要】 为了提高数控机床运动高速和高精度的要求，根据数控机床驱动的要求，结合超声电机具有响应速度快，定位精度高，体积小，无需减速齿轮可以输出低速等特点，分析了应用超声电机作为数控机床的驱动电机的可行性。通过分析了超声电机的运动原理，得到控制超声电机参数；通过试验讨论了作为数控机床进给驱动的超声电机控制方法，包括速度、位置反馈控制方式。

高速精密加工技术越来越引起人们的关注。实现高速精密加工的关键技术之一，是开发具有高速能力的精密数控机床。数控机床具有高柔度、高精度、高速度、高效率和高可靠性等特点^[1-5]，其应用范围迅速扩大，发挥的作用也越来越大，所处的地位变得越来越重要。

当前，在数控机床进给上，有伺服电机、直线电机等。为了满足高速、高精度的运动要求，本文结合超声电机的特性，提出应用一种新型的驱动器——超声电机作为驱动的可行性，介绍了超声电机的控制方法，并通过试验验证了超声电机驱动控制性能。

一、超声电机工作特点

超声电机（Ultrasonic Motor 或简称为 USM）技术是利用压电陶瓷的逆压电效应和超声振动来获得其运动和力矩的。行波型旋转超声电机主要由定子、转子、顶盖、转轴及底座等组成。压电陶瓷元件与定子粘接成一体，而转子在与定子接触的环形面上附有一层摩擦材料。定子、转子间通过施加一定的轴向预压力使二者保持接触。其结构如图 1 所示。



图1 超声电机结构图

根据旋转型行波超声电机的工作原理，在两组压电陶瓷元件上分别施加相位差为 90° 的同频率（超声频域内）、等幅交变电压。通过压电陶瓷元件的逆压电效应，可在定子的模态频率上激发出两个幅值相等、在时间和空间上均相差 90° 的模态响应。这两个模态响应在定子上叠加形成行波^[6]，其形成定子面外弯曲模态 B_{0n} 的 A 、 B 两相正交（空间上相差 90° ）振型函数可表示为：

$$\phi_A(r, \theta) = R(r) \sin n\theta \quad (1a)$$

$$\phi_B(r, \theta) = R(r) \cos n\theta \quad (1b)$$

其中 $R(r)$ 为归一化的沿半径方向的垂直于中面的位移分布函数， $\sin n\theta$ 、 $\cos n\theta$ 为沿周向的位移分布函数。

当两相电压分别施加在两相压电陶瓷片上时，

基金项目：福建省自然科学基金（2010J01268）福建工程学院科研基金（GY-Z09059，GY-Z09069）。

在无其他模态干扰且忽略阻尼的情况下，则 A、B 两相模态响应可写为：

$$w_A(r, \theta, t) = \phi_A(r, \theta) q_A(t) = W_A R(r) \sin n\theta \cos \omega_n t \quad (2a)$$

$$w_B(r, \theta, t) = \phi_B(r, \theta) q_B(t) = W_B R(r) \cos n\theta \sin(\omega_n t + \alpha) \quad (2b)$$

其中：\$W_A\$、\$W_B\$ 分别为定子对 A 和 B 二相激振的响应幅值，\$\alpha\$ 为两相响应之间的相位差。于是，A、B 两相模态的模态坐标为：

$$q_A(t) = W_A \cos \omega_n t \quad (3a)$$

$$q_B(t) = W_B \sin(\omega_n t + \alpha) \quad (3b)$$

若二相电压分别且同时施加在激二相压电陶瓷片上时，根据叠加原理，定子的位移响应为：

$$w = w_A + w_B = \frac{1}{2} R(r) [(W_A + W_B \cos \alpha) \sin(n\theta + \omega_n t) + (W_A - W_B \cos \alpha) \sin(n\theta - \omega_n t) + 2W_B \sin \alpha \cos n\theta \cos \omega_n t] \quad (4)$$

由式 4 可知，当 \$\alpha = \pi\$，且 \$W_A = W_B = W_0\$ 时，由 (4) 式得到一个正向行波：

$$w(r, \theta, t) = W_0 R(r) \sin(n\theta - \omega_n t) \quad (5)$$

当 \$\alpha = 0\$，\$W_A = W_B = W_0\$ 时，则由 (4) 式得到一个反向行波：

$$w(r, \theta, t) = W_0 R(r) \sin(n\theta + \omega_n t) \quad (6)$$

根据文献 [6] 分析，把圆环形薄板展开成直梁，可得到定子各质点沿定子周向的速度分量：

$$v_p \frac{d\xi_p}{dt} = W_0 h k \omega_n \sin(kx - \omega_n t) \quad (7)$$

\$v_p\$ 为质点切向位移，\$\omega_n\$ 为驱动频率，\$\lambda\$ 为行波波长，\$h\$ 为定子中性层到定子表面的距离。设行波在定子中的传播速度为常数 \$c\$，则 \$c = \lambda f_n\$，\$f_n\$ 为激振频率。结合上式可得：

$$v_p = - (2\pi f_n)^2 W_0 \frac{h}{c} \sin\left(\frac{2\pi}{c} f_n x - 2\pi f_n t\right) \quad (8)$$

上式表明：转子旋转速度与该点的垂直方向振幅 \$W\$、激振频率 \$f_n\$ 有关。

在一定范围内，驱动电压幅值与驻波的振幅 \$W\$ 是线性关系。因此，通过调节压电陶瓷元件的激励电压，可以实现线性调速。调节激振频率，可以控制定子的共振状态，进而调节超声电机的转速。由 (4) 式可知，若超声电机定子中两相驻波之间

的相位差不为 \$90^\circ\$ 而为某个值 \$\phi\$ 时，定子质点的运动速度是两相驻波相位差的函数。因此，在固定激励电压和频率的条件下，调节两相激励电压的相位差，同样可以实现改变电机转速的目的。

在本文中，根据超声电机的调频调速原理，对超声电机进行控制，以得到超声电机应用于数控机床控制特性的可行性。

二、控制方法

目前电磁电机普遍采用 PID 控制作为基础，因为 PID 控制算法较为简单实用，并且能提供较宽的稳定裕度和较高的稳定性。因此，本文以超声电机为研究对象，以 PID 控制为基础进行阐述。

基于 PC 计算机控制系统的超声电机驱动控制结构图，如图 2 所示。在试验系统中，超声电机采用江苏春生超声电机技术有限公司生产的 TRUM—60 型超声电机，电机负载为 \$0.32 \text{ N} \cdot \text{m}\$；作为位置和速度反馈的旋转编码器的结构选用中空型，编码器每转的脉冲数是 2000。采用了固高公司通用型 GT-400-SV 运动控制卡，利用其模拟量电压输出来调节电机转速，并读出旋转编码器的脉冲值。

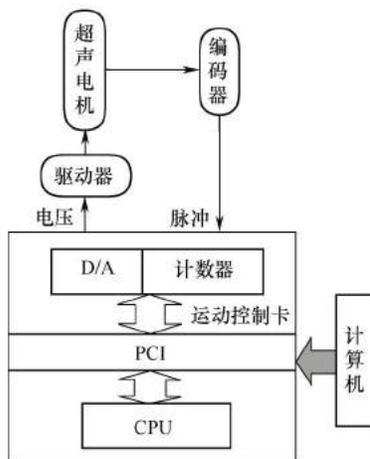


图 2 控制结构图

超声电机控制目的既要保证运动轨迹精确，又要保证在其运动过程中平稳。

PID 控制是在连续系统控制理论中技术最成熟且应用最广泛的一种控制技术。在工业过程控制中，由于难以建立精确的数学模型，系统的参数经常发生变化，所以采用 PID 控制技术，根据经验

进行在线调试,从而获得满意的控制效果。本文对超声电机进行PID反馈控制研究。PID控制器在时域中的模拟算法如下^[7]:

$$m(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (9)$$

式中, $e(t)$ 为误差信号; $m(t)$ 为控制信号; K_p 为比例系数; K_i 为积分系数; K_d 为微分系数。

在位置反馈控制中, $m(t)$ 是模拟直流电压, $e(t)$ 是期望脉冲与实际脉冲的差值。为了便于在线整定PID参数 (K_p 、 K_i 、 K_d), 选用误差绝对值的积分 (I_{AE} , integral of the absolute magnitude of the error)。

$$I_{AE} = \int_0^t |y_d(t) - y_a(t)| dt = \int_0^t |e(t)| dt \quad (10)$$

y_d 是超声电机理想角位移, y_a 是超声电机驱动的实际角位移。

首先,对超声电机应用位置反馈控制。其反馈控制系统框图如图3所示。

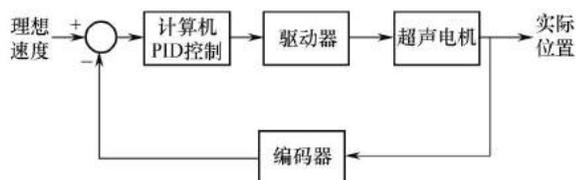


图3 位置反馈控制系统框图

图4是超声电机速度图。在试验中,我们发现一定范围内,增大 K_i 和 K_d 可以进一步减小 I_{AE} 的值,即超声电机的位置精度可以进一步得到提高,但是超声电机会产生抖动,这对于生产是不利的。

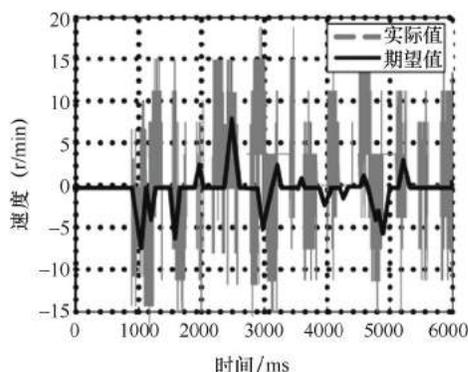


图4 速度曲线图

为了避免超声电机的抖动现象,对超声电机速度反馈控制进行试验。一由于采用超声电机直接驱动,没有使用齿轮箱机构,避免了机构产生的速度误差,这些都有益于进行速度反馈控制。速度反馈控制系统框图如图5所示。

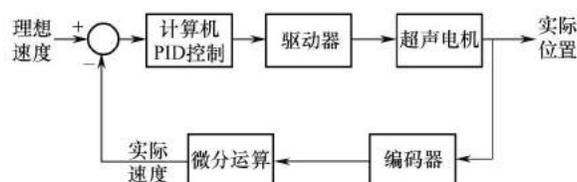


图5 速度反馈控制系统框图

图6是速度图,可以看出速度反馈曲线相对图5而言,稍好一些,所以超声电机的运行平稳性比位置反馈控制要好,瞬态位置与位置控制相当。但控制过程相对位置反馈多了数据处理量。

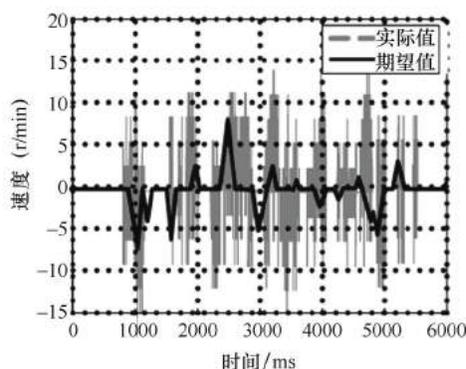


图6 速度曲线图

位置反馈控制可以获得较好的位置精度,但平稳性不能得到保证;速度反馈控制可以获得很好的运动平稳性和位置精度,但其数据处理量比位置控制大。

三、结论

本文以超声电机为研究对象,介绍了超声电机的控制问题。但是由于它是采用摩擦原理驱动,导致它的控制模型很难精确建立,所以超声电机的控制方法是目前研究的一个关键和难点。本文分别进行了位置反馈控制和速度反馈控制,并通过超声电机的控制试验,获得了以下结论:

- (1) 超声电机可以满足高速高精度的要求。
- (2) 位置反馈控制可以获得较高的位置精度,

但超声电机的速度变化控制特性较差。

(3) 速度反馈控制可以保证超声电机运行平稳,但数据处理量大。

(4) 超声电机采用适当的控制方法是可以应用于数控机床微量进给驱动的。

与传统的电磁电机相比较,用超声电机控制数控机床运动,减少了传动链,提高了运动精度。超声电机的工作原理就决定了它可以达到高运动精度,但是由于超声电机是一种新型的驱动器,其在不同的负载下,控制方法和运动特性都需要进一步研究,本文只是用固定负载上进行了试验,如果需要在生产中使用,还有变负载及抗干扰等因素需要进行研究。□

参考文献:

[1] 倪中华, 易红, 汤文成, 等. 基于 XML 面向工艺设计的制造资源模型 [J]. 计算机集成

制造系统 CIMS, 2002, 5 (6): 429-432.

[2] 孙林岩, 汪建, 曹德弼. 先进制造模式的分类研究 [J]. 中国机械工程, 2002, 13 (1): 84-88.

[3] 李淑霞, 邱晓峰, 饶运清, 等. 支持敏捷制造系统重构的生产资源模型研究 [J]. 先进制造技术, 2001, 30 (3): 37-39.

[4] 陈阳. 面向并行工程的 CAPP 制造资源建模 [J]. 青海大学学报, 2001, 19 (2): 58-60.

[5] 马鹏举, 陈剑虹, 卢秉恒, 等. 支持动态联盟的制造资源信息建模 [J]. 中国机械工程, 2000, 11 (7): 780-782.

[6] 赵淳生. 超声电机技术与应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2007: 163-166.

[7] 孙志峻, 邢仁涛, 赵淳生, 等. 超声电机驱动多关节机器人位置精确控制 [J]. 应用科学学报, 2007, 25 (9): 493-499.



(上接第 85 页)

在确认无误的情况之下，还必须在机床上进行试切。试切一般先切出一个完整的流道和一对叶片。试切不但检查数控程序的问题，还要调试切削的一些工艺参数，以便高效加工出合格的诱导轮。其加工如图 7 所示。

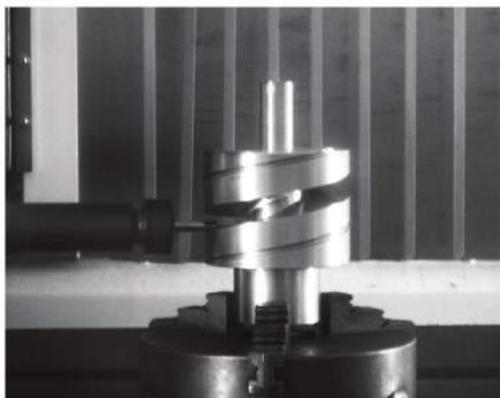


图 7 诱导轮加工

六、结束语

奥氏体不锈钢螺旋诱导轮，通过合理地规划流道、叶片及过渡曲面的加工策略，能有效解决干涉碰撞问题；采用合理的机床和刀具，高转速，

大进给，小吃深高速铣削加工，切削轻快，变形量小，能有效避免积屑瘤的形成，减小加工硬化现象，减小刀具的磨损，可以大大提高刀具使用寿命；通过实体加工仿真及优化，可以检查刀具、工件和夹具在加工过程中是否发生碰撞，优化不合理的部分，提高加工效率。经过实际试切加工证明，这些可以提高加工质量和生产效率，为实际应用带来很大方便。□

参考文献：

- [1] 百度百科. 不锈钢 00Cr17Ni14Mo2 [M]. <http://baike.baidu.com/view/4348869.htm>.
- [2] 元唐不锈钢网. 不锈钢的切削加工 [M]. www.ytbxw.com/Logistics/6310.html.
- [3] 艾兴, 肖诗刚. 切削用量简明手册 [M]. 机械工业出版社, 1994.
- [4] (苏) 古列维契, Я. Л. 难加工材料切削用量手册 [M]. 周家宝译. 上海科学技术出版社, 1990.
- [5] 曾强, 田怀文. 基于 EdgeCAM 的整体叶轮的车铣复合加工 [J]. 机床与液压, 2010 (5).
- [6] 司徒渝. 叶轮五轴联动数控加工关键技术研究及在 DMU 100T 机床中的实现 [J]. 北京: 制造技术与机床, 2008 (9).

制造业突破库存管理瓶颈的方法及实证研究

卡莱（梅州）橡胶制品有限公司计划部 董 鹏
麻省理工大学斯隆管理学院 郭丽美
长丰集团衡阳风顺车桥有限公司研发部 尤华胜

【摘要】 通过分析目前国内制造业的库存现状及管理思路，找出美国卡莱公司造成成品库存积压的原因及库存积压给企业生产经营带来的不良影响。结合卡莱公司降低库存的实例，指出运用目标管理、鱼骨图、ABC 分类等管理工具，是降低库存的最有效方法。

企业库存的产品或物资由于供应、计划、采购、生产与销售不协调，导致进得多、出得少，这样就形成了库存积压。加上企业之间的产品需求信息不准确，又缺少信息交流与共享，企业无法掌握下游的真正需求情况和上游的供货能力，同时在供应链上无法实现存货互通有无和转运调拨，只好多存储货物，各自持有高额库存。如何设置和维持一个合理的库存水平，以平衡存货不足带来的短缺风险和损失，以及库存过多所增加的仓储成本，则成为一个企业必须解决的问题。库存几乎存在于整条供应链的各个环节，库存管理一直以来是企业供应链中的重要内容，也是连接企业与企业之间物和物流通的重要节点，是物流、资金流、信息流运行的综合体现点。库存管理模块占企业总资产的 20% ~ 30%，库存的管理水平往往体现着企业整体运营效率和企业的收益。一直以来有着“企业的革命要从革仓库的命开始”的说法。面对日益激烈地市场竞争，企业想要在市场上站稳脚跟，以谋求发展，就必须对其供应链体系进行优化，而优化供应链的重要手段之一便是对被称作“第三利润源泉”的库存进行全面有效的管理和监控。传统的实物库存控制仅仅是实现公司财务目标的一种手段，或者仅仅是整个

库存控制的一个必要的环节。从组织功能的角度讲，实物库存控制主要是仓储管理部门的责任，而事实上，库存控制应该是整个需求与供应链管理部门，乃至整个公司的责任。库存管理方式及观念的滞后，大多是凭经验主义而非信息化管理，已成为我国制造业瘦身转型的瓶颈。而制造业突破库存管理瓶颈就在于提高预测准确性、降低库存与供应链优化三者的融合互动。

库存管理的好坏不仅影响着供应链上企业的综合成本，而且也制约着整条供应链的性能。在企业生产经营活动中，库存管理既必须保证生产车间对原材料、零部件的需求，又直接影响采购、销售部门的购、销活动。库存连接着企业内部各部门，甚至也是一些关联企业之间的接口，是需求与供应的“粘合剂”。有效的库存管理方法能够缩短库存信息流转时间，使企业的物料管理层次分明、有序，并为采购、生产和销售提供依据。因此，完善的库存管理功能，不仅能够对企业的库存进行全面的控制和管理，以降低库存成本，支持企业快速准确决策，增强企业的市场竞争力。同时也是目前一些先进制造和管理模式成功实施的保证。

一、传统库存管理的瓶颈和库存管理相关观点

一般来说，企业在采购生产阶段，为了保证生产过程的平稳化和连续性，需要有一定的原材料与零部件的库存。而库存要占用资金，发生库存维持费用，并在库存积压时产生相应的经济损失。因此，库存既要防止缺货，避免库存不足；又要防止库存过量，避免发生大量不必要的库存费用。如果库存不足，将导致送货延迟、客户不满、引发生产瓶颈等；如果库存过剩，则会占用不必要的资源。尽管库存过剩看起来是这两种不良情况中危害较小的一个，但附加在过剩的库存上的价值却是数目巨大的，当库存持有成本较高时，会导致企业流动资金紧张乃至现金流断裂。

1. 库存的弊端

(1) 占用大量资金。库存中存放的物品越多，能够满足客户需求的可能性就越大，但与此同时，占用的资金也就越多，严重影响着企业的资金运转效率。资金被库存占用就不能再用于投资其他项目，同样，用于储存存货的空间既占用了地租或库存空间，这往往又会有其他更为有效的用途；通常情况下，企业库存资金占流动资金的40%~60%。这是库存带来的最大弊端。如果没有库存或实现零库存，则可节省大量的资金占用。但国外的统计资料表明，若要使存货保值，必须以近20%的速度增加其价值。随着时间的变化，存货在消耗企业大量的储存费用的同时，往往自身也不断贬值，容易形成不良资产。可见，库存管理成为企业财务管理的一大难题，成为制约企业发展的重要障碍，库存管理改革已势在必行。

(2) 发生库存成本。库存成本是企业为持有库存所需花费的成本。库存材料的成本增加直接增加了产品成本。库存成本包括：占用资金的利息、储藏保管费（仓库费用、搬运费用、管理人员工资等）、保险费、库存物品价值损失费用（丢失或被盗、库存物品变旧、老化、发生物理变化或化学变化导致价值的降低）等。库存还面临着过时淘汰而被废弃的风险，尤其是对生命周期较短的产品供应链来说，风险更大，如轮胎的轮胎生

锈等。

(3) 掩盖企业生产经营中存在的问题。库存控制是管理中的一个核心问题，也是一直在探索的前沿性问题。企业持有库存在不同的情况下不同的企业有不同的侧重。库存一般有三个作用：预防不确定性的需求、改善服务的质量；保持生产的可持续与均衡性；减少采购的订货成本。但库存会成为管理中的“冰山”或“暗礁”，它会掩盖管理中的很多问题。例如，掩盖经常性的产品或零部件的制造质量与工作失误问题。当废品率和返修率很高时，一种很自然的做法就是加大生产批量和在制品、成品库存，掩盖工人的缺勤、技能差、劳动纪律松弛和现场管理混乱等问题；掩盖供应商的供应质量、交货不及时问题；掩盖生产计划安排不当、生产控制程序方法不健全与市场销售不力等问题。从这个意义上讲，库存只不过是一种临时性的“镇痛剂”，只能消除某一症状而不能解决根本问题。

2. 库存管理的相关观点

对于库存管理，不同的企业，不同的学者与专家，历来有不同的观点。概括起来各派代表性的库存管控观点，主要有以下三种形式：

一是持有库存。库存是企业生存和运转必要的储备和连接剂，即为了满足客户正常需求的波动和潜在的需求，我们必须保持一定量的库存。持这种理念的人认为，按照经济订货批量（Economic Order Quantity, EOQ）模型进行库存管控，主要的担忧是缺货造成客户的流失及服务水平的下降，而这种库存模型并不能很好地解决这一问题。长期以来，制造业关心的是产量，是生产，而不重视库存控制。Prékopa 和 Ziermann 等人经过一年多的分析诊断，发现过高的剩余库存量主要是由交付过程的不确定性因素所导致的，而订单的交付过程一般发生在一定的时间间隔内而不是在某一个时间点上。库存管理决策也不得不考虑库存成本与客户服务水平的关系问题。一般而言，在库存上有更大的投入可以带来更高水平的客户服务。长期以来，库存作为企业生产和销售的物资保障服务环节，在企业的经营中占有重要地位。企业持有一定的库存，有助于保证生产正常、连

续、稳定进行，也有助于保质、保量地满足客户需求，维护企业声誉，巩固市场占有率。传统的理解：库存是必要的储备，即为了应付需求或供应的潜在波动，必须持有一定的安全库存（Safety stock）、缓冲库存（Buffer Stock）。因此在物料需求计划（Materials Requirements Planning, MRP），即通常所说的物料采购计划或生产计划的逻辑设置上，企业就会对每一种物料（所有原材料、成品、半成品都称为“物料”）都或多或少地设置一定数量的安全库存，目的是为了“安全”。这种库存有可能是原材料库存、半成品库存，也可能是成品库存。选择何种形式的库存，完全取决于企业对库存风险的认识。从生产与采购角度看，库存是一种“缓冲器”，是应付不确定需求所必须的。总之，持这种观念的管理方式，它只考虑其合理性、经济性与最优性，而不是从技术角度上去考虑存货的保管与储藏以及如何运输。另外，EOQ模型假设条件过于理想化，忽视了不确定性对仓库管控的影响。

二是库存控制，保持合理库存。库存管理的目的是保持合适的库存量，既不能过度积压也不能短缺。不合理的库存最终会成为企业的不堪承载之重，将成为压倒企业的最后一根稻草。库存控制就是要在成本和客户服务两者之间寻求平衡，以达到两者之间的最佳结合。让企业管理者困惑的是：库存控制的标准是什么？库存控制到什么量才能达到要求？库存控制的管理工具是什么，或者说用什么样的方法来控制库存？如何配置库存是合理的？即使所谓的合理，如达到了财务库存周转的目的，那时的库存就没有风险了吗？库存风险的比例有多大？这些都是库存管理的风险计划问题。企业供应链管理中的库存控制问题是一个典型的关于库存成本、服务水平、客户满意度的多目标问题。由于企业得不到及时准确的信息，从而影响库存的精确度，或产生库存的积压，使库存成本上升，或产生缺货，导致送货延迟、顾客不满、产生生产瓶颈等。这都会给企业带来经济上的损失。

三是JIT和敏捷制造（柔性生产）。主要代表是准时生产方式（Just In Time, JIT），供应商管理

库存（Vendor Managed Inventory, VMI）。现代管理专家们认为，“库存是万恶之首”。库存是浪费，即以日本丰田为代表的企业提出的所谓“零库存”的观点：见到了库存就应该消灭。零库存就是其中的一项高效库存管理的改进措施，并在近年得到了广泛的企业应用。这种观点虽然增加了运输成本，但可以用增加的运输成本抵消持有库存的管理费用及货物贬值的成本。一旦库存水平下降，掩盖的问题开始显露，企业将陷入困境，为了摆脱困境而不得不在运营环节进行大量的改善。从经济学角度看，库存是一种机会成本（这部分库存占用资金可用于其他投资），甚至是一种沉没成本。从纯粹财务的角度来看，这是不能容忍的。按照这种观点：企业一般不会对MRP里设置安全库存，因为安全库存在财务上实际是一种所谓的“沉没成本”，一旦设置，它就固定在那里，无法转作他用。库存不仅占用场地和资金，产生高昂的持有成本，而且造成了货物时间价值的丧失，同时还伴随着贬值、损坏、报废等风险。

综合以上观点，仓库租赁成本以及库存报废、贬值的风险成本远远大于交通运输成本，同时供应商又愿意牺牲自己的利益，建好库存储备，保证及时供货，那么采用JIT是可行的。反之，企业订购、缺货成本比相对较高，产品报废、贬值的风险较小、仓储成本不高，同时离供应商或客户的距离较远，运输交通成本较高，供应商生产周期较长，所需物料资源紧俏，那么最好还是储备适当的库存比较合适。新的全球性市场中，不确定性是永恒不变的，客户需求的时间与数量永远是在不断波动的，在日益贴近客户、追求服务的今天，不能及时供货、缺货将会被客户淘汰掉。若能对库存系统进行最优控制，找到一种最佳库存策略，不仅使库存降至安全水平之下，同时又能降低了库存保管费用和库存损失费用，减少资金的占用量，提高资源的利用率，这对一个企业来讲，所带来的经济效益无疑是十分可观的。此外，对于中小型企业，如美国卡莱轮胎制品有限公司（以下简称卡莱公司），既不能采用VMI与JIT方式生产，也不能采用EOQ模型进行订货，而是采用目标管理的方式进行控制库存，就显得更

为合理和符合企业的利益。

二、库存管理改善的实证分析

库存成本就是那些库存物品和资源所需的成本。一般占总成本的30%以上。据统计，卡莱公司产品生产的直接成本只占总成本的10%，而物流成本却占产品总成本的40%，其中库存成本则占物流成本的80%~90%，也就是说，库存成本占产品总成本的32%~36%，远远要大于生产直接成本。因此，有效控制库存成本对于企业和消费者均有益处，而研究库存成本控制的首要问题就是要分析库存产生的原因。下面以卡莱公司为例进行分析。

1. 库存现状及确立改善目标

2011年卡莱公司的库存周转速度比2010年仅提高了3%，企业存货费用上升的同时，库存效率却增长缓慢，库存已经成为制约卡莱公司发展的障碍之一。卡莱公司在2008年，2010年与2011年报废库存的价值分别为20万美元，15万美元，12万美元。为更进一步地降低公司库存，减少报废，节约生产成本，尽最大可能地利用流动资金，同时也为搬迁的半实心胎（Reliance Tire）生产线提

供生产场地及成品存放仓库。笔者经过对现有库存的相关数据进行分析，将目光锁定在了市场部的库存：2011年国内市场部占全球销售量的1.3%，而库存量却占了20%，因为它存在过多的安全库存，并且生产成本高及占用面积大。最重要的是从它整个的供应链流程里，发现了较大的改善机会。根据初始数据的收集与分析，设置了以下目标：

(1) 降低市场部库存，安全库存总量由10570条降低至6000条，市场部安全库存总量下降43%。

(2) 实际库存由18578条降低至12000条，市场部整体库存量下降35%；市场部成品仓库占用面积减少30%。

(3) 金额由668182美元降低至450000美元，库存金额下降33%。

(4) 将所有规格的生产启动次数控制在每月1次。也就是说，一个规格在同一个月只生产一次。这样减少频繁转化规格而带来的生产不稳定性。

2. 绘制鱼骨图，寻找突破点

通过鱼骨图（如图1所示）分析发现，以下问题是重点改善的方向：

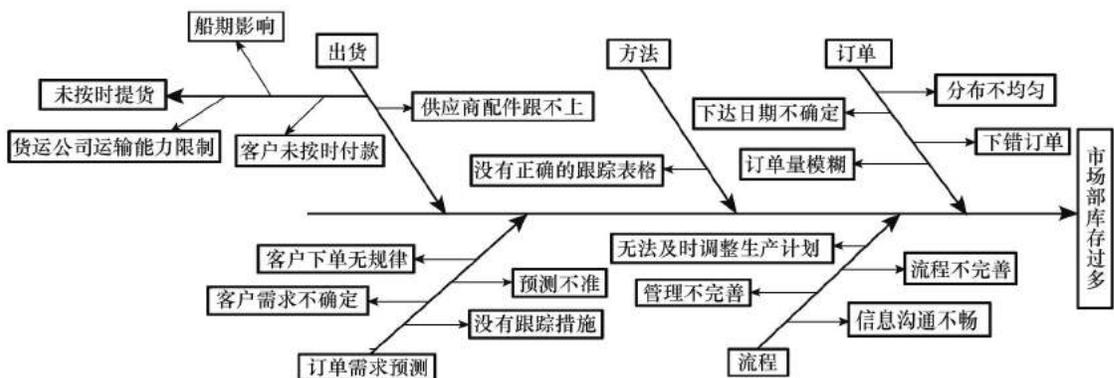


图1 市场库存鱼骨图

(1) 预测不准及信息沟通不畅。市场和生产之间缺乏信息沟通，因而供应和需求之间不可避免地会产生需求信息的扭曲和时间上的滞后，往往使得库存需求信息在从供应链的下游向上游的传递过程中被逐级放大，从而大大增加了整体库存量和延缓了反应速度，在很大程度上削弱了卡莱公司的整体竞争实力，也增加了库存的压力和生产的的不确定性，这显然与供应链管理的内涵：

“减少不确定性，快速准确地传递信息”是相违背的。

(2) 汇总表中缺乏ABC分类，不能清晰地体现各个规格的轻重缓急。

(3) 流程不合理。市场部接单时，没有对订单评估就直接下给工厂生产（如图2所示），或者轻易承诺给客户的交期。这样导致一是频繁出现紧急订单；二是容易超出了产能的限制。

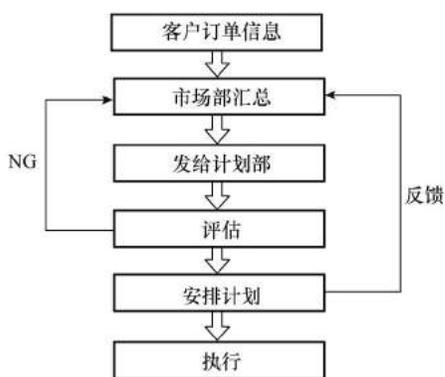


图2 改善前流程图

(4) 市场部下单无规律，订单变更频繁，插单现象严重。因此，如何在保证满足客户需求的前提下，尽可能降低库存就成为企业管理的重点。库存控制的实质其实就是什么时候该下订单采购和采购多少的问题。多数情况下，由于企业并不知道市场真正需要什么，只是按对市场需求的预测进行生产；由于企业只是按销售订单与销售预测安排生产计划，并制订采购计划，下达采购订单；由于企业采购的物品需要一定的提前期，这个提前期是根据统计数据或者是在供应商生产稳定的前提下制订的，但存在一定的风险，有可能会拖后而延迟交货，最终影响企业的正常生产，造成生产的不稳定。因此，如何采用有效的库存控制策略，在保证生产的连续性和维护一定程度服务水平的前提下尽量降低库存量，成为库存管理的重要目标。

(5) 库存在管理方面无跟踪、考核措施。预测之后，没有形成统计分析，这样不利于市场部提高预测准确性的持续改善，也没有对生产预测准确性进行考核。改善前，市场部预测准确性只有14%；市场部当月需求预测订单可执行性低；同一个规格，在一个月内多次生产，造成生产混乱以及不必要的浪费。

3. 库存改善前后对比及结果分析

1. 改善措施

通过以上原因分析，我们从2012年4月开始（5月是改善正式施行的第一个月）寻求从以下方面进行改善。

(1) 建立标准的库存管理流程。在进行改善时，对整个生产流程进行了一些改动。市场部在

对订单进行汇总时，增加评估环节（如图3所示），以确保需求订单的可执行性。

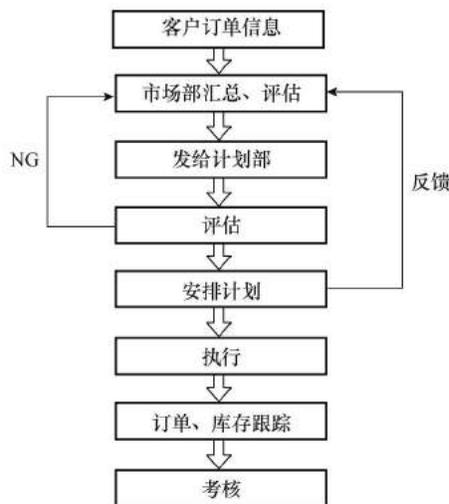


图3 改善后流程图

(2) 要求市场部在进行客户订单汇总时将所有规格按照轻重缓急分为A、B、C三种类型。A类规格，占库存品种比例5%~15%，占库存金额比例60%~80%，生产计划控制策略是安全库存加本月需求进行生产；B类规格，占库存品种比例20%~30%，占库存金额比例20%~30%，生产计划控制策略是按照本月需求进行生产；C类规格，占库存品种比例60%~80%，占库存金额比例5%~15%，生产计划控制策略是接到订单之后再安排生产。对B类和C类产品不设置安全库存。并且在剔除一些还没有“放产证（Release Production Certificate）”的规格后，生产部要求市场部于每月20号准时提供下个月的市场需求计划，并且准确性为80%。

(3) 对库存进行定期跟踪，将库存超过20天的规格汇总后发给市场部，及时对仓库中的积压库存进行清理，推动其尽快销售。根据制定的目标对库存进行控制，如果库存量超过了目标量（12 000条），立即进行分析原因并制定改善措施方案。

(4) 对市场部关于未来订单预测准确度进行考核是我们改善的最后一个环节，它将推动市场部以后使用更为科学的预测方法来进行订单预测，提高其准确度。

2. 改善效果

(1) 降低了积压率，为企业释放出大量的现

金。这次改善活动，最终将市场部的安全库存总量由 10 570 件降低至 5790 件，下降了 45%。市场部总体库存量由 18 578 件降低至 11 089 件（如图 4 所示），降低了 40%，合计节省金额 14 余万美

元。本次改善也为即将搬迁的半实心胎生产线提供了将近 194 平方米的可使用面积，同时，更为以后相关类型的改善奠定了基础。

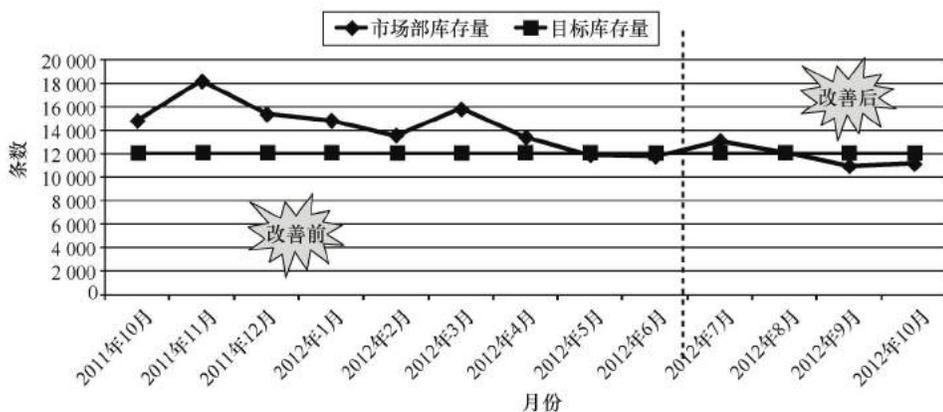


图 4 库存总量改善前后对比图

(2) 市场预测准确性进行跟踪。使用《市场预测准确性跟踪表》进行跟踪，并将跟踪结果反馈给市场部。市场预测准确性由 14% 提升至 64%，稳步提高市场预测的准确性。

行有效沟通，有利于企业的长期发展战略，使其在激烈地竞争中保持市场份额。

(3) 增加整个生产的柔性。合理定制原材料采购计划；按顾客要求进行生产改进，提高生产柔性；改善预期外的短期产品需求导致的额外成本，降低对安全库存的需求。

(5) 降低了库存天数、准时交货率、库存周转率（如图 5 所示）。衡量制造商的两个关键考核指标就是，客户满意度以及库存周转率。而这个库存周转率实际上就是库存控制的根本目的所在。库存周转率提高了，即由原来每月周转 6 次提升到每月周转 12 次，库存天数由 12.5 天降低至 1.5 天，这就意味着现金流的周转速度加快，为企业创造了更多的机会。通过降低库存量，并没有影响准时交货率，相反准时交货率由 80% 提升至 99.2%。

(4) 加强市场部与生产部双方的沟通，提高供应链的柔性和持续改进能力，从而更有效安排生产。与下游用户发展长期合作的战略关系、进

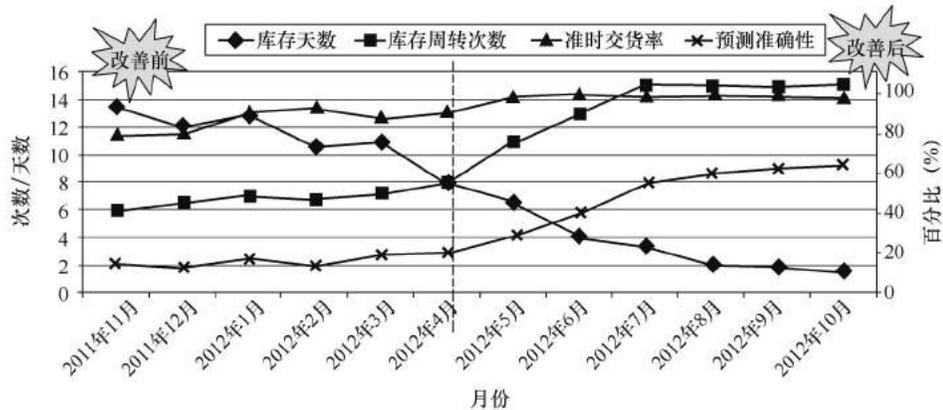


图 5 库存天数、准时交货率、预测准确性、库存周转率趋势图

通过 90 天的改善跟踪发现（如附表所示），所有的改善除了预测准确率未达到设定目标之外，库存控制达到了预期的效果，企业综合营运能力得到了提升。这种管控方法并逐步在卡

莱集团推行，并且轮胎制造业及相关行业均可采取此方法降低其库存。而如何提高市场预测的精度，将成为我们下一个改善小组的专项课题。

后续 90 天跟踪表

序号	改善项目跟踪	负责人	改善控制点	目标值	30 天		60 天		90 天
					完成情况	完成情况	备注	完成情况	
1	下达下月需求计划时间及产品分类	Jack Liu	市场部每月 20 日下达下个月市场计划, 并进行 ABC 分类。	100%	100%	100%	—	100%	
2	单规格生产频率	Even Dong	每个规格每月只生产一次。	0	2	0	—	0	
3	国内市场部需求预测准确性跟踪	Jack/Jason/Even	预测准确性达 70%	70%	30%	46%	—	68%	
4	安全库存重新设定	Jack/Jason	安全库存从 10 570 条降低至 6000 条	100%	100%	100%	—	100%	
5	国内市场部库存跟踪	Jason/Even	库存超过 20 天发给市场跟踪, 查明原因, 并制定改善措施。目标库存量为 12 000 条。	100%	98%	128%	库存量增加主要原因: 一是部分原材料保存期限已到, 消耗原材料; 二是进入到销售淡季。	99%	

四、讨论和总结

库存的控制精益生产中占有举足轻重的作用。在精益生产的管理理念中, 最为重要的就是降低库存, 缩短客户响应时间, 提高顾客服务水平。根据以上分析, 我们不难发现, 库存的形成本身是一个很复杂的问题。要想加强库存的控制水平, 合理的业务控制流程以及对流程的有效控制就成为关键。

(1) 库存控制通常被误认为是物资管理等少数部门的工作, 其实不然; 库存控制目标的实现, 涉及到企业的各个部门, 从市场、计划、采购、生产、质量、维修到运输等, 每个部门都和库存控制密切相关。只有各个部门加强沟通、紧密配合, 才能达到预测全面、计划准确、采购高效、浪费减少、前后贯通、整体协调的局面, 最终实现企业库存的合理化目标。

(2) 制造业库存管理离不开企业物流, 因此必须站在物流本身的角度来实现系统总体的优化, 才能从根本上找到问题的解决办法。企业物流本身是一个完整的有机系统, 运行有其固有规律。企业物流管理必须遵循其固有规律, 无论是系统设计、流程安排, 还是职能分工, 都要按照物流本身的要求来组织, 凸显物流流程的一体化、合理化和完整化。但事实上, 许多企业的金字塔式组织结构将本应完整一体的物流过程分割得支离破碎, 物流过程扭曲, 信息割裂, 操作重复, 造成物流不畅, 库存居高不下, 浪费日益严重。要彻底解

决企业物流问题, 就必须遵循其本身的固有规律来设计和优化整个生产系统, 将企业臃肿的金字塔式组织结构压缩成以利润为中心的扁平化的矩阵结构, 才能从根本上解决企业物流问题。

(3) 利用目标管理。按照 SMART 原则制定可行性的目标。只有对库存管理者进行必要的绩效考核并与奖金挂钩, 利用指标去考量管理者的绩效, 才能调动他们工作的积极性。

(4) 从视库存为资产到视库存为成本观念上的改变。过去一直存在的传统观念是采购的商品或产品生产出来就列入企业的资产, 利润表中计入收入栏目, 这容易误导对库存品的认识, 从而忽视它的成本特性。观念上的改变是全局的、全方位的, 这需要一个过程。

总之, 科学的生产管理是合理利用资源, 提高生产效率的重要手段, 这主要包括两方面内容: 生产的计划管理和库存管理, 其中做好库存管理可以有效地控制生产的节奏, 降低不必要的存储, 改善物流与资金流的合理流动, 保证生产计划的按期完成。无论是 MRP、MRPII 还是 ERP, 无论是供应链与物流管理还是生产运营管理, 企业的核心问题只有一个: 如何在确保按时交货的前提下, 把库存降到最低。无论是传统的库存理论, 还是现代的供应链库存理论, 研究的根本目的都是为了在提高服务水平的前提下降低库存成本。因此, 库存管理的研究在企业经营管理中具有广泛而深刻的现实意义。□

脚踏实地“经营”产品质量和服务

——专访四川普什宁江机床有限公司姜华总经理

机床协会传媒部

【摘要】 四川普什宁江机床有限公司前身是1965年内迁的国营宁江机床厂，2006年由五粮液普什集团有限公司与成都宁江机床（集团）股份有限公司共同出资设立。公司为中国机床工具工业协会副理事长单位，是中国中小型精密机床研究和设计、制造的骨干企业。该公司的主导产品有“宁江牌”卧式加工中心及柔性制造系统、坐标镗床及坐标磨床、数控车床及自动车床、小模数精密及数控滚齿机床、专用机床及生产线等八大系列，产品特色是“精密、高效、成套、智能化”，并多次荣获国家、部委和省市科技进步奖、优秀新产品奖、国家重点新产品推广计划等荣誉。

多年来，宁江公司始终如一围绕着“专、精、特”的产品发展方针，坚持不懈地实施质量发展战略，在机床业界埋头耕耘，积累和沉淀精密机床研发、制造技术，打造生产经营过程质量管理实力和能力，在用户中树立了良好口碑和声誉。为此，机床协会传媒部特意对该公司总经理姜华先生进行了专访，请他讲讲公司在质量控制方面的有效措施和取得的成效。

经过多年辛勤耕耘，宁江公司现已建成集营运、研发、销售为一体的总部基地，集精密加工和装配为一体的总装基地，集铸锻制造及机械加工为一体的毛坯基地；拥有一支包括30余名享受国务院及省市政府津贴、省市突出贡献专家，300余名中高级职称专业技术人员，1400余名员工的精英团队；具有年产3000台、年产值10亿元的精密数控机床产能，形成了完善的精密机床销售、研发、采购、制造、交付、服务业务链，并在业务链全过程建立实施ISO 9001质量管理体系、ISO 14001环境管理体系和OHSAS18001职业健康安全管理体系认证。

近年来，欧美等发达国家相继实施再工业化战略，中国愈发成为全球最受关注的机床消费市场。一方面国外产品价格下降和国内企业成本上

升等给国内机床企业带来巨大压力，另一方面国外机床企业纷纷在中国大陆建厂，中国机床一出厂门就遭遇国际竞争，甚至在局部出现恶性价格竞争。面对市场需求下降，竞争日趋激烈的现状，普什宁江在积极进行产业结构调整的同时，全力打造“产品质量和服务”核心竞争力，沉下心来精心营造质量文化，扎扎实实进行质量控制，牢牢抓住可靠性这个产品薄弱环节进行质量改进和核心能力的提升，用真心贴近客户的“感受”。近年来，宁江机床在残酷市场竞争中牢牢站稳脚跟，与发达国家在中高端数控机床等领域同台共舞，取得了不菲的业绩，也获得了不少国内重点领域机床用户企业对公司产品质量和服务给予的相当积极的肯定。

一、构建浓厚的质量文化，让企业的质量管理有“魂”

产品的质量和服 务是企业核心价值观的直接表现，体现一个企业的精神，企业没有质量文化的引领，其质量管理就没有“灵魂”，产品质量和服务就不会有根基。在近四十年发展历程中，公司以“用工作质量保证产品质量，向顾客提供适用、满意的产品和服务”为质量方针，建立

“好、快、低”的经营理念，确立“我做事，我负责，我为公司负责”的质量行为理念，形成“客户的需求是衡量产品质量唯一标准”等务实的、以产品质量和服务为中心的企业质量价值观体系，并持续将其融合到一系列企业经营活动中。

2009年起，公司以承担精密、高速卧式加工中心国家“高档数控机床与基础制造装备”科技重大专项课题为引导，把产品可靠性意识引入生产制造过程，在宁江机床传统“精度”文化的基础上，着力打造“精度、可靠性”的双核质量文化；去年，公司设立“2013工作质量年”，把强化员工工作质量作为全年企业生产经营的重心和主题，将质量管理从偏重现场质量控制延伸到营销、采购、设计、生产管理等全员履职的工作质量管理，并在企业内建立起工作质量损失的经济索赔机制。

今年是普什宁江“2014质量效率年”，公司把管理效率、生产效率引入质量管理，在生产制造全过程实施精细化管理，针对产品制造工序的质量、效率易失控点，全方位进行工艺试验和攻关，以公司新签订的高智能化大型柴油机连杆自动生产线“1401工程”为载体，实施工艺纪律新突破等措施。持续的质量文化建设，让各级员工对公司质量文化产生强烈的认同感并在本职岗位中自觉践行，使员工质量意识、顾客意识、产品质量的可靠稳定意识不断提升。

在不断营造浓厚的质量文化氛围的同时，公司更着重质量制度文化的构建。公司以“把产品做成绿色、环保、高品质的产品”为目标，建立并运行质量、环境和职业健康安全管理体系。为了强化制度执行力，公司还结合实际相继建立《质量奖励和激励办法》、《质量违规行为处理规定》、《工艺纪律管理实施细则》等规章制度，作为对质量管理体系文件的补充。近年来，随着企业内外部环境的变化，制造过程工艺和质量要求不断升级，客户的多元化需求与日俱增，公司又着力在质量文化涉及的物质层面、行为层面进行系统梳理、总结和改进，引入质量经济性的考量和“大质量观”思想，积极投入企业质量文化建设的创新工作中。

二、坚实的质量管理基础是确保产品质量的前提

公司执行 ISO 9001 质量管理体系，针对每一个生产经营过程制定了严密的业务工作流程，在顾客交流、设计、采购、铸锻造、零件加工、产品装配调试的全过程，建立起规范的工作程序和工作标准，规定了从公司高层到一线员工的各级质量职责，将制造过程工序质量、产品质量、工作质量、服务质量的管控形成有机的系统工程。宁江人知道，要让产品质量持续获得客户的认可，只有老老实实地“做事”，把质量体系与公司的生产经营进行深度融合，并进行持续、常态、严肃的运行，没有其他任何捷径可走！公司的质量管理从与客户第一次接触就启动，在销售过程中对掌握客户需求和制定客户方案进行重点管控，严格执行在设计过程中与客户的互动以及各设计阶段的质量评审，制定实施《外委供方质量管理体系要求》，将质量管理延伸到供方以确保原材料及外购配套件的质量，对产品从铸锻件制造到成品装配调试出厂的全过程中每道工序的质量细节进行严格控制。

“十一五”起，宁江机床的产业结构开始发生飞速变化，中高端数控机床和装备已逐渐成为企业主导产品。为不断适应产业结构的调整，公司积极采取“强身健体求发展”举措，创新质量管理的方法、思路。结合公司产品多品种、小批量、个性化等特点，我们将生产过程的质量管控重心前移，在事业部、车间和班组建立三级质量员管理网络，将原品质部履行的现场质量管理职责赋予制造部门，让基层生产部门成为产品质量和服务管理的主体。为了真正践行全员质量管理的原则，公司对质量检验“三检制”职责进行调整，实施以工作者自检、互检为主导的产品质量检验模式，将首检、工序检和完工检的职能全部划归工作者，检验人员履行重点工序、零件完工和整机性能检验的现场质量管控职责，对工作者自检后交检不合格的行为进行考核，并在公司经济责任制考核机制的顶层设计植入质量和服务的元素。新的质量模式体现员工在产品质量和服务管理中

的主人翁地位，强化了制造过程质量管理的基础，使宁江机床的产品质量得到了切实保障。

三、重视基础技术研究和沉淀，建立产品质量持续改进机制，不断提升质量控制能力和实力

普什宁江建立有完善的研发和技术系统，下设六个专业技术研究室，包括各系列产品研究所、产品检测和试验研究室、制造技术研究室等，负责各专业技术研究、科研工艺攻关、产品质量改进等管理工作。公司建立系统的产品发展和质量改进长效机制，每五年制订企业产品和技术发展规划，每年均设立近百项产品开发、基础科研试验、质量改进和技术攻关等项目。这些项目除新产品研发外，有前瞻性技术储备、当前产品中应用技术攻关、新工艺、新结构、新材料、新刀具试验研究等技术积累类型的，而更多的则是通过生产制造过程、用户反馈等途径所确定的产品质量改进、工艺攻关试验方面的，解决产品质量可靠、工艺成熟稳定等难点、焦点问题。产品质量的持续改进有计划、有过程推进、有效果考核，改进的要求必须针对在制、库存以及出厂产品进行，形成闭环管理。

2009年起，公司借力“精密、高效卧式加工中心”国家重大专项课题的实施，引入机床产品设计可靠性技术，完善设计过程可靠性管控流程，并以此为契机，全力实施卧式加工中心系列产品单元化重构、产品故障模式的分析与改进；在产品的设计过程中，全面应用三维CAD设计技术、有限元分析技术、虚拟仿真技术等现代设计手段，开展结构优化研究和应用，有效提高产品设计质量；在制造过程中，针对影响产品质量稳定性、可靠性的质量特性，投入较大的资金，配置数控五面体加工中心、FMS柔性制造系统等关键生产设施，配置计量型三坐标测量机、空间精度激光干涉仪等检测设备，设计制造40余台套产品质量和可靠性试验装置，制定、实施、完善质量控制手段；同时，公司还不断完善制造过程的技术管理措施，建立实施以可靠性驱动的产品装配制造工艺，研究应用消除产品早期故障方法和可靠性增长试验等工作。通过这几年的努力，公司质量管

理能力和实力明显上了一个台阶。

四、贴近客户感受，使宁江机床的客户无后顾之忧

以顾客为中心，满足客户需求，贴近客户的感受，让顾客在使用宁江产品时无后顾之忧，这是公司长期不懈致力于打造宁江服务品牌所遵循的宗旨。公司在销售公司设立客户服务分部，专门从事产品售前、售中、售后服务管理。在南京、重庆、广州、上海、天津、西安等地建立服务工作站，形成完善的客户服务网络；利用社会资源打造和培育集产品推介、销售、服务、用户培训于一体的宁江机床“4S”专营店；建立由公司高层领导带队对用户进行不定期走访制度，识别顾客的需求与期望，倾听客户的心声。

宁江机床一直坚守机床行业25家制造商多年来的产品质量和服务承诺。公司在内部网络设立客户服务信息平台，建立适应公司产品系列特点的客户服务模式，实施用户安装调试服务时限考核制度，并制定一系列售后服务工作标准：对于用户反映的一般意见，由服务分部及时答复处理；较大的问题在4小时内向用户做出最终答复；重大问题及时向品质部直至公司总经理汇报；需要服务人员现场解决的，省内24小时内到达现场，省外24小时+旅途时间到达。对接收到的用户信息实行首问负责制，对售后服务人员资格实行准入制度，规定服务工作行为规范。同时，除按三包规定给予服务外，通过实施产品召回、主动服务、换货、现场维修、网上咨询、电话指导、回访等多种服务形式，让客户从我们的服务中真正感受到宁江品牌的价值，在市场上起到良好的示范效应。

产品质量和服务是企业永无止境的追求，企业的质量管理也更需持续不断的改进。公司将持续秉承“专、精、特”的产品发展规划，紧紧把握机床行业向数字化、智能化、集成制造方向发展的机遇，脚踏实地“经营”产品质量和服务。普什宁江始终怀揣着一个梦想：宁江机床要做国内一流的品质和服务，要成为“精致”的世界知名装备品牌，要实现“宁江机床 装备中国”的宁江装备梦。□

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	三菱电机有限公司	广告号码 464
Nanjing Technical Equipment Manufacture Co., Ltd.	front Cover	Mitsubishi electric Co., Ltd.	P16
约翰内斯·海德汉博士(中国)有限公司	广告号码 41	涌镇液压机械(上海)有限公司	广告号码 486
Heidenhain	inside front cover	Yongzhen Hydraulic Machinery (Shanghai) Co., Ltd.	P17
重庆机床(集团)有限责任公司	广告号码 128	河北博纳机床附件制造有限公司	广告号码 46
Chongqing Machine Tool (Group) Co., Ltd.	inside back cover	Hebei Bona Machine Tool Accessories Manufacturing Co., Ltd.	P18
第14届中国国际机床展览会(CIMT2015)	广告号码 20	保定向阳航空精密机械有限公司	广告号码 34
The 14th China International machine Tool Show	back cover	Baoding Xiangyang Avitation Precision Machinery Co., Ltd.	P19
哈斯自动数控机械(上海)有限公司	广告号码 119	北京凯恩帝数控技术有限责任公司	广告号码 138
HAAS Automation Asia Co., Ltd.	P1	Beijing KND CNC Technique Co., Ltd.	P20
沈阳机床(集团)有限责任公司	广告号码 36	第25届台北国际机床展	广告号码 207
Shenyang Machine Tool (Group) Co. Ltd.	P2	TIMTOS Exhibition	P21
海克斯康测量技术(青岛)有限公司	广告号码 101	四川长征机床集团有限公司	广告号码 337
Hexagon Metrology - Brown & Sharpe Qingdao, China	P3	Sichuang Changzheng Machine Tool Group Co., Ltd.	P22
德马吉/森精机公司	广告号码 113	哈尔滨量具刃具集团有限责任公司	广告号码 27
DMG Mori Co.	P4/P5	Harbin Measuring & Cutting Tool Group Co., Ltd.	P23
郑州市钻石精密制造有限公司	广告号码 486	济南二机床集团有限公司	广告号码 100
Zhengzhou Diamond Precision Manufacturing Co., Ltd.	P6	Jinan No. 2 Machine Tool Group Co., Ltd.	P25
北京北一机床股份有限公司	广告号码 47	上银科技有限公司	广告号码 398
Beijing Nol Machine Tool Co., Ltd.	P7	Hiwin Technologies Corp.	P26
健椿工业股份有限公司	广告号码 459	天津第一机床总厂	广告号码 88
KENTURN NANO. TEC. Co., Ltd.	P8	Tianjin No. 1 Machine Tool Works	P27
江苏新瑞重工科技有限公司	广告号码 264	北京阿奇夏米尔技术服务有限责任公司	广告号码 24
Jiangsu Shinri heavy Industry Science & Techology Co., Ltd.	P9	Agie Charmilles	P29
山特维克可乐满切削刀具(上海)有限公司	广告号码 488	2015 米兰欧洲机床展	广告号码 332
Sandvik Coromant Co., Ltd.	P10	EMO Milano 2015	P105
斯维福特南通精密机械有限公司	广告号码 10	品牌整版 + WMEM	广告号码 29
Swift Nantong Precision Machinery Co., Ltd.	P11	China Famous Brands of Machine Tools & Tools	P106
武汉华中数控股份有限公司	广告号码 90	品牌整版	
Wuhan Huazhong Numerical Control Co., Ltd.	P12	上海华谊精细化工销售有限公司 + 品牌	广告号码 322
马波斯(上海)商贸有限公司	广告号码 414	Shanghai Huayi Fine Chemicals Co., Ltd.	P107
MARPOSSP11	P13	深圳市南护群山胶木有限责任公司	广告号码 422
北京凯奇数控设备成套有限公司	广告号码 460	NANHUQUNSHAN	P108
Beijing CATCH CNC Equipment Co., Ltd.	P14		
洛阳鸿元轴承科技有限公司	广告号码 28		
Luoyang Hongyuan Bearing Technology Co., Ltd.	P15		

种齿轮加工方法的灵活性相结合,就是所涉及的制造方法获得成功的因素。

所讨论的铣削刀具使用的标准的硬质合金刀片在机床外很容易转动一个位置,也很容易保存在刀盒内。加工模数为4~10的,齿数小于30的齿轮的InvoMilling周期时间可以与使用高速钢的单滚齿相比。由于许多工序可以纳入到多任务中,齿轮可以在一次机床装夹内完成加工,其结果是缩短了交货时间和更换产品时间,从而具有可在

生产过程中临时插入产品优势,有利于单件、小和中等批量齿轮的柔性生产。

因此,即使制造齿轮本身的周期时间长于使用滚齿的时间,但缩短了总体制造时间。最后,由于无需等待制造专用刀具的时间,仅作一次新的装夹就可以开始生产了。通过推出InvoMilling,山特维克可乐满进行了技术升级,采用标准用途机床制造出高质量齿轮,显著地降低了加工成本,提高了灵活性,并大大缩短了交货时间。□

《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□

- 镗床 钻床
 磨床 加工中心
 齿轮加工机床 锯床
 FMS/FMC 电加工机床
 专用机床 自动化生产线
 板材加工设备 测量机
 机器人 工具
 附件 刀具
 控制装置
 其他特种加工机（如激光、水切割、等离子加工机等）
 其他设备（请具体说明） _____

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

11. 您计划参加 CIMT2015（第十四届中国国际机床展览会）的下列活动：

- 寻找代理 参加论坛
 参展 参观
 采购

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）

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

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。）

WMEM

October 2014

读者服务卡 Reader Service Card

Name: _____

Organization: _____

Title: _____

Address: _____

Tel.: _____ Fax: _____

E-mail: _____

（可装订名片）

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

<input type="text"/>										
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

14. 请您对本刊提出改进意见和建议：