

WMEM

世界制造技术与装备市场

World Manufacturing
Engineering & Market

No.6 2012
2012年12月
December 2012

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
经济导报社

地址: 香港湾仔轩尼诗道342号十六楼
电话: (852) 2572 2289 传真: (852) 2834 2985
电子邮箱: eiaet@pacific.net.hk
督印人: 郑光兴

顾问: 梁训瑄 于成廷

主任: 吴柏林

副主任: 王黎明 耿良志

编委:

关锡友 张志刚 龙兴元 黄 照 马伟良 元晋予
王陆洲 叶 军 刘家旭 周 辉 朱 峰 石 光
杜立群 刘炳业 陈 江 陈永开 陈吉红 宓仲业
赵甲宝 王 旭 张明智 魏华亮 毛予锋 李晶明
陈惠仁

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 徐安宁 陈德忠
徐 刚 吴建民 伍 衡 朱继生 李志宏 桂 林
李保民 汪爱清 王跃宏 张国斌 初福春 王明远
高克超 刘庆乐 王兴麟 董华根 胡红兵 李振雄

总编辑: 李华翔

副总编辑: 杨春林

编辑: 沈绍基 张芳丽

广告部主任: 韩 强

国际标准代号: ISSN 1015-4809

国内统一刊号: CN 11-5137/TH

国内发行: 北京报刊发行局

订阅处: 全国各地邮局

邮发代号: 80-121

广告总代理: 经贸广告有限公司

地址: 香港湾仔轩尼诗道342号16楼

电话: (852) 2591 2802, 9472 6072

传真: (852) 2834 2985

电子邮箱: wmem_ad@yahoo.com

惠赐广告, 请洽一沈绍基经理

承印: 北京汇林印务有限公司

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

2012年第6期(总第123期)

WMEM世界制造技术与装备市场

行业资讯 News

29 济二承担的印度通用汽车冲压项目正式投入生产等9则消息

特别报道 Special Report

32 实现角色转变 提升服务能力

——“飞机结构件制造工艺技术培训班”获得圆满成功

机床协会

Report on Training Class of Aircraft Manufacturing Technology

35 CIMT2013境内展区预备会在深圳召开

机床协会传媒部

The preparatory meeting on CIMT2013 was held in Shenzhen

36 极限制造彰显中国机床行业风采

——武重集团国家重大装备新品发布会在天津开发区召开

阎晓彦

Character of limited manufacturing in China

38 我国第一个机床国际标准项目正式起航

——IEC/TC44/PT60204—34首次工作组会议在京隆重召开

机械电气系统标委会

The first standard on machine tools in China

40 我国国际标准提案获得通过

切削机床标委会

China's motion on international standard was adopted

海外市场 Overseas Market

41 聚焦2012年美国国际制造技术展览会

机床协会

Report from IMTS 2012

48 来自意大利国际金属加工机床展的报道

李卫青

A review of 28.BI-MU

51 装备制造业企业海外并购热潮再涌

——中国装备制造公司并购四家德国公司

工信部装备工业司

Companies purchased from overseas in the field of equipment manufacturing

54 秦川美国拉削系统公司(ABM)商业模式已见成效

钟晓玲

It is successful in running of ABM

55 意大利机床与自动化订单减少

意大利机床协会

Third quarter negative machine order index trend in Italy

专题综述 Topical review

56 数控机床可靠性技术评述(下)

张义民

Evaluation on reliability of CNC machine tools(2)

64 主轴功能部件行业发展的思考及建议

武弘毅

Some thoughts and advice about development of spindle components sector

68 德国DMG和日本森精机合作发展态势引人关注

沈福金

Focus on the cooperation of DMG and Mori Seiki

WMEM

世界制造技术与装备市场

World Manufacturing Engineering & Market

编者的话

最新数据显示：中国11月制造业采购经理指数为50.6，创了近7个月的新高。这一数据无疑给经济寒冬中的人们带来了些许的温暖，也再次提振了广大国内机床工具行业企业的信心。

当前，面对严峻的市场形势，众多行业企业正积极行动起来，加大市场开拓力度，加快产品结构调整步伐，深入研究用户产品工艺特点，努力满足用户日益升级的产品需求。

对于机床工具制造业而言，缺乏对用户工艺的深入了解，缺乏为用户提供全面解决方案的能力是长期存在的突出薄弱环节，也是亟待解决的问题。近期，中国机床工具工业协会与中国和平利用军工技术协会共同承办的“飞机结构件制造工艺技术培训班”（见P33），就为行业企业了解飞机制造企业的产品工艺特点及设备要求提供了很好的交流平台，得到了广大行业企业的高度评价。

要满足用户不断升级的需求，创新是关键。前不久，CIMT2013境内展区预备会在深圳成功召开（见P35）。CIMT2013展会主题——创新，可持续发展，再次强调了创新的重要性。与此同时，一些行业企业也正以实际行动来不断丰富和诠释其“创新”的内涵与成果。

近期，济二承担的印度通用汽车冲压项目正式投入生产、武重集团国家重大装备新产品发布会成功举办、秦川美国拉削系统公司（ABM）商业模式已见成效……这一个个由创新驱动所带来的成果，令人鼓舞，催人奋进。

我们有理由相信，在全行业企业的共同努力下，中国机床工具行业在经历一个短暂的严冬之后，必将再次迎来温暖的春天。

本刊编辑部

版权所有，未经本刊书面许可，不得转载。

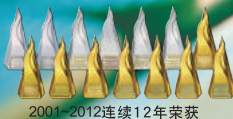


Motion Control and System Technology

荣登福布斯杂志(Forbes)
2012亚洲企业200强

智慧自动化 尖兵

全球创新科技



2001-2012连续12年荣获
台湾精品金质奖



工业机器人 KK系列

Industrial Robot KK Series

- 体积小 • 简洁化设计 • 高精度
- 高刚性 • 安装容易



滚珠丝杠
Ball Screws



直线导轨
Linear Guide



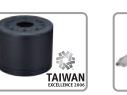
工业机器人
Industrial Robot



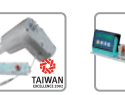
直线电机
Linear Synchronous Motor



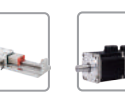
交叉滚柱轴承
Crossed Roller Bearing



直驱式定位平台
TMS Torque Motor



线性致动器
Linear Actuator



位置量测系统
Positioning Measurement System



AC伺服马达
AC servo motor drives

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
www.hiwin.com.tw
business@mail.hiwin.com.tw

关系企业








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

Matrix Machine Tool
matrix-machine.com

中国大陆主要代理

天津罗升企业有限公司
天津市空港物流加工区西十道3号
Tel: [022] 2355-6000 邮编: 300308

天津隆创日盛科技有限公司
天津市南开区长江道众望大厦-1-405
Tel: [022] 2742-0909 邮编: 300193

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

上海诺银机电科技有限公司
上海市闵行区金都路1338号1幢108室
Tel: [021] 5588-2303 邮编: 201108

HIWIN海外厂

美国
www.hiwin.com

日本
www.hiwin.co.jp

德国
www.hiwin.de

瑞士
www.hiwin.ch

捷克
www.hiwin.cz

法国
www.hiwin.fr

以色列
www.mega-fabs.com

索取数据请将号码09填入读者服务卡

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

Economic Information & Agency

Add: 16/F., 342, Hennessy Rd., H.K.

Tel: (852) 2572 2289 Fax: (852) 2834 2985

E-mail: eiaet@pacific.net.hk

Supervisor: Zheng Guang Xing

Edit-Committee Consultants: LIANG Xun-xuan, YU Cheng-ting

President of E-C: WU Bai-lin

Vice President of E-C: WANG Li-ming,
GENG Liang-zhi

Committeemen:

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

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

Chief-Editor: Li Huaxiang

Deputy Chief-Editor: Yang Chunlin

Editor: George Shen Zhang Fangli

Advertising Manager: Han Qiang

ISSN 1015-4809

CN 11-5137/TH

Post Distribution Code: 80-121

Advertising Agency:

E & T Advertising Ltd.

Add: 16/F., 342, Hennessy Rd., Hong Kong.

Tel: (852) 2591 2802, 9472 6072

Fax: (852) 2834 2985

E-mail: wmem_ad@yahoo.com

For advertising, please contact —

General Manager: George S.J. Shen



Publisher

Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG,
Kolbergerstrasse 22, D-81679 Muenchen,
Phone +49 89 99830-254 Fax +49 89 99830-6 23,
http://www.hanser.de

Publishing Director: Michael Himmelstoss

E-Mail: epe@hanser.de

Advertising Director: Dietmar von der Au

Tel. +49 89 99830-214 Fax +49 89 99830-623

E-Mail: au@hanser.de

EPE powered by



目录 CONTENTS

2012年第6期 (总第123期)

- 70 我国滚动轴承电主轴的发展 徐同申
The development of motor spindle with rolling bearing in China

展会信息 Exhibition

- 72 第十三届中国国际机床展览会 (CIMT2013•北京) 展品预览 (一)
What to be shown at CIMT2013
- 77 从CCMT2012看金属成形机床的新发展 刘 刚
New development of metalforming machines reviewed from CCMT2012
- 82 CCMT2012制齿装备精品荟萃 马 云
High quality gear manufacturing equipments at CCMT2012

产品与技术 Production & Technology

- 88 独特的用于硬车削的可转位刀片 Christer Richt
Unique insert improves efficiency in hard turning
- 91 EPC-8000型电动螺旋压力机的性能及应用研究 张元良等
Performance and application of EPC-8000 press machine
- 97 SINUMERIK 802D sl G/N系统在数控外圆磨床的应用 周繁荣
Application of SINUMERIK802D sl G/N on CNC cylindrical grinder
- 99 国产数控机床的进步与差距 王 雷
Progress and gap on domestic CNC machine tool

企业风采 Enterprise Features

- 103 数控龙门铝锭组合铣床成为齐二机床新的经济增长点 江崇民 刘 超
CNC gantry type milling machine for aluminium pig
- 104 天水锻压: “中国速度” 在这里拓展 白 峰
Tianshui Matelforming Machine Tool Company: China speed
- 106 《世界制造技术与装备市场》(WMEM) 2012年总目次
General Contents of WMEM in 2012

欧洲生产工程 EPE

- 110 ProductionChuck助力Icon6-250多轴加工中心 瑞士Icon工业公司
Better mechanically with balls
- 111 小钻头大作用 KONRAD MUCKE
Small drills with a big bite
- 113 专用—集成—开放 T•Cselle
——涂层行业新标准
Dedication-integration-open source

相关产业

- 116 哈斯机床助力品牌漆弹枪生产商
- 96 广告客户索引advertisers' index

济二承担的印度通用汽车冲压项目 正式投入生产

2012年11月8日,济南二机床集团有限公司(以下简称济二),为通用汽车印度公司提供的5250吨全自动机器人送料冲压生产线投入生产。GM全球生产制造总裁兼国际运营部总裁Timothy E Lee出席了启动仪式。济二副总经理赵晋荣也应邀出席并在首个冲压件上签字留念。



通用印度冲压项目是济二作为国际总承包商实施的首个海外“交钥匙”项目,开启了国产重型冲压装备进入国际高端市场的崭新一页。从签约到投产历时一年半,济二以高水准的研发水平和制造实力完满收工。作为通用印度HALOL工厂唯一的冲压生产线,通用各方对整机质量、项目管理、进度控制,以及施工安全、运输清关等方面都给予了较高评价,感到非常满意。

印度通用项目经理Mr. Rajeev Ranjan表示,济二是他在GM工作多年,目前为止最满意的合作伙伴。(吴艳玲供稿)

汉江机床喜获三项国家专利

近日,汉江机床有限公司自主设计的“数控多线硅片切割机床”获国家知识产权局“外观设计专利”证书,自主研发的“数控多线硅片切割机床活动可调式导丝辊主轴装置”和“超长行程精密传动装置”分别获国家知识产权局“实用新型专利”证书。

截止目前,陕西汉江机床有限公司共获国家发明专利1项、外观设计专利2项、实用新型专利15项。(唐照河供稿)

组合机床分会召开第七届会员大会 暨七届一次理事会会议

中国机床工具工业协会组合机床分会第七届会员大会暨七届一次理事会议,于2012年11月6~8日在河南洛阳召开。组合机床分会共有54家单位的110名代表出席本次大会。中国机床工具工业协会毛予锋副秘书长宣读了中国机床工具工业协会关于同意组合机床分会召开第七届会员大会进行换届选举的批复。



大会由理事长姜怀胜同志主持,本届会员大会的主要议程是:审议并通过第六届理事会工作报告、财务经费结算的报告、分会财务管理制度、修改分会工作条例和会费收缴办法。选举产生了第七届理事会,召开七届一次理事会并选举理事长、副理事长,聘任秘书长和副秘书长。

同时会议研讨了组合机床市场和行业发展情况,以及现阶段行业存在的突出问题。会员之间也就企业改制、企业管理、产品价格、交货期、技术创新及秘书处的建设等问题进行了广泛交流。

(组合机床分会供稿)

天水锻压生产经营两旺

今年以来,甘肃省天水锻压机床(集团)有限公司积极克服市场不利因素,不断提高企业竞争力。在企业内部,加强员工操作培训,苦练内功,



天水锻压机床（集团）有限公司三分厂员工正在进行设备安装和调试

狠抓质量，不断优化产品工艺，使生产组织井然有序，实效管理推进效果得到进一步巩固，产品质量实现稳步提升，产能得到充分释放。在企业外部，提升市场快速反应能力，主动出击，积极抢占市场。当前企业呈现出产销两旺的喜人局面。

SK7720B数控蜗杆磨床推介会 取得圆满成功

日前，汉江机床销售总公司在浙江萧山成功举办新产品SK7720B数控蜗杆磨床推介会，来自江苏、浙江等地的60多家减速机行业客户参加了汉机公司举办的新产品技术讲座，并观看了SK7720B机床演示。公司总经理向明新，与各个厂家代表进行了深入交谈，同时介绍了公司今后产品研发方向及长远发展规划，并现场回答了用户提问，同时为杭州东江机电有限公司颁发了销售代理金牌。推介会期间，共签订机床合同480万元，后期意向合同近千万元。

据了解，SK7720B是汉机公司在S7720A的基础上，为满足用户需求进行技术升级后推向市场的第四代产品。该机床选用SIEMENS 840DSL数控系统控制，可实现七轴三联动；修整进给由伺服轴控制，可将每次修整量补偿至砂轮架进给，实现自动补偿；工作台移动、砂轮架进给配置光栅尺，实现全闭环控制；头架主轴旋转配置增量式角度编码器，实现全闭环控制；砂轮架回转由伺服轴控制，用以在变导程蜗杆磨削加工中砂轮适应工件螺旋角的变化。

（李秀国供稿）

桂林机床荣获两项国家发明专利

今年以来，面对新一轮金融危机影响，桂林机床股份有限公司在困难中加快科技创新步伐，最近获得两项国家发明专利——“转轴单向锁紧装置”和“模块化长距离组孔镗削法”。

“转轴单向锁紧装置”发明专利，是针对产品传统锁紧机构的不足之处，采用的一种转轴单向锁紧装置，提供一种停电时对转轴锁紧，防止反转的锁紧机构，结构简单，工作可靠。当液压系统供油时，转轴可正反转；停电时，转轴可正转反转制动。该装置最适合在该公司26系列和25系列龙门铣床横梁升降滚珠丝杆上运用，并可用于升降台铣床升降部件的自锁。

“模块化长距离组孔镗削法”发明专利，是根据工件内部组孔位置，在工件上端各工艺窗口处安装辅助支撑架。各辅助支撑架上固定安装刀杆导套，从工艺窗口伸入工件内腔，实现导套对镗杆的多点扶位，解决长镗杆的支撑问题。“模块化长距离组孔镗削法”的辅助支撑架安装简便，灵活性大，工装成本低，对镗孔机床的精度和类型要求不高，适应单件小批量生产。

截止目前，该公司共获专利授权18项，其中发明专利4项，实用新型专利14项。（余庆供稿）

山高刀具2012秋季新闻发布会 在襄阳举行

日前，瑞典山高刀具（上海）有限公司在湖北襄阳举行了“2012秋季新产品发布会暨媒体恳谈会”。来自北京、上海、成都等地的多家媒体记者出席了新闻发布会。会上，山高刀具（上海）有限公司市场总监王魄先生首先介绍了该公司最新推出的几款产品，主要包括：方肩铣削应用表现卓越的Turbo 10 铣刀；新一代高进给铣刀High Feed 2；适合于大槽宽铣削的三面刃铣刀 335.25；带有分屑槽的 Jabro JS554 长型系列铣刀；新型金属陶瓷MP1020 铣削材质等级；用于 Precimaster 的高性能材质等级RX2000 & RX1500等。这些新产品均



是为满足客户特定需求而研制的，主要用于解决铣削和孔加工领域所遇到的切削难题。

在介绍产品之后，山高刀具（上海）有限公司董事总经理蒋文德先生进行总结发言并接受了记者们的提问。与会代表也就当前制造业的形势及客户对刀具的需求等发表了各自见解。

夹具分会召开第七届会员大会 圆满完成分会换届工作

2012年9月18~20日，《中国机床工具工业协会夹具分会第七届会员大会》在贵阳隆重召开。夹具分会13个会员单位和省市夹具协会共30名代表出席会议。

夹具分会第六届理事会王学良理事长以《坚持务实服务、促进科学发展》为题做分会工作报告，全面回顾了分会第六届理事会四年来的工作，对分会今后的工作提出了建议。按照中国机床工具工业协会章程和夹具分会工作条例的规定，通过民主选举，天津市泽尔数控机床成套有限公司当选为夹具分会第七届理事会理事长单位；保定向阳航空精密机械有限公司和宁波市鄞州飞翔组合夹具厂当选为副理事长单位；选举深圳市天凌高实业发展有限公司等七个企业组成夹具分会第七届理事会。刘新昭理事长宣布聘任吴建民同志为分会秘书长，刘佩同志为副秘书长。

会议期间，与会代表还对夹具行业发展的思路进行了广泛深入的讨论，交流了各自单位发展情况和改革创新的经验，并提出了许多建议。

（王颖莲供稿）

最新高重复精度钢光栅的 封闭式直线光栅尺

海德汉推出最新改进设计的LF系列紧凑外壳和标准外壳高精度封闭式直线光栅尺，它提供更高精度和更高可靠性。这类全新直线光栅尺不仅适用于直线电机，也特别适用于磨床、坐标镗床和其他高精度机床的位置测量应用。

为保证采用直接驱动技术机床的高精度和高动态性能，位置编码器必须提供足够高的分辨率和重复定位精度，只有这样才能确保低速时对速度的准确控制。因此，细分误差极小的高质量直线光栅尺是这类应用不可或缺的技术手段。基于光电干涉扫描原理的海德汉LF系列直线光栅尺具有突出的技术优势。该直线光栅尺栅距只有 $8\mu\text{m}$ ，其信号周期只有 $4\mu\text{m}$ 。在扫描信号中基本没有高次谐波，可允许高倍频细分。改进设计的LF 185和LF 485直线光栅尺的单信号周期位置误差基本 $<\pm 0.04\mu\text{m}$ 。相当于不到信号周期的1%。



测量基准为钢基体的SUPRADUR光栅。因此该直线光栅尺有确定的温度特性， $\alpha_{\text{therm}} \sim 10 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ 的线膨胀系数与大多数机床的材质线膨胀系数相同。增大扫描面积的单场扫描方法使该光栅尺对局部污染不敏感。

LF 185和LF 485直线光栅尺还具有测量方向刚性好的特点。这是机床能有高质量和高精度运动的前提条件。此外，光栅尺优良的动态性能还来源于其运动部件重量的进一步减轻。

多年来，海德汉封闭式直线光栅尺已成为高精度、高重复精度和高效率机床的首选产品。

实现角色转变 提升服务能力

“飞机结构件制造工艺技术培训班”获得圆满成功

中国机床工具工业协会

11月30日，为期3天的“飞机结构件制造工艺技术培训班”圆满结束并在沈阳举行了结业式。该培训班是继今年4月在北京举办“汽车发动机关键零部件制造工艺技术培训班”之后，计划中重点领域用户工艺系列技术培训活动的第二次培训班，由工业和信息化部装备工业司、国防科技工业局发展计划司联合主办，中国机床工具工业协会、中国和平利用军工技术协会承办，中航工业沈阳飞机工业（集团）公司（简称“沈飞公司”）协办。

结业式上，工业和信息化部装备工业司王富昌巡视员和机械处王建宇处长、国防科技工业局发展计划司陈振华副调研员、辽宁省经信委李怀东处长、沈阳飞机工业（集团）有限公司袁立总工程师、沈阳黎明航空发动机有限公司王少刚总工程师、沈阳飞机工业（集团）有限公司杜宝瑞副总工程师、中国机床工具工业协会副秘书长陈惠仁等领导出席仪式。结业式由陈惠仁主持，王富昌做了重要讲话。与会领导为来自28家机床工具企业的61位

参加培训的学员颁发了结业证书，给其中10位考核成绩优异的学员颁发了奖状。

结业式后，王富昌、袁立和陈惠仁等领导接受了新华社、《经济日报》、《科技日报》、《中国工业报》、《机电商报》、《中国机床工具》报和中国机床工具工业协会官方网站等媒体记者的采访。

众所周知，我国飞机制造业和机床工具制造业经过连续10年的高速发展，均取得了令世人瞩目的成绩，行业自身也都发生了全面而深刻的变化。然而进入“十二五”期间以来，机床工具业遇到市场环境的显著变化，也同时面临着调整结构、转型升级的新挑战。

对于机床工具制造业而言，缺乏对用户工艺的深入了解，缺乏为用户提供全面解决方案的能力是长期存在的突出薄弱环节，是制约机床工具产品进入飞机制造业等高端细分市场领域的主要障碍。从而导致国内这些市场长期处于依赖进口的被动局面。本次培训班的目的就是，引导我国机床工具制造企业更加重视用户工艺技术的深入研究，投入必要的资源，培养一批熟悉重点行业核心制造领域用户工艺的专家，提高为用户提供装备的针对性和适用性，并逐步培养具备为用户提供完整解决方案能力的人才，努力实现由简单的“商品提供者”向“用户工艺师”的角色转变，从而推动我国机床工具业和飞机关键零部件制造领域加深合作，共同发展，尤其是推动我国机床工具制造业提高整体素质，不断提升为重点领域提供装备和服务的综合能



力，加快行业转型升级步伐。

据了解，本次培训班的学员构成主要是机床工具制造企业的技术、市场负责人和产品设计、制造、销售工程师。

为办好本次培训班，中国机床工具工业协会牵头，协同有关各方经过几个月的紧张筹备，在授课专家的选聘、教学大纲的编制、授课教材的编写，以及培训班的会务安排和组织等方面做了大量艰苦细致的工作。精心选聘了7位在飞机关键件制造领域具有丰富经验和扎实技术功底的专家担任授课教师。本次培训班还是在沈阳飞机工业（集团）有限公司罗阳董事长、总经理突然去世的极其特殊的情况下举办的，沈飞公司为培训班的顺利开班付出了极大的努力，在沈阳的相关航空和机床企业也为此提供了大量无私的帮助，令主、承办各方和学员们

非常感动。

在紧张的培训中，培训班围绕飞机结构件制造技术，具体选择了5个技术专题，结合现场参观，为学员们安排了6场专题技术讲座。丰富翔实的教学内容让学员们受益匪浅。学员们普遍表示，经过几天的培训，不但对国内外飞机零件的研发、制造现状、主要发展趋势和解决途径有了比较清楚的了解，尤其对飞机结构件加工工艺特点、技术难点有了比较全面的认识，从而对该领域需求的机床工具装备的功能、性能特点有了更加深入准确的把握，所有这些对于提高机床工具业为飞机制造领域提供有效装备和服务是非常重要的。

工信部领导对本次培训工作提出了具体希望和要求，提出要认真总结此次培训经验，进一步在航天、船舶制造和能源发电等重点服务领域推广。□

学员感受

结业式后，记者在现场对学员进行了简短采访，几乎所有学员都很兴奋地讲述了他们参加本次培训的体会和收获，下面是其中几位学员的培训感受，与读者分享。

武汉重型机床集团有限公司镗床所设计室主任 吴海强



在本次学习培训中，主、承办方安排了经验丰富的老师，为学员进行了精彩、细致的培训和辅导答疑，使我们对飞机制造行业有了更深入的认识和了解，受益匪浅。结合我公司专项产品——重型卧式车铣复合加工中心的开发研制，我们对高强度钢、钛合金钢的加工特性、优选加工工艺方案等有了全面的认识和了解，让我们更有信心完成该任务。同时，通过本次学习，我们感受到了机床行业在我国航空事业发展中具有责无旁贷的责任和义务。

广州数控设备有限公司218MC项目组项目经理 李智



航空零部件的加工是加工制造业的高端领域，我们一直想为该领域提供服务，但苦于对该领域制造工艺不了解，很难提供适用的产品和技术。通过这次培训，我们获得了三方面的收获：（1）了解了飞机结构件加工的工艺，使我们清楚了应该提供什么样的产品和服务。（2）了解了我们的产品与当今主流产品相比存在哪些具体的不足。（3）通过交流活动，我们捕捉到了一些潜在的合作机会。这次培训内容多、涉及面广，我们需要经过进一步的消化吸收，并结合我们产品的特点，找准市场定位，争取早日在航空制造领域占有一席之地，谋求更大的发展。

哈尔滨量具刃具（集团）有限责
任公司数控刀具公司副总经理、总
工艺师 于海宏



这次培训十分重要和及时，使我们学习和认识了飞机制造材料和加工工艺技术，了解了国家飞机制造企业对国产先进数控装备和刀具的迫切需求和要求，同时使我们看到了自身存在的差距和努力方向。在为我国航空事业取得的辉煌成就欢欣鼓舞的同时，我们也为我国航空事业对国外设备和刀具的依赖和受到的种种限制感到痛心。通过实施重大专项，我们虽然在数控机床、数控系统等方面取得了很多重大突破，但很多成果在实际应用和产业化方面还存在很多不足，我们对航空制造这样的高端领域认识还很不足。通过这样的培训，供需双方增进了相互了解，有利于找准合作的契合点，促进共同发展。

沈阳机床（集团）有限责任公司
技术中心工程师 张瑜



参加本次飞机结构件制造工艺培训，使我收获颇丰：（1）了解了国内外飞机制造技术的发展现状以及国产数控机床与国外机床之间存在的主要差距。

（2）学到了典型飞机结构件的材料特性、结构特点及制造工艺流程，深入了解了飞机制造企业的需求，为我们机床企业研发面向航空领域的高端数控设备提供了技术支持。（3）通过参观加工车间，实现了理论和实践相结合，加深了对飞机结构件制造工艺的了解。

最后，作为一名用户工艺研究人员，真诚希望相关部门多开展这样的重要领域关键部件制造工艺培训活动，使我们机床企业深入了解用户的实际需求，加深双方的交流和合作，争取早日具备为用户提供全面解决方案的能力。

济南二机床集团有限公司市场部副经理 史振文



济南二机床非常重视此次培训机会，派出3名技术人员参加，其中包括两名十几年设计经验的机床设计员和一名老工艺员。

我认为这次培训班办得非常好，将机床制造商、机床用户以及研究院校三方组织在一块，共同交流，研究航空加工件的加工制造工艺特性，让机床设计员和工艺员能真实地了解到航空用户当前对装备的迫切需求，近距离接触用户的加工制造现场，认清国产机床和功能部件在实际应用中存在的具体问题。机床制造者搞清楚了这些重点用户的制造工艺和需求，才能够做好机床设备的技术改进，解决当前国产装备存在的各种问题。因此这是一次非常有效果的培训和供需交流会，希望协会能定期办下去，并不断总结经验，提升培训效果。□



CIMT2013境内展区预备会在深圳召开

中国机床工具工业协会信息传媒部

2012年11月13-15日,第十三届中国国际机床展览会(CIMT2013)境内展区展览预备会在深圳召开。本次展览预备会的主要议程是,向展商介绍机床工具行业当前经济运行情况、CIMT2013展会境内招展情况及布展原则,展商与主办方签订参展和广告宣传合同,咨询展商和展品宣传事宜,与展会合作单位签订运输、搭建、生活接待等合作合同或进行相关咨询。

13日上午召开了全体代表会议。会议由展会主办方,中国机床工具工业协会副秘书长毛予锋主持,中国机床工具工业协会副秘书长陈惠仁、李晶明,中展集团项目合作部郭秀伟经理,中国外运北京公司徐旭总经理,北京笔克展览服务有限公司李麒总经理和北京时代龙马国际会议展览有限公司杨东燕副总经理等在主席台就坐并发言。来自全国各

地近200家境内展商的代表、主承办方及展会合作单位工作人员等230余人参加了会议。

李晶明副秘书长在报告中分别介绍了行业经济运行形势、CIMT2013展会境内展区招展情况、展品中的亮点及展位分配原则等。鉴于总体形势,主办方及早拿出了招展规模不降反升的方案,并在招展结束的同时确定了展会主题:创新·可持续发展。李秘书长倡导,展商们要仔细揣摩该主题,并将最具代表性的展品和技术展示出来。截至目前,CIMT2013的展览面积可满足率仅有35%,仍有近400家展商没能获得参展机会。对于首次申请参加CIMT展会的新展商,以及要求扩大面积的老展商,我们始终坚持公正、公平、公开的展位分配原则。像三一精机、中传重型、南传激光、山东永华等都经过了四部门专家的集体讨论、决策,最终才获得了展览面积。李秘书长还介绍说,本届CIMT展品中,不乏数十条成套生产线、大量配套工业机器人等亮点。最后,李秘书长坦诚地就以往展会中存在的问题提出改进意见,如水电气问题、馆内佩戴安全帽问题、个别展商提前撤馆、展场搭建不通透、高分贝音响等。

陈惠仁副秘书长在发言中对CIMT2013展会的主题——创新·可持续发展,又进行了全面、深入

(下转第39页)





极限制造彰显中国机床行业风采

——武重集团国家重大装备新产品发布会在天津开发区召开

中国机床工具工业协会信息传媒部 阎晓彦

2012年11月2日，在天津滨海重机工业园区天津赛瑞机器设备有限公司内，武重集团召开了“国家重大装备与极限制造”新产品发布会。

出席发布会的有工信部装备工业司王建宇处长，以及中国机械工业联合会、中国兵器工业集团、湖北经信委、武汉市经信委的有关领导。中国机床工具工业协会的常务副理事长吴柏林、名誉理事长于成廷、副秘书长陈惠仁应邀出席了发布会。



参加发布会的用户单位有：中国一重（天津）、哈尔滨电机厂、沈阳鼓风机集团等20多家大中型企业；媒体有：人民日报、新华社、中央电视台、科技日报、经济日报等16家，《中国机床工具》报也应邀参加了发布会。武重董事长、党委书记黄照致欢迎词。吴柏林代表机床行业讲话，向武重新产品的发布表示祝贺。

与其说召开的是新产品发布会，其实更像是一场别开生面的多品种国家重大装备产品交钥匙工程的剪裁仪式。因为，武重集团制造完成不久的4台极限制造的重大装备刚刚安装落成在天津赛瑞机器设备有限公司的同一间厂房里，并开始运行。出席发布会的人都被眼前这几台高大而气派的机床感染和震撼。这不能不说是国产极限制造装备的一次集中亮相，也是武重集团制造和研发实力的集中展现。这是继英国谢菲尔德工厂一次性购买多品种武重超重型机床之后，又一个武重集团销售策略的成功案例。这不但充分显示了武重集团在加入中国兵器工业集团以后的强劲的研发实力，也刷新了由武重保



持多品种重型机床极限制造的世界纪录。

武重的这4台多品种国家重大装备产品包括：

(1) CKX53280型立式铣车床：过中心最大加工直径14米，垂直刀架滑枕行程5米，侧刀架滑枕行程4米，立柱高达23.2米，工作台直径达12.58米，重达256吨，可加工直径28米、高13米、重量800吨的零部件，其加工规格为世界之最，将填补我国国产机床加工大型核电关键零件压力壳的空白。

(2) FB320型超重型数控落地铣镗床：镗轴直径达到320mm，主轴最高转速1000r/min，回转工作台承重达600吨，目前仅德国、捷克等少数几个国家能生产相同规格的产品，而武重在某些领域实现了新的超越。

(3) KU2680型超重型数控双龙门镗铣床：采用超重型、大跨距、长行程、高速移动双龙门，龙门间距10米，工作平台长64米，龙门移动部件重300吨，在此基础上实现了高速度、高刚性、无间隙、快速动态响应的平稳运行。而此种规格的龙门镗铣床在我国尚属首例，世界罕见。

(4) DL250超重型数控卧式铣车床：作为国家重大专项，打破了国外的技术封锁和限制，成功地为国家战略装备的研制提供了关键加工技术保障。该机床可加工500吨的工件，为世界之最；其直径1000mm的超重型高精度静压主轴轴承的径向跳动已达0.006mm。该机床获得了中国兵器工业集团重大科技创新一等奖，并成为国家“十一五”科技重大专项十大标志性重大装备，获得“十一五”国家科技执行突出贡献奖。

机床的“个头”在不断长大，技术含量也在不断增加，这些都充分体现出我们机床行业的技术在进步，实力在增加。国产用户能一次性购买多品种超重型的机床，在国内还是第一次。感谢国产用户天津赛瑞机器设备有限公司给机床行业提供的这个平台。尤其在当前经济形势较为严峻的情况下，武重集团召开新品发布会，更能提升我们行业的士气，振奋精神，增强信心。机床行业要充分利用好用户提供的平台，多为国家重点领域提供所需装备。我们衷心希望武重集团为中国机床行业做出更大、更新的贡献，也预祝武重集团的明天更灿烂。 □

我国第一个机床国际标准项目正式启航

——IEC / TC44 / PT60204-34首次工作组会议在京隆重召开

全国工业机械电气系统标准化技术委员会秘书处

国际电工委员会第44技术委员会（IEC / TC44）PT60204-34首次工作组会议于2012年9月10~13日在北京国际会议中心隆重举行。IEC / TC44中国国家委员会主席、全国工业机械电气系统标准化技术委员会主任委员、原北京机床研究所所长杨京彦，IEC / TC44中国国家委员会副主席、全国工业机械电气系统标准化技术委员会副主任委员、国家机床质量监督检验中心主任赵钦志到会指导。来自美国、德国、西班牙、韩国、日本和中国的IEC 60204-34工作组专家及特邀代表共计25人参加了本次会议。IEC / TC44中国国家委员会主席杨京彦先生代表会议主办单位致欢迎词。杨京彦先生在致词中指出，IEC60204-34首次工作组会议在北京隆重召开，是中国机床行业积极参与国际标准化工作进程中的一件盛事，中国将严格按照ISO/IEC标准制定工作导则要求，加强与工作组专家联系与沟通，共同努力做好该

项国际标准项目的制定工作。

会议由全国工业机械电气系统标准化技术委员会秘书长、IEC 60204-34工作组组长黄祖广先生主持。在举行简短而隆重的开幕式后。会议进入了正式议程，当天会议主要进行了“NWIP 60204-34投票结果报告”和“IEC / 44 / 659 / RVN文件的74条投票意见处理”两项议程。会上大家对投票意见进行了逐条、认真、细致和热烈的讨论，并提出了许多建设性意见。

9月10日晚上，IEC / TC44中国国家委员会主席杨京彦先生在全聚德奥运村店隆重举行了招待晚宴，热情款待来自各国的工作组专家，并特邀国家标准化管理委员会国际合作部刘昕处长、工业二部王莉处长，中国机械工业联合会杨学桐执行副会长、李冬茹副秘书长，中国机床工具工业协会行业发展部孙涓高工等有关领导和嘉宾亲临指导。国家标准化管理委员会国际合作部刘昕处长、中国机械工业联合会杨学桐副会长分别代表标委会的上级主管单位做重要讲话。IEC / TC44中国国家委员会副主席赵钦志先生代表会议主办单位致辞。晚宴由IEC / TC44中国国家委员会主席杨京彦先生主持。当晚共计35人出席了招待晚宴。

9月11日下午，IEC 60204-34工作组全体与会专家、代表一行共计26人前往北京机床研究所工研精机股份有限公司参观。北京机床研究所所长刘炳业、副所长李工利，以及工研精机公司副总裁王成举、总工程师贺大兴接待了



IEC 60204-34工作组专家一行，并向来宾介绍了北京机床研究所和工研精机公司的发展情况。晚上，刘炳业所长、李工利副所长代表IEC 60204-34《数控机床电气设备及系统安全》国际标准项目组长单位——北京机床研究所，宴请了全体与会专家和代表，感谢他们长期以来对中国国际标准提案的支持和帮助，并希望机床所能与工作组各成员国一道，协同工作，努力确保项目按计划完成，为IEC/TC44国际标准化工作的发展贡献力量。

本次会议的主要议题是：（1）对IEC/44/659/RVN各成员国投票意见的处理。（2）确定IEC 60204-34工作组工作计划。（3）讨论IEC 44/649/NP提案，制定IEC 60204-34工作组草案。

自2012年1月20日我国第一项机床国际标准提案在IEC成功立项以来，IEC 60204-34项目组长单位、标委会秘书处挂靠单位——北京机床研究所做了大量的准备工作，先后召开了2次国内专家工作组会议，1次中日联合工作组会议，对各成员国的投票意见和标准提案的修改方案进行了广泛和深入的讨论。IEC/TC44/PT60204-34首次工作组会议的顺利召开，标志着我国第一个机床国际



标准项目正式启动。

IEC 60204-34标准提案是由全国工业机械电气系统标准化技术委员会（SAC/TC231）组织行业骨干企业提出，由SAC/TC231秘书处挂靠单位北京机床研究所牵头实施。IEC 60204-34标准提案规定了“机床的电气、电子、数控、可编程序电子设备及系统等的安全要求”，是机床行业核心的安全标准之一，直接关系到机床产品的安全和进出口贸易。该项目的正式启动，标志着我国机床行业实质性参与国际标准化工作方面迈上了一个新台阶，扭转了我国在机床国际标准化方面的被动局面，对提高我国参与国际标准化活动的质量和水平，增强我国在国际标准化组织中的影响力和话语权，推动我国机床行业的国际标准化工作，提升我国机床产业国际竞争力有着重要意义。□

(上接第35页)

的诠释。并指出,展会主题要体现行业在新形势下的转型升级。办好CIMT这样一个国际品牌展会,对于全行业的发展具有相当重要的意义。陈秘书长指出,参展商才是展会的主体,参展商的转型升级和发展才能真正展示出展会的主题和品位。而参展商的参展水平的提升,与国际知名展商差距的缩小就是转型升级。陈秘书长实事求是地道出了境内展商与国际展商的差别:一是理念的差距,即参展只面向自身产品,而不是面向用户需求;二是展示层次的区别,境内展商重在展产品,而国际展商更注重展示解决方案;三是在宣传方面,我们往往强调展品广泛适用于各领域,而国际展商强调展品特别适用于某特定领域;四是要注意,展品的表面光鲜和精良品质之间是存在差距的,要更注重展品品质。最后,陈秘书长特别指出,参展时,展商更要注意

展品之外的差距,参展不仅仅是展示产品,参展人员的精神面貌和素养更能体现展商的水平。并且,在宣传策划和文字方面要实事求是,不能夸大其词或言过其实。

中展集团郭秀伟经理、中国外运北京公司徐旭总经理、北京笔克李麒总经理和北京时代龙马杨东燕副总经理等分别介绍了各自承担的相关工作、力争改进的承诺和展商需注意的相关事项等。中国机床工具工业协会展览部谢赞副主任介绍了接下来签约工作的相关事宜,并希望展商们认真、按时填报“展商手册”中的各项内容,特别是表2和表3等为展商进行免费宣传所需的部分。希望展商们随时关注机床协会官方网站,展会有关活动信息都会在网站上及时发布。

参会代表们认真倾听了每个单位的发言并都做了详细记录,会议在严肃认真的气氛中结束。□

我国国际标准提案获得通过

全国金属切削机床标准化技术委员会

经国际标准化管理委员会批准,以全国金属切削机床标委会秘书长李祥文为团长、中航工业成都飞机工业(集团)有限责任公司牟文平、陕西秦川机械发展股份有限公司胡万良为成员的中国代表团,于2012年9月24~28日参加了ISO/TC39/SC2第74次国际会议。

会议在瑞典Sandviken世界著名刀具公司Sandvikcoromant(山特维克可乐满)公司总部一楼会议室召开,参加会议的成员国包括美国、瑞士、德国、意大利、英国、荷兰、瑞典、日本及中国等9个国家,代表人员共26人。

会议由ISO/TC39/SC2秘书长Mr. Alkan Dommez博士主持。ISO/TC39主席Wolfgang Knapp博士和ISO/TC39/SC2主席Joseph Dean Drescher博士全程参加了会议。

本次会议除审议修订的ISO/DIS230-2《机床检验通则-第2部分:数控机床数控轴定位精度和可重复性定位精度检测》等9个国际标准草案外,研究讨论了中国提出的《加工中心用“S”试件》国际标准提案也是本次会议的一项重要议题。

中国提出的《加工中心用“S”试件》,作为航空航天领域检测和验收机床技术要求,规定了作为加工飞机零件5轴联动机床的基本工作精度要求,同时利用本标准,可分析检测数控机床动态精度,作为高档数控机床动态精度分析调整的工具。通过在国内部分机床制造厂和国家04专项中检测应用,证明“S试件”检测方法科学、合理,可以有效、准确地检测和评价5轴联动数控机床动态精度性能,为高档数控机床的重要用户、航空航天企业验收机床提出了经济、可靠的机床验收标准,也为数控机床制

造企业提供了提高机床精度性能的手段工具。

9月28日下午,会议开始审议我国提案,首先由中国代表团介绍了标准提案的背景、意义、内容以及试验验证情况。我国提出的这一国际标准提案引起了ISO/TC39/SC2成员代表的强烈反响。意大利代表对我们的提案表示支持,日本等一些机床制造强国提出多种理由表示反对,不少成员国持观望态度,我国标准提案通过的阻力很大。面对这种情况,代表团决心背水一战、奋力争取。为此代表团成员从9月23日入住宾馆到28日会议审议我国提案,利用白天和晚上的时间,同其他成员国代表充分沟通、解释,争取他们的支持,同时积极收集资料,针对不同意见准备答辩材料,为我国提案获得通过做了大量的工作,付出了艰苦的努力。

面对正反双方的激烈辩论,会议决定投票表决。最终,我国的提案以5票同意,2票反对,1票弃权的结果获得通过。为我国首次实质性进入国际机床标准领域,取得国际标准制订主导权,争取国际标准的话语权做出了贡献。

会议最后决定,成立《高档数控机床“S”试件》国际标准工作组,中国为组长成员国,组员包括意大利、荷兰、英国、瑞典、日本、美国。会议要求工作组在2013年6月拿出第一修订稿提交美国华盛顿第75次会议进行讨论。

我们认为,此次会议,经过我国代表团的努力和积极争取,取得的结果比预期的还要好,不但首次争取到标准制修订权,而且在和世界机床强国竞争中,被任命为国际标准工作组组长,不仅为我国争了光,而且提高了我国在国际标准化领域的地位。□

聚焦 2012 年美国国际制造技术展览会

Report from IMTS2012

中国机床工具工业协会

美国制造技术协会 (AMT) 主办的 2012 年美国国际制造技术展览会 (IMTS2012) 于 2012 年 9 月 10~15 日在美国芝加哥 McCormick 展览中心举行。IMTS 是世界最大的机床展览会之一。据主办方统计, IMTS2012 共吸引了来自世界 33 个国家和地区的 1909 家企业参展, 展出净面积 12 万 m^2 , 观众人数 100 200 人。

一、中国工作组亮相 IMTS2012

中国机床工具工业协会与中国国际展览中心联合组成工作组, 国家发改委和工信部有关司局的主管同志参加了工作组并指导工作。工作组一行 14 人赴 IMTS2012 展览会开展了紧张繁忙的交流、调研和宣传活动, 取得了丰硕成果。

展会期间, 工作组成功组织召开了新闻发布会。新闻发布会由中国机床工具工业协会常务副理事长吴柏林主持, 中国机床工具工业协会副秘书长陈惠仁作主题发言, 介绍中国机床工具行业的运行情况, 预测中国机床工具市场发展, 以及 2013 年中国国际机床展览会的筹备情况。美国制造技术协会主席到会致辞祝贺。



图 1 新闻发布会现场

在展会期间, 中国机床工具工业协会领导与各国/地区机床协会进行了广泛的交流活动, 先后正式会见了美国制造技术协会 (AMT)、欧盟机床合作委员会 (CECIMO)、日本机床协会 (JMT-BA)、德国机床制造商协会 (VDW)、瑞士机械电器工业协会 (SWISSMEM)、意大利机床、机器人与自动化系统制造商协会 (UCIMU)、西班牙先进制造技术协会 (AFM)、韩国机床协会 (KOM-MA), 以及台湾地区机器工业同业公会 (TAMI) 等国家/地区机床协会的领导, 出席了有 22 个国家和地区机床协会主要领导参加的总经理会议 (GM Meeting)。

工作组成员在展会期间按照组织分工, 对展会展品进行了深入调研, 收集了大量技术信息和展品资料。工作组还参观考察了美国 Bourn & Koch 公司、卡特比勒公司、哈挺公司。

二、IMTS2012 展会概况

本届展会展品布置依旧延续传统的布局, 分南、北、东、西四个展馆, 展示了各类机床、切削刀具、控制系统、软件、测量仪器、功能部件、清洗及环保设备等展品。

此外 IMTS2012 还设置未来技术中心 (ETC), 向观众展示了 4 项技术: 协同制造、叠加制造、MTConnect、MTInsight。其中 MTConnect、MTInsight 是 AMT 联合相关机构推出的两个平台。

MTConnect 是 AMT 在 2008 年推出的一项技术, 是数控机床之间的一个通信平台, 主要是方便车间和工厂管理者对所有机床进行高效控制和管理。

MTInsight 是一个官、产、学、研合作的针对机床工具企业管理和销售人员的大型数据库。该



图2 未来技术中心

数据库定期更新, 提供各类机床分别在汽车、航空航天、医疗器械、能源等诸多用户领域的市场容量等, 有利于企业领导根据市场容量及时进行分析以及规划本企业发展前景。

协同工程是指用户和设计者联合设计和制造个性化产品的理念。在 IMTS 的未来制造中心, 美国一家本地汽车制造企业 LOCAL MOTORS 两名工程师在展会期间六天之内组装了一部独一无二的汽车——Rally Fighter。

叠加制造并不是一个新的概念, 属于诸多快速原型制造方式中的一种 (RPM)。随着光纤激光技术的进步、3D 扫描仪和计算机软件的功能进一步提升, 特别是所加工的零件材料已扩展至复合材料、不锈钢、钛、铝合金等多种金属, 因此目前的 RPM 技术已经进入实际应用阶段。展会上, 以 Renishaw 和 ExOne 等公司展出快速成型设备的展台门庭若市。Renishaw 的 AM250 叠加制造系统采用光纤激光对金属粉末进行熔融工艺, 可直接根据 3D CAD 数据制造出全密度的金属零件, 无需进入电炉固化。ExOne 所提供的就是立体打印和激光烧结系统, 用于制造生产砂模、金属零件等。目前这两家公司都可以提供从材料配方、激光功率、加工时间等工艺的全套解决方案。ExOne 公司还提供零件成型之后用于定型的电炉。

尽管叠加制造还受制于成本及批量的限制, 但是不能否认其应用领域广泛而且前景光明, 可以说只要有复杂内部结构的框架零件均可以使用叠加制造来完成。目前在医疗和航空航天领域应用较多, 主要是这两个领域的零件多为钛合金等难加工材料、几何形状复杂以及附加值高的因素。例如, 加工人工关节, 如果依靠传统工艺, 定制一个人工关节大致需要几周。而通过叠加制造

可以直接将 CT 或 MRI 的数据转化为加工数据, 包括配型时间也只需几天而已。

先进制造中心 (AMC) 和今日技术中心: 在位于西馆的先进制造中心 (AMC) 和今日技术中心, 波音公司、罗 - 罗公司、Modern Machine Shop (现代机加工厂)、Sheffield 大学的先进材料研究中心 (AMRC), 以及 IMTS 组委会赞助的先进制造中心通过展示波音公司的燃料电池飞机、加工件、多媒体演示等, 给观众带来航空航天、汽车、能源、医疗等领域先进制造技术的视觉体验和感受。

此外, 本届展会还组织了大学生技能中心 (Student Skills Center)、求职中心 (Job Center)。

从展商看, 世界著名的机床工具制造商基本参展。中国大陆有 100 多家企业参展, 其中沈阳机床集团、大连机床集团展位最为显眼, 展出面积超过 1000 平方米。中国台湾有 60 多家企业参展。



图3 沈阳机床展位

三、IMTS2012 展示的技术动向

1. 复合加工机床有成为金切机床主流机型的趋势

复合加工机床出现于 20 世纪 90 年代中后期, 具有减少非加工时间, 提高生产效率; 一次装夹, 完成所有工序的加工, 提高加工工件精度等特点, 受到用户的青睐。

经过 10 多年的发展, 复合加工技术趋于成熟, 车铣、铣车、车磨、铣磨等类型的复合加工机床不断涌现。本届展会上, 世界著名机床制造商 DMG/Mori Seiki、WFL、Mazak、Okuma、Makino、EMAG 等企业都展出了为数众多的复合加工机床。

DMG/Mori Seiki 联合展出了 8 台铣车复合加工机床、1 台集超声波加工和铣削加工于一体的复合加工机床。DMG 公司的 CTX TC 系列铣车复合加工

机床, 带有快速换刀的 24 ~ 36 位一体式盘式刀库, 最高转速可达 10 000r/min 的力矩电机直接驱动 12 工位 VDI 40 动力刀塔, 用于 5 轴加工的大功率 B 轴。B 轴采用力矩电机直接驱动, 其功能可以通过控制系统内部的编程系统非常简单地实现。主要用于加工叶片、齿轮轴、阀座、凸轮轴等形状复杂的零件。

Mori Seiki 公司的 NTX (NT) 系列铣车复合加工机床结合了森精机公司 NH 系列卧式加工中心的铣削能力和 NL 系列数控车床的车削能力而成, 融合了森精机公司的 DDM (直接驱动方式电机)、ORC (八角形滑枕)、BMT (内置电机的刀塔)、DCG (重心驱动) 等技术, 实现了医疗器械、测量仪器等小型精密部件的高精度、高效率加工。



图4 DMG 公司铣车复合机床 CTX gamma 2000TC

Mazak 公司展出了 21 台各种型号的机床, 其中 Integrex 系列复合加工机床 6 台。在美国市场最新推出的车铣复合加工机床 Integrex i-100ST, 在卧式加工中心的基础上增加了车削功能, 带有正副两个车削主轴。正副主轴均采用电主轴驱动, 最高转速 6000r/min, 并可实现 C 轴分度功能, 正主轴分度精度 0.0001°, 副主轴分度精度 0.001°; 9 刀位盘形下刀塔能够在正副主轴间移动, 同一把刀具可以加工正副主轴上的工件, 从而能够与铣削主轴一起同时对一个工件进行加工, 实现平衡切削。刀塔转位时间 0.14s。铣削主轴最高转速 12 000r/min, B 轴采用力矩电机驱动, 最小分度增量 0.0001°, 转角范围 240°。该机床非常适合医疗器械行业小型精密零件的加工。

日本 Okuma 公司展出的 15 台机床中, 有 4 台复合加工机床, 包括卧式铣车复合加工机床 Multus B200II、Multus B750W, 以及立式复合加工机床

Millac-33TU、VTM-1200YB。



图5 日本 Okuma 公司展出的铣车复合机床 Multus B200II

日本 Makino 公司展出的 i Grinder G7, 是一台复合了磨削加工功能的五轴卧式加工中心, 适用于航空工业难加工材料零件的钻削、铣削、磨削加工, 如航空叶片、透平盘、喷气发动机零件等。



图6 日本 Makino 公司展出的磨铣复合加工机床 i Grander G7

奥地利 WFL 公司是一家专业致力于生产铣车复合加工中心的机床生产商, 其产品规格齐全。本届展会中, WFL 公司展出了 M80 铣车复合加工机床。

德国 EMAG 公司展出的复合加工机床有 VSC 400 DDS 立式磨车复合加工机床。该机床将硬车和立磨加工功能结合在一起, 能有效提高加工效率, 降低成本。



图7 德国 EMAG 公司展出的 VSC 400 DDS 立式磨车复合加工机床

此外，韩国大宇等公司也都展出了多台复合加工机床。

从近年来世界四大机床名展来看，各知名机床制造商纷纷结合各自产品的特点，推出各种类型的复合加工机床，抢占高端市场的制高点。复合加工机床有成为金切加工机床主流机型的趋势。

2. 直驱技术日益成熟，应用广泛

随着直线电机、力矩电机、电主轴等部件的成熟，直驱技术在数控机床上得到广泛应用。大功率、大推力直线电机用于重载、高速机床的驱动，大功率、大扭矩力矩电机应用于摆角铣头、动力刀架、回转工作台、C轴分度、立车的主轴驱动，加工中心、数控车等机床的主轴部件更是大量采用电主轴。与以往展览会不同的是，本届展览会参展商不再将直驱技术的应用作为展品亮点而大力宣扬，但只要稍加深入观察，就可发现很多参展的主机产品应用了直驱技术。



图8 采用直驱技术的动力刀架

DMG 公司是应用直驱技术最早的机床制造商之一。本届展会，DMG 公司展出的采用直线电机的机床有：SPRINT 系列数控车床、DMU eVo 系列五轴联动加工中心、CTX TC 系列铣车复合加工机床、ULTRASONIC 20 linear 超声波加工机床；Mori Seiki 公司展出的数控车床及铣车复合加工机床的动力刀架广泛采用了力矩电机驱动，使得动力刀架的性能得到极大改善，动力刀具的转速得到提高。力矩电机直驱动力刀架技术也同样应用在 DMG 的相应产品上。

Mazak 公司展出的 MEGA-8800 重切削卧式加工中心，配置了大功率、大扭矩电主轴，适用于镍基合金、钛合金等难加工材料的加工。电主轴输出功率高达 85kW (113hp)，最大输出扭矩 1249N·m。



图9 DMG 公司 Ultrasonic 20 linear
各直线轴均采用直线电机

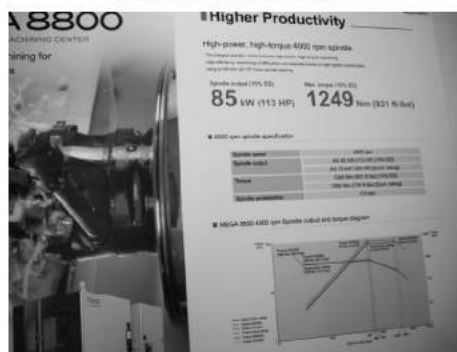


图10 大功率、大扭矩电主轴

Okuma 公司展出的立式车床 VTR-160A，主采用力矩电机，最高转速 400r/min，最大回转直径 1600mm，回转工作台最大承载能力可达 800kg。



图11 大负载直驱转台

瑞士 STUDER 公司展出的 S41 高精度万能内外圆磨床，其主轴、砂轮和直线轴全部采用了直驱技术，以获得高精度高效率磨削加工。

直驱技术的广泛应用对数控机床结构的改变以及性能的提高产生了巨大影响。

3. 工业机器人与数控机床的集成应用进入实用化

本届展会上，工业机器人最受观众关注。KUKA、ABB、YASKAWA (安川)、Fanuc 等机器人

制造商都高调亮相，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。



图 12 Fanuc 公司展示的机器人应用

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。

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的集成柔性单元，将工业机器人与数控机床的集成应用推到了一个新阶段。



图 13 斯来福临公司展示的机器人上下料、

砂轮自动换刀机构、刀具磨床组合

工业机器人的生产制造以及与数控机床的集成应用在我国尚处于起步阶段。让人稍感欣慰的是，大连机床集团首次在国外举办的世界 4 大机床名展之一的 IMTS2012 上，展出了由国产机器人和国产数控机床集成应用的柔性制造单元。该制造单元由一台广州数控设备公司制造的机器人、大连机床集团制造的 1 台立式加工中心 VDL-600E 和 1 台数控车床 DL-20M 组成。这表明了我国工业机器人及其与数控机床的集成应用迈出了可喜的一步。



图 14 大连机床展示的国产机器人和
国产数控机床集成应用

4. 精密机床与精密加工技术有了新的发展

据展会有关资料介绍：前些年，精密加工技术和精密加工机床的发展得益于光盘制造的推动。其中读数镜头的制造要求很高，精密加工机床用于加工镜头模具，该模具要求超精密加工和复合加工。近年来，超精密单点金刚石数控车床需求增长很快，超精密单点金刚石数控车床一般要求 $X/Y/Z$ 导轨水平直线度低于 $0.5\mu\text{m}$ ，主轴轴向和径向跳动低于 25nm 。

展会中，日本 Makino 公司展出用于微型零件精密加工的机床组合，由 iQ-300 型精密微加工中心和 UPN-01 型精密电火花加工机床组成。其中 iQ300 型精密微加工中心：运动增量 10nm ，机床定位精度 $< 500\text{nm}$ ，重复定位精度 $< 100\text{nm}$ ，表面 $Ra0.012\mu\text{m}$ 。UPN-01 型精密电火花加工机床可用于超硬材料加工。

日本沙迪克公司推出 HS 系列高精度、高速铣床，其主轴转速 $40\,000\text{r/min}$ ，直线轴精度 $1\mu\text{m}$ ，加工表面达到 6R 级。其中 HS150L 型： $x \setminus y \setminus z—150 \times 150 \times 200\text{mm}$ ；HS430L 型： $x \setminus y \setminus z—420 \times 350 \times 200\text{mm}$ ；HS650L 型： $x \setminus y \setminus z—620 \times 500 \times 300\text{mm}$ ，五轴联动。

日本安田公司展出 YMC430 型微型加工中心：其主轴转速 $40\,000\text{r/min}$ ， $x \setminus y \setminus z—420 \times 300 \times 250\text{mm}$ ，采用直线电机驱动，进给增量 $0.1\mu\text{m}$ ，精度达到亚微米级。同时展出 YBM9150V 型精密坐标镗床，采用热稳定结构和预载自适应主轴技术，其主轴转速 $24\,000\text{r/min}$ ， $x \setminus y \setminus z—150 \times 900 \times 450\text{mm}$ ，进给增量 $0.1\mu\text{m}$ 。

日本三井精机展出 HU100-5XLL 型五轴联动卧

式加工中心,采用大型摇篮式工作台,工作台 1000mm×1000mm, B 轴 360°, A 轴: + 5° ~ 95°。该机床采用整体高刚性铸铁床身,高精度和高可靠性的工作台,适用于硬工件强力切削加工。据展品现场标示,机床加工精度可达 1μm。

以上展品的推出,标志着精密加工技术和精密机床有了新的进展。

5. 智能加工等新技术应用有所突破

智能加工技术可以充分利用高级技术人员的经验和技能,使数控机床可自动调整程序加工,提高了效率和质量。近年来数控系统的进步为智能加工技术提供先进技术平台。目前智能加工技术已经逐渐渗透到数控机床技术领域,成为数控技术发展的重要趋势之一。

日本马扎克公司推出标准配置对话程序方式和 E/A/SO 程序方式的新的数控系统,分三个版本(全功能,多轴和复合加工控制,简易型)。该公司的 INTELLIRENT—i 系列数控机床具有 7 项智能化技术(振动抑制功能、热位移控制功能、主轴监控功能、维修监控功能、语音导航功能、防碰撞功能、车工作台非平衡检测功能)。

日本大隈公司新推出 OSP-P300 型数控系统(OSP-P300L—数控车床系统、OSP-P300 M—加工中心系统、OSP-P300S—复合加工系统),具有易操作、平滑加工和提高效率等特点。据介绍:该数控系统具有刀具管理功能(刀具自动补偿、刀具冷却压力处理、刀具预调、刀具破损处理)、在机测量、远程监控、防碰撞技术、主轴功率监控等智能化功能。

德国 DMG 公司开发了多项智能化技术,并在数控机床得到实际应用。如: 3Dquick set (各轴精度监测和补偿技术), ATC (表面质量、速度、精度三者优选技术), SDS (主轴诊断系统), HPC (铣轴精度控制技术), TPC (工作台精度控制技术), 切削力自适应控制, 实时碰撞检测, 转台电子动平衡传感器, 刀具识别系统, 刀具测量, 刀具破损监控等。

测量技术和补偿技术的发展丰富了智能加工技术的内涵。特别是无接触测量技术的应用,提高了数控加工的效率和质量。展会上,德国 BLUM

公司展示激光测量系统、工具的设置和监控系统、工件和刀具测量系统、激光刀具测头、接触测量测头、测量软件等。

美国自动精密公司 (Automated Precision Inc.) 在展会上展示三维误差补偿系统 (VEC), 该系统安装在日本 OKK 公司五轴加工中心展示。据介绍: 以往误差补偿考虑三个轴各自误差, 本系统 (VEC) 综合 6 轴向的 21 个参数误差, 因而可提高检测精度十倍。本系统具有以下特点: 中心点校正直线、6 轴向误差绘制、提高系统精度、减小停机时间、降低热漂移、在机操作。

三星机床公司 (Samsung Machine Tools) 展示多种数控车床和加工中心, 其特点是: 应用三星手机安装智能装置 (IOS, Android device) 可在任何地点、任何时间 (Anywhere, Anytime) 遥控三星的数控机床。主要功能包括: 实现远程监视 (机床实时加工状态: 运行位置、加工方式、零件计数、加工时间、循环时间、坐标、模式、进给、程序等)、实现远程启动和 CNC 调整、加工警报和处理、远程启动摄像、增强安全性等。

四、IMTS2012 的启示

1. 世界机床产业竞争格局正在发生变化

本届展会上, 欧洲参展商展位面积都不大, 展品以高档数控产品作为亮点; 亚洲参展商表现则最为抢眼, 展位位置好, 展出面积大。这种现象一定程度反映了全球机床制造行业几大主体板块的情况。

欧洲机床企业产品领域在收缩, 放弃了一般性产品, 精力集中在技术含量高、附加值高的高档数控产品上下工夫, 展品技术水平高。美国机床工业在重振制造业政策的影响下, 机床市场有所回升, 机床制造业刚开始恢复活力, 吸引观众的注意力的展品还不多。

亚洲机床工业发展势头强劲, 尤其以日本机床工业最为抢眼, 展台位置好, 展品数量多, 技术水平高; 韩国机床工业在与台湾地区的竞争中, 取得了一定的优势, 在本届展会上表现出来的气势明显。韩国机床除了大宇机床外, 首次露面的三星机床也以大面积参展, 尽管展品水平缺少亮

点,但值得引起我们关注。台湾地区机床工业在本届展会上的表现相对来说缺少了锐气。

中国有 100 多家企业参展,但在展会上的表现很难让人和这样数量庞大的参展商联系起来,除了沈阳机床和大连机床等少数企业外,其他的参展商产品水平、出展气势都存在较大差距,底气明显不足。沈阳机床、大连机床高调亮相,展品水平也较高;大连机床还展出了国产工业机器人和数控机床集成的柔性生产单元,为我国机床工业增添了些许亮色。

2. 突出机器人、控制软件的发展

本届展会中,工业机器人、制造软件等展品占有很大的分量,全球机床工业技术发展的重点已经向控制软件和制造软件转移,向高水平的自动化制造技术转移。全球机床工业都在进行产品结构调整,我国机床工业更应倍加努力。

3. 注重机床的实用性和经济性

纵观 IMTS 2012,技术进步更多地蕴含在软件和对用户工艺的了解当中,数控机床的发展趋向于更加注重机床的实用性和经济性。参展商从以下两个方面取得积极成果:一是优化结构,采用新技术,提高数控机床的运行速度,进而提高数控机床生产率:如 DMG 和森精机公司联合设计的第一台机床—MILL TAP700 钻削中心,换刀速度达到 1.1s,提高了转速和进给速度,机床节能 30%,机床整体运行提高了可靠性,节省了维护和投资。森精机公司推出换代产品—X 级数控机床(包括复合机床、加工中心、数控车床等),采取加强机床刚性,便于重切削;采用热变形对策,提高加工精度;节能措施等。二是相继推出简化版机型,降低用户投资,便于推广。如 DMG 推出 eco 系列数控车床、加工中心和复合机床;马扎克公司推出 J 系列数控复合机床;斯莱福临公司在中国组装的简易版外圆磨床等。数控系统也相继推出简易型系统,如西门子 808 数控系统,马扎克和大隈等公司都推出简易版数控系统(傻瓜机型)。

4. 机床发展满足细分市场需求

主机展品更有针对性,很多展商将展品进行了分类,明确展品适用的应用领域,专业观众参观更有针对性。如 DMG/Mori Seiki 公司将展品划

分为航空、齿轮加工、汽车、高效生产、能源、医疗器械、自动化等应用领域;Makino 将展品按照医疗器械、五轴联动加工(叶轮、叶片等)、航空铝合金件加工、汽车零部件、磨削加工、微型零件加工、电火花成形加工、硬切削加工、高精度钛合金加工、模具(超精加工)等应用领域进行布置,并展示各应用领域关键件加工样件。马扎克公司展示风电、海洋工程、土方机械、轮船、阀门、航空、汽车、电子、医疗、建筑等领域关键加工机床。MAG 公司展品突出低温加工技术和航空大型件加工机床。展会上许多中小公司展品都具有个性化特色,满足细分市场需求已经成为机床行业产品发展的明显趋势。

5. 强强联合的创新团队显示实力

制造业如何面对提高生产率、改善质量、降低成本的挑战?日本大隈公司提出强强联合创新团队——THINC 解决方案的新动作。THINC 是一个合作伙伴超过 40 家公司的国际协作网络,成员包括为主机配套的功能部件、工具、软件、测量、附件、机器人等全方位的国际顶尖企业,THINC 服务于金属切削和制造业,为世界的制造商解决问题和探索新的生产力的方案。随着开放的体系结构的发展,基于大隈公司 PC-THINC® OSP 控制为核心的 THINC 的每个成员为用户带来了专业设备、专业技术,并承诺提供最佳的综合解决方案。建议我国科研、开发和推广国产数控机床的系统工程中,借鉴这种强强联合的创新团队合作的思路和做法。

6. 借鉴国外著名机床企业技工培训和生产模式转换的经验

国外机床制造商注重技术工人的培训和技术传承。如哈挺公司生产车间内的工人多数都是上了年纪的老工人,一个家庭祖孙几代人在同一公司工作的现象也很多。新招收的员工都需要经过交叉培训并在老工人的指导下上岗工作。

哈挺的现代管理和生产模式具有特色。作为一个跨国公司,哈挺总部每个月都要与各个子公司召开视频会议,所有子公司视频会议的议程都一样,讨论的内容主要是生产、质量、供应、订单、安全以及新产品等。此外,每年总公司与各个

(下转第 50 页)

来自意大利国际金属加工机床展的报道

A review of 28 BI-MU

中国机床工具工业协会 李卫青

第 28 届意大利国际金属加工机床展览会 (28. BI-MU) 于 2012 年 10 月 2 日至 10 月 6 日在新米兰国际展览中心 (RHO-FIERA MILANO) 举办。受意大利机床、机器人与自动化系统制造商协会 (UCIMU) 的邀请, 中国用户代表团一行 9 人飞抵米兰, 参观考察展会, 了解世界及欧洲机床技术的最新发展趋势, 与相关企业进行交流与沟通。

国际性的专业展会

由意大利机床、机器人与自动化系统制造商协会主办的 BI-MU, 每逢双年举办一届, 是欧洲境内规模仅次于欧洲机床展 (EMO) 的第二大机床展, 也是欧洲具有影响力的专业展览会之一。与 BI-MU 同期举办的还有一个名为 SFORTECH 的展会, 这两个展会已同期举办多届, SFORTECH 展会的主要展商是提供技术分包服务的企业。

本届展会汇集了超过 1160 家的全球机床工具行业企业, 展出面积 9 万平方米, 分布在米兰新国际展览中心的 5 个展馆中, 展出机床及相关设备 3000 台 (套), 总价值 4.66 亿欧元。47% 的参展企业来自意大利之外的 28 个国家和地区, 所占比重较上届增加了 2 个百分点。5 天的展会, 共有参观者 58 875 人, 其中 2837 人来自 77 个国家和地区。



28. BI-MU 于 2012 年 10 月 2 日在米兰开幕

展品共分 4 大类: 金属加工机床、切削工具、机床附件及零部件、控制系统与 CAD/CAM。

复合、精密、智能等先进技术应用广泛

应用当今先进技术的产品成为本届展会展品的主流。如: 奥地利 WFL 公司展出的 M80 MILL-TURN 车铣复合加工中心, 最大车削直径 $\phi 1000\text{mm}$, 定位精度 0.002mm , 车削粗糙度 $Ra 1.0\mu\text{m}$, 铣削粗糙度 $Ra 0.8\mu\text{m}$ 。机床可实现五轴联动, 具有车、铣 (圆弧、凸轮、曲柄)、磨、齿轮加工等功能, 同时还具有在线测量的功能。实现 “一次装卡、全部加工”。

DMG-Mori Seiki 展出了多台机床产品。如 DMC 85 mono BLOCK 是集车、钻、铣、镗于一体紧凑型复合加工中心, 机床各进给轴均采用直驱技术, B 轴摆动角 $+150^\circ \sim -30^\circ$, 数控回转工作台转速 30r/min , 一次装卡可完成工件 5 面加工, 2012 年新机型还配有 3 个快速回转交换托盘。

日本 Mazak 公司展出 VARIXIS i-600 五轴联动立式加工中心应用了 7 项智能技术, 包括: 防震动功能 (AVC)、热补偿功能 (Its)、防碰撞功能 (ISS)、语音提示功能 (MVA)、智能主轴 (IPS)、智能平衡分析器 (IMS) 及设备维护智能支持系统 (IBA)。

英国 RENISHAW 公司展出了 EQUATOR 300 虚拟多坐标检测仪, 其结构为 “并联机构”, 能够对工件几何尺寸和精度进行检测, 并配有六个测头的头库, 可实现自动交换测头并确保其重复精度。在展会现场, EQUATOR 300 虚拟多坐标检测仪与 FANUC 的 LR Mate 200ic 机器人构成检测单元, 机器人承担对工件的识别、搬运和码放, 从而使检测单元能够实现对批量工件的精密检测无人化。



RENISHAW 公司的虚拟多坐标检测单元

FFG EUROPE (友嘉实业欧洲) 公司的 4 家意大利企业 (JOBS、SACHMAN、RAMBRUDI、SIGMA) 整体在展会上亮相。其中 JOBS 公司展出的 LinX3 compact 桥式五轴联动机床, 各直线轴均采用直线电机驱动, 最大进给速度达到 75m/min, 主轴采用 JOBS 双摆角铣头。SIGMA 公司展出 TANDEM 6A 五轴联动加工中心, 各直线轴进给速度 50m/min, 该机床配置具有 B 轴回转功能的主轴, 以及回转工作台, 可对零件进行五轴联动加工。

丰富多彩的展会活动

在展会上, 有一个 400 平方米的以 “The objects for living, the technologies for making” (精湛技术, 创新生活) 为主题的特别展示区, 旨在说明高技术的制造技术正在影响和改变人们的日常生活。展示内容包括电动汽车、风机、节能洗衣机、航天发射器等。

本届展会的一个新特点是由意大利 CESTECH 公司和 SIMPLER 财团以及意大利欧洲企业网络共同主办的 B2B 会议, 议题包括: “迈向未来工厂的欧洲企业网络”、“智能化工厂” 等, 旨在通过加强欧洲企业、大学和科研机构之间的联系, 开展中小企业间的技术和商业合作。

在展会期间, 意大利机床协会独立或联合其他机构组织了内容多样化的会议, 如深入分析与探讨专项技术的 “模具制造技术” 和 “表面精加工技术”, 以及涉及当今热门话题的一些会议, 如 “危机过后, 意大利和欧洲制造业的未来”、“支持机床行业提升竞争力的质量、安全、环境法规”、“意大利是否能重返最具吸引力的制造基地地位”、“生产设备和系统的可靠性分析 (R&M 工程)”、

“在机床行业实施精益技术” 等。

为提升年轻人对制造业的认知度, 获得更多的专业知识, 意大利机床协会还专门推出一些针对年轻人参观的措施, 比如展会期间举办的专业技术培训、企业与专业技术学校和大学建立密切合作关系等。

此外, 展会期间由各个展商举办的技术交流内容也十分丰富, “创新、发展”、“环境的可持续性”、“研究和培训” 等吸引了很多观众。

意大利机床业呈现增长态势

由于遭受世界经济放缓的影响, 2011 年意大利机床产值为 42.5 亿欧元, 同比增长 3.7%, 虽然增幅低于 2010 年, 但凭借产品特色以及全球销售网络, 意大利仍保持着全球机床产值第四位。此外, 意大利出口列全球第三位 (30.7 亿欧元), 消费下降到第六位 (不足 20 亿欧元)。

2012 年上半年, 意大利机床、机器人和自动化系统行业仍然保持增长, 除国内销售和消费总额同比继续下降外, 产值、出口、进口均呈现增长趋势, 其中出口增长达到 12.3%, 对中国机床出口增长 29.2%。

根据意大利机床协会对全年数据预测, 意大利机床、机器人和自动化系统行业 2012 年产值总额 50 亿欧元 (其中机床 44.5 亿欧元), 同比增长 4.9%; 出口 36.6 亿欧元 (其中机床 34.4 亿欧元), 同比增长 12.3%; 出口占产值比重 73.3%, 比上年同期提高 4.8 个百分点。

企业对接交流活动

与往届展会一样, 意大利机床协会、意大利经济发展部和意大利对外贸易委员会 (ICE) 共同邀请了中国、巴西、印度、墨西哥、俄罗斯、土耳其等最具活力市场的大约 60 个用户企业参观, 为各国用户企业提供了了解意大利机床和企业的机会, 搭建了双方交流的平台。中国机床工具工业协会推荐了汽车、能源等领域的企业参加交流。

在展会期间, 中国用户代表团共走访了 40 多个展位, 与当地企业进行了面对面的交流, 对意大利机床的技术和产品特点有了进一步的了解。



展台前技术交流

为了加强两国之间的联系与合作，意大利机床协会还专门组织了意大利企业与中国用户的对接会。协会副会长主持会议，意大利对外贸易委员会董事长到会并发言。会上，中国用户代表团成员分别介绍了近几年企业购置、使用意大利设备的情况，



中意企业交流会现场

对在使用和售后服务中出现的问题提出了意见和建议。意大利方面有 15 家企业参会，包括 PAMA、MANDELLI、JOBS、INNSE、IMT、PIETRO CARNAGHI 等知名企业。其产品覆盖了金属加工机床、切削刀具、机器人、模具生产线等生产企业。

展会见闻

中国台湾友嘉实业集团收购意大利 JOBS、SACHMAN、RAMBRUDI、SIGMA 四家机床制造企业，成立了 FFG EUROPE（友嘉实业欧洲）公司。10 月 2 日召开的现场新闻发布会引起了广泛关注。友嘉集团表示，友嘉将走国际化企业的发展道路，打造全球机床市场知名品牌。

近年来，为提高企业竞争力，走向国际市场，集团化公司已成为趋势。意大利机床行业多以家族企业为主，因产品相近而整合成的集团型企业也在逐渐增加，如 RIELLO SISTEMI 集团收购了 MANDELLI 和 TRI-WAY，IMT 集团包括 MORARA、TACCHELLA、MECCANODORA、FAVRETTO 等公司。

展会观众的一大特点是主办方组织了大量的大学生、高中生参观。目的是增长学生的知识，开阔视野，培养行业未来人才，为行业发展提供后备军。□



(上接第 47 页)

子公司的高管都要在一起见面，保证总公司及时掌握每个子公司的运行状况。在生产组织方面，哈挺公司采用了“独立制造岛”模式，每种部件，如主轴、工装、卡盘、弹簧夹头等都在固定区域内生产及组装。部件完成之后再送到机床装配区，从而缩短了物流线，提升效率降低成本。为了适应这种“独立制造岛”的生产模式的需要，也为了能够随时根据加工任务调动人员，所有的操作工人都要经常进行交叉培训，使每个工人都能胜任多种机床的操作。国外著名机床企业技工培训—传承和生产模式转换的经验值得我们研究和借鉴。

7. 中国机床产品首先要在可靠性和稳定性上取得突破

境外竞争对手对我国机床工业的威胁越来越大。他们不仅占领着我国高端市场，竭力扩大终

端市场的份额，还打算瓜分中、低端市场。DMG 公司推出的 eco 系列，Mazak 公司在其 Variaxis i 系列的基础上推出的 Variaxis j 系列，明确针对的是中端市场，Siemens 公司继推出 Siemens 828D 系统之后，又推出了 Siemens 808D 经济型系统，针对的就是中低端市场。韩国机床工业水平快速提高，中国台湾地区则利用 ECFA 协议的优势，各尽所能，抢占中国大陆机床市场。因此，我国机床行业面临更加严峻的竞争形势。根据行业现实情况，目前我国研制的许多数控机床样机主要技术指标已经接近或达到国际先进水平，但在可靠性和稳定性还有较大差距，中国机床产品首先要在可靠性和稳定性上取得突破，扩大国产市场占有率，才能稳住中、低端用户，进军高端市场。□

(统稿：邵钦作、李雷、周敏森、郭长城、符祚钢)



装备制造业企业海外并购热潮再涌

Companies purchased from overseas in the field of equipment manufacturing ——中国装备制造公司并购四家德国公司

工业和信息化部装备工业司

国务院颁布的《装备制造业调整和振兴规划》明确提出支持有条件的企业兼并重组境外企业和研发机构。据德国联邦统计局数据显示，2012年1~8月，德国约2万多家企业破产，不少拥有数十年甚至上百年历史的品牌面临消失的困境，这给中国企业提供了很好的并购机会。以前，中国企业用“市场换技术”都只能是市场层面的合作，不能掌握其核心技术，而现在从资产上收购德国的优秀企业，对中国制造企业提高技术而言，是不可错失的机会。

自2012年年初至今，中国装备制造业公司已经成功并购了四家德国企业。1月份，三一重工股份有限公司（简称三一重工）联合中信产业投资基金（香港）顾问有限公司（简称中信基金）3.6亿欧元全资收购德国普茨迈斯特股份有限公司（putzmeister，简称德国普茨迈斯特公司）100%股权；7月，徐州工程机械集团有限公司（简称徐工集团）收购了德国施维英公司（SCHWING GROUP）52%的股权；8月，山东重工斥资7亿欧元收购德国老牌叉车制造商凯傲（KION GROUP）25%的股权和林德液压公司70%的股权；10月初，苏州信能精密机械有限公司（简称苏州信能）成功收购Degen机械设备制造有限公司（简称德国Degen公司）51%的股权。现将上述几个并购项目简介如下，为更多装备制造企业带来思考和启示。

一、三一重工收购德国普茨迈斯特全部股权

2012年1月份，三一重工旗下子公司三一德

国有限公司（简称三一德国）联合中信基金收购德国工程机械巨头普茨迈斯特100%股权，其中三一德国收购90%，中信基金收购10%。三一德国的出资额为3.24亿欧元（折合人民币26.54亿元）。

德国普茨迈斯特公司成立于1958年，是全球最知名的工程机械制造商之一，尤其在混凝土泵车制造领域，长期居于世界领先地位，拥有全球销售网络。总部设在德国斯图加特附近。主要从事开发、生产和销售各类混凝土输送泵、拌浆机、工业泵及其辅助设备，用于搅拌和输送水泥、沙浆、脱水污泥、固体废物和替代燃料等粘稠性大的物质。在我国一些国家重点工程（如黄河小浪底工程、二滩水电站工程）以及上海“东方明珠”电视塔等工程中，普茨迈斯特装备均发挥了不可替代的巨大作用。相关数据显示，普茨迈斯特的全球市场占有率长期高达40%左右，而且90%以上的销售收入来自于德国的外部市场，遍布全球110多个国家。截至2011年该公司共有3000多名员工，实现销售收入5.7亿欧元。

1994年，正式进军工程机械行业的三一重工成为近年来普茨迈斯特最强劲的竞争对手。2009年，三一重工超越普茨迈斯特，成为世界销量最大的混凝土泵制造商。普茨迈斯特是全球混凝土泵做得最好的企业，技术先进、装备高端、管理规范，三一重工对其收购后可以从中学学习其先进的技术和管理经验。另一方面，在三一重工国际拓展初具成效时，此次收购将对三一重工在国际混凝土泵领域起到积极的推动作用，同时，对

以德国市场为跳板，辐射带动整个欧洲市场区域具有重要意义，对三一实现国际化具有战略意义。

二、徐工集团收购德国施维英公司 52% 的股权

2012 年 7 月 6 日，中国工程机械行业巨头徐工集团与全球混凝土机械领军企业德国施维英公司（SCHWING GROUP）在德国鲁尔区黑尔讷举行股权合作项目交割仪式，交割完成后，徐工集团将拥有施维英有限公司 52% 的控股权。这是徐工集团继成功收购德国 FT（Fluitronics）公司、荷兰 AMCA 公司后进行的又一国际并购项目。

施维英公司位于德国鲁尔区黑尔讷城，创建于 1934 年，是一家拥有近 80 年历史的家族企业，拥有成套的混凝土机械设备。产品用于采矿、高速公路修筑及建筑行业。在不断的开发和摸索中，施维英公司日益成为生产混凝土施工设备首屈一指的厂家，在联邦德国、美国、巴西、奥地利、法国、荷兰及中国上海均设有子公司和附属机构。但近年来，随着经济危机蔓延，企业发展遇到一些困难。

徐工集团成立 23 年来始终保持中国工程机械行业排头兵地位，目前位居世界工程机械行业第 5 位，中国 500 强企业第 122 位，中国制造业百强第 49 位，中国机械工业百强第 4 位，是中国工程机械行业规模最大、产品品种与系列最齐全、最具竞争力和影响力的大型企业集团。2011 年营业收入突破 870 亿元，保持行业首位。此次收购施维英有利于提升徐工在混凝土机械制造领域的核心竞争力和整体实力。与施维英联手可以优势互补，实现双赢，徐工集团可以获得施维英的技术、渠道以及品牌影响力，施维英同时解决了融资问题，并获得了中国的广阔市场，为双方在发挥各自优势的基础上实现强强联合，在更高层次上共同开拓国际市场，创造了良好的契机，为徐工集团的国际化战略奠定了坚实基础。

三、山东重工收购德国凯傲 25% 的股权和林德液压公司 70% 的股权

2012 年 9 月 3 日，山东重工集团旗下潍柴动

力公司与德国凯傲集团在济南签署战略合作协议，凯傲集团将林德液压业务相关资产、人员和合同等剥离，成立独立的法人实体“林德液压公司”，潍柴动力以 7.38 亿欧元收购新公司 70% 的股权和凯傲集团 25% 的股权。这次收购是继潍柴动力 2009 年 1 月成功收购法国博杜安公司、2012 年 1 月收购意大利法拉帝集团之后，又一重大并购事项。

德国凯傲集团是欧洲排名第一、全球排名第二的工业叉车制造商，全球市场份额为 15%。2011 年，凯傲集团全球叉车保有量 112 万台，实现营业收入 43.68 亿欧元。凯傲集团下属的林德液压公司是一家重型液压传动、传动技术和移动电力传动设备的领先制造商，是全球第一家将额定工作压力提高至 500bar 的液压制造商，也是全球领先的高压、静液压技术和系统解决方案的领导者。国际金融危机之后，凯傲集团急需进行资本结构重组，并寻求战略合作伙伴，这为山东重工集团实施并购创造了机会。

成立于 2009 年的山东重工集团确立了动力系统、工程机械、核心零部件、商用汽车和游艇制造等五大业务板块。在这五大业务板块中，液压控制系统相对滞后，核心零部件技术缺失，成为制约该集团发展最突出的瓶颈。长期以来，全球液压系统被德国的博世、力士乐公司，美国的伊顿公司和日本的川崎公司所垄断。目前，中国高端液压产品完全依赖进口，导致贸易逆差逐年增加。中国液压件进口贸易逆差从 2000 年的 1.5 亿美元，增至 2011 年的 37 亿美元。

山东重工集团通过此次并购，有助于公司快速掌握全球领先的高端液压技术，并通过适应性开发合作，实现在工程机械、农业机械、游艇和宇航等多领域的全面突破，使山东重工集团的核心技术直接步入全球领先水平，迅速占领液压行业的制高点，彻底改变中国高端液压产品长期依赖进口的局面。

四、苏州信能成功收购德国 Degen 公司 51% 的股权

2012 年 10 月 4 日，我国苏州信能精密机械有

有限公司（简称苏州信能）在德国法兰克福收购了 Degen 机械设备制造有限公司（简称德国 Degen 公司）51% 的股权。德国 Degen 公司成立于 1968 年，是世界著名的深孔高精度加工装备制造企业。该公司拥有高端精密孔加工装备制造技术、高端机床的制造能力，拥有面向世界主要市场的销售网络，是世界精密孔加工装备领域的知名品牌，是世界最先进的孔加工装备技术持有者和制造商。德国 Degen 公司位于德国黑森林地区，成立初期主要生产制造工具和模具，在发展过程中重视科技，拥有完整、高素质的研发及工程设计团队，取得了一系列成果：1980 年研发出平面磨床；1984 年研发出深孔钻床；1994 年研制出钻铣复合机床；1998 年在深孔钻上应用 BTA 技术，使钻孔孔径达到 120mm，处于当时的领先水平；2003 年研发出目前世界上最先进的智能化全自动高精度数控珩磨机，实现了世界珩磨领域的一次重大技术革命

与创新，2004 年此种珩磨机在荷兰乌得勒支市（Utrecht）举办的国际高端技术展上得到最佳设计奖，2009 年正式定型投入生产，是目前世界上最先进的智能化数控珩磨机，已装备德国博世（BOSCH）等多家知名公司。

苏州信能是江苏省高新技术企业。目前，公司拥有机械设计、工艺、电气自动化控制和磨料磨具等各类专业技术人员 200 多名，是目前国内最具规模的专业从事珩磨工艺研究，珩磨产品研发的企业。

目前已形成“HM2000 系列卧式珩磨机，MB4250 系列高精度数控立式珩磨机，HMTB 系列强力深孔珩磨机”三大系列 18 种产品。苏州信能此次对 Degen 公司的成功并购，是我国在珩磨工艺技术领域的一次重大突破和尝试，有利于吸收消化国外先进技术，有力推动我国珩磨工艺技术的进步。□

欲问锻压行业信息路，尽在……



CMET 《锻压装备与制造技术》

杂志创立于 1958 年，是我国最早的科技期刊之一，双月刊。由中国机床工具工业协会与济南铸造锻压机械研究所共同主办，中央级期刊，是我国锻压行业科技成果、产品信息交流的重要园地，中国锻压装备与制造技术领域知名权威期刊。1981 年以来曾多次荣获机械工业部优秀科技成果奖；1992 年荣获机械电子工业部优秀科技期刊一等奖；国家科技期刊二等奖；历届山东省优秀期刊；历届华东地区优秀期刊。

栏目：CMET 视点、锻压情报网、综述、专题报道、装备、工业炉、锻造、冲压、特种成形、试验研究、模具、材料、计算机应用、企业风采等

全国各地邮政局、所均可订阅，漏订请联系编辑部

邮发代号：24-7
定价：12.00 元/本
年定价：72.00 元
国际标准刊号：
ISSN1672-0121
国内统一刊号：
CN37-1392/TG

地址：济南市二环南路 8060 号 邮政编码：250022
电话：0531-87979298 传真：0531-87972242 <http://www.cmet.org.cn>
E-mail: cmet2003@163.com(编辑部) cmet_ad@163.com(广告部/发行部)

秦川美国拉削系统公司 (ABM) 商业模式已见成效

It is successful in running of ABM

秦川机床集团有限公司 钟晓铃

继 2010、2011 年销售收入持续保持 20% 的增长速度后, 2012 年 1~9 月, 转型中的 ABM 公司抓住美国制造业温和扩张的有利时机, 更是实现了快速增长, 销售收入与利润同比增长 64% 和 88%。良好业绩支撑下的稳定增长, 标志着 ABM 公司由单纯的拉削机床与刀具制造商向技术支持型系统服务商转变初见成效。



秦川美国拉削系统公司车间

1. 稳定服务于传统行业, 不断拓展增值新业务, 积极承接订单

在过去的二三十年间, 美国的拉床制造商纷纷倒闭或被兼并, ABM 公司已成为美国国内销售额仅次于 Federal Broach 的为数不多的拉床制造企业, 在北美服务于航空航天、筑路机械、军工、民用和汽车等行业, 典型客户包括波音、卡特比勒、通用电气、通用汽车、福特汽车、伊顿、ALLISION 和 MANGANA。一年来, ABM 除向上述行业提供成套拉削工艺与装备外 (如向包括波音在内的航空发动机制造商销售了 4 台机床。目前正在和英国劳斯莱斯接洽核动力冷却系统零件加工方案, 为其设计制造三台卧式拉削设备), 牢牢抓住刀具生产和本地化修磨、配送业务, 增加生产能力, 加强质量控制, 实现零返修; 积极拓展二手机床的翻修和改造业务, 共翻修改

造并转售 5 台拉床和拉刀磨设备, 利润丰厚。

2. 不吝研发投入, 自主研发关键零部件和新产品, 不断提升产品效率和技术水平, 提高盈利能力

ABM 公司招聘美国本土设计研发人员, 与密西根等多所大学合作, 共同攻克材料、拉削力动态监控等技术难题等, 自主开发设计和创新能力不断提升。拥有多项专利技术的盲孔花键旋转台面拉削机床, 是 ABM 公司今年开发的最新产品, 该产品采用自主研制的气动拉刀拉头技术, 使机床效率成倍提高。同时, ABM 看准飞机制造行业对发动机涡轮盘叶根榫槽拉削机床和汽车行业对自动变速器内齿圈拉床和拉刀的需求日益增长的趋势, 正联手秦川北美研发中心, 对这两类拉床进行研发, 提高企业的竞争能力和产品的盈利能力。



中国工程院院士、西安交通大学机械工程学院院长、快速制造国家工程研究中心主任卢秉恒视察 ABM

此外, 集团公司充分发挥 ABM 公司人才、技术及高端需求的优势和集团公司强大的制造生产能力, 通过 ABM 和集团公司实现中美一体化协同研发。例如, 秦川本部承担的重大专项产品数控拉刀磨床项目就是秦川中美两地“全天候”开放式研发的杰作。在两台产品设计完毕和试制成功的基础上, 按照北美用户要求进行再改进后, 于近

意大利机床与自动化设备订单减少

Third quarter negative machine order index trend in Italy

意大利机床、机器人和自动化系统制造商协会 (UCIMU)

意大利 UCIMU 提供的数据表明, 由于其国内和出口市场需求萎缩, 2012 年第三季度意大利机床工业订单指数比上年同期下降 16.8%, 绝对指数只有 61.5 (2005 = 100)。其中出口订单同比下降 11.8%, 指数为 100.8, 尽管高于 2005 年平均值, 但增速大大放缓。国内市场呈现大幅度下降趋势。2012 年第三季度订单指数仅为 17.4, 同比下降 42.6%。创记录的指数已说明意大利国内机床市场正在下滑, 为走出困境, 意大利很多企业试图加大海外市场拓展力度以弥补之。

UCIMU 主席 Luigi Galdabini 说: “在某些情况下, 意大利企业显露出强烈的国际化倾向, 试图解决其国内市场问题, 但未见其效果。企业必须正确认识可行方案的效果, 以及劳动力成本与公司产品出口报价的相应比率。”

从最近结束的 28BI-MU 展来看, 就国内市场而言, 还比较鼓舞人心的。本届 BI-MU 展 58 000 多名观众参观了展会, 据保守估计其中 30 000 人是机械行业的专业人士, 绝大部分是意大利人。该展会的前三天参观人数最多。

Luigi Galdabini 说: “参观人数显示出一种很怪异的形势。在意大利尽管经济形势不太确定, 仍有对固定资产投资的意向, 而且比不久前更为明显。但问题是, 由于 2010 ~ 2012 年信贷危机造成的严重的经济下滑以及新的 Basel 3 条例, 各企业

缺少流动资金无法将需求意向转化成现实。”

“在这一方面, 我们相信意大利政府提出 mini-bond 系统也许是改进意大利世袭公司体制的一种正确手段。部分交换和临时交出企业家的决定权, 这家公司就能获得流动资金投放系统带来的优势, 能支持其各项活动。UCIMU 已提请政府召开包括银行和企业代表及 mini-bond 系统参与者参加的专题研讨会, 以确定操作细节协议。现已明确, 缺少流动资金是意大利的经济主要问题之一。因此必需拿出尽可能的刺激和支持手段, 以使企业更容易获得相应资金。”

除 mini-bonds 之外, 意大利机床制造企业还应利用租赁服务的优势。Luigi Galdabini 说, “这类输氧式干预的目的是恢复国家现实经济中的流动资金, 但还要辅以相应的经济政策, 以促进整个生产链消费的真正复苏。”

“在这方面, 由私人和公共机构提出的这种结构和基础结构恢复计划, 支持生产资料投资的恢复, 只是促使国民经济再度起飞迈出的第一步, 对此, 我希望能重拾 ‘灵活分期偿还’ 系统。根据以往经验, 可能的话可以重温和引用 Sabatini 法第 1329/65 条款, 即允许买方按适当利率, 分五年偿还所购货物的款项, 这曾有效地促进了国家的工业化。为复兴意大利经济, 要通过使企业与其员工的利益平等、降低企业的劳动力成本和调整对工人的收入有直接影响的税负, 适度减轻财政负担。” □

日运抵美国工厂, 开始在美国本土进行应用软件开发和使用验证。

3. 依托秦川本部, 扩大产品线, 通过 ABM 销售渠道和代理商网络, 实现渠道增值

ABM 的角色正逐步扩展为技术支持型供应商,

成为集团公司在北美市场的 “桥头堡”。2010 年 ABM 开始本部齿轮刀具的代理销售, 2011 年开展滚刀和剃齿刀的刃磨服务; 2012 年在北美筹备建立滚珠丝杠服务中心, 力争 2013 年形成有批量的仓储存货。□

数控机床可靠性技术评述*(下)

Evaluation on Reliability of CNC Machine Tools

东北大学机械工程与自动化学院 张义民

【摘要】 数控机床已成为装备制造业和国民经济建设的基础装备。本文评述了机床可靠性的技术与实践，为机床可靠性技术的研发指明了方向。要改变国产数控机床可靠性偏低的现状，首先要解决认识观念问题，主管部门、制造企业、研究单位等必须真实重视产品的可靠性；然后要在制造企业中真正实施可靠性技术与管理措施，从可靠性数据采集与分析、可靠性设计、零部件筛选、可靠性试验、制造与装配工艺、机床使用与维护、可靠性规范与准则等入手，在源头上把握产品的可靠性，促使数控机床可靠性的持续增长。

3. 可靠性试验

众所周知，任何产品都存在可靠性问题，而且可靠性问题贯穿于从产品设计到报废的整个生命周期，可见产品在全寿命周期内都会出现各种可靠性问题。产品在设计、制造、使用过程中，不断经受自身及外界气候环境、物理环境和化学环境的影响，因此要保持正常工作状态，就需要以试验装置对其进行验证。验证基本分为研发试验、试产试验、量产抽检三个部分。

(1) 可靠性试验的分类。可靠性试验种类很多，根据不同的状况与要求，可以有多种分类方法，图 17 表示了可靠性试验的一种分类情况。

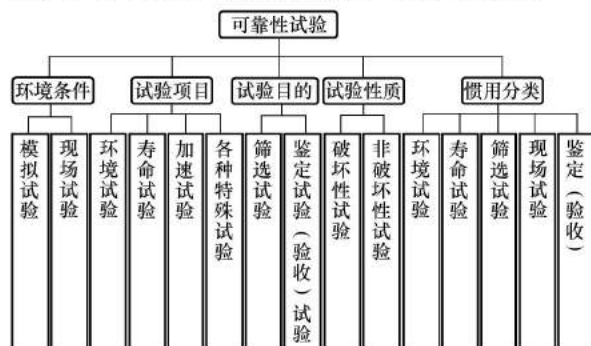


图 17 可靠性试验的分类

* “高档数控机床与基础制造装备”科技重大专项课题 (2010ZX04014-014)、国家自然科学基金重点项目 (51135003)、长江学者和创新团队发展计划 (No. IRT0816) 资助。

按试验进行的地点来划分，可靠性试验可以分为实验室试验与现场试验。实验室试验是在实验室内模拟实际使用条件和规定工作环境下进行的试验。现场试验是在实际使用状态下对真机进行的试验。

按试验的目的来划分，可靠性试验可分为工程试验与统计试验两大类。可靠性工程试验的目的在于暴露出产品的可靠性缺陷或失效症状，并采取纠正措施予以排除或使缺陷与失效的出现率低于可接受的水平。这种试验由生产制造方进行，以研制的样机为受试对象。在试验过程中，如果产品出现可靠性缺陷或失效症状或故障，就要撤换故障件，更换修复后继续进行试验，并对故障原因进行分析，采取有效的措施予以纠正。可靠性统计试验的目的是要对产品是否达到可靠性水平给出定量评估。在试验过程中，尽可能地模拟实际使用的环境状况，根据统计规则对产品的可靠性进行评估。

按试验对象的破坏情况来划分，可靠性试验可分为破坏性试验和非破坏性试验。破坏性试验是按规定的条件和要求，对产品或零件在试验应力作用下直至破坏或失效为止，以获取可靠性数据的试验，如极限试验、强化试验、加速寿命试验、环境试验等；非破坏性试验是在不破坏产品

或零件的情况下进行的以获取可靠性数据的试验。非破坏性试验可以分为两大类：①不破坏产品或零件而获得可靠性数据的试验，如正常运行试验、存放试验、性能试验等。②采用非破坏的方法获知产品或零件潜在的缺陷或失效症状的试验，包括 X 光、红外、超声、全息、激光、浸透、磁粉、核辐射、光弹检测等无损检测试验。

可靠性试验是既费时间、又需要投入大量的人力、物力、财力的项目，因此产品的可靠性试验计划应该尽可能与性能试验、极限试验、环境试验和耐久性试验等综合起来安排，构成相对全面的可靠性综合试验计划，这样既可以避免重复试验，又不易漏掉在单项试验中经常被忽视的缺陷，从而节省时间、费用、人员的投入。

(2) 载荷谱的确定。通过对元器件、零部件、分组系统和整个产品进行可靠性试验而获取数据是可靠性数据的重要来源方式之一。可靠性试验的类型主要决定于产品及其工程深度，还要考虑到单件加工、小批量加工或成批加工的因素，因此很难给出进行试验的普适原则，但是以下两条是普遍适用的：

①可靠性试验必须伴随着产品的研发设计、制造生产、实际使用。在研发设计阶段，通过可靠性试验了解所设计的产品是否满足设计的可靠性水平；在制造生产阶段，通过可靠性试验了解产品是否已经达到了设计的可靠性水平；在实际使用阶段，通过可靠性试验了解产品的真实可靠性水平。

②要明晰产品承受的载荷-时间-频谱。载荷谱可以是负载、温度、振动、腐蚀、污染等影响或类似的因素。通过可靠性试验，愈是清楚地掌握载荷谱，愈加明确地进行可靠性设计与分析。为了获取准确的可靠性数据，可靠性试验的关键是要弄清作用在产品上的载荷-时间-频谱（如图 18 所示）。

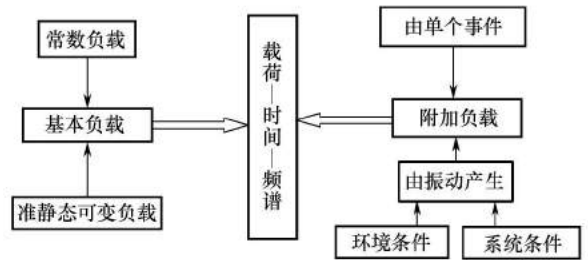


图 18 载荷-时间-频谱因素

值得注意的是，在进行所有的可靠性试验时需要引入可靠性计算的数学力学概念、理论与方法。

4. 可靠性增长

可靠性增长是通过逐步修改产品的设计和制造中的缺陷，改进和消除产品的薄弱环节，不断提高产品可靠性的工程项目。任何产品在研制初期都要经过反复的研发设计-分析计算-修改设计或试验-改进-再试验的过程（如图 19 所示），才能使产品可靠性与其他性能不断提高，直到满足要求。可见，可靠性增长过程是在可靠性数据处理、可靠性分析与可靠性试验基础上，通过反复分析与试

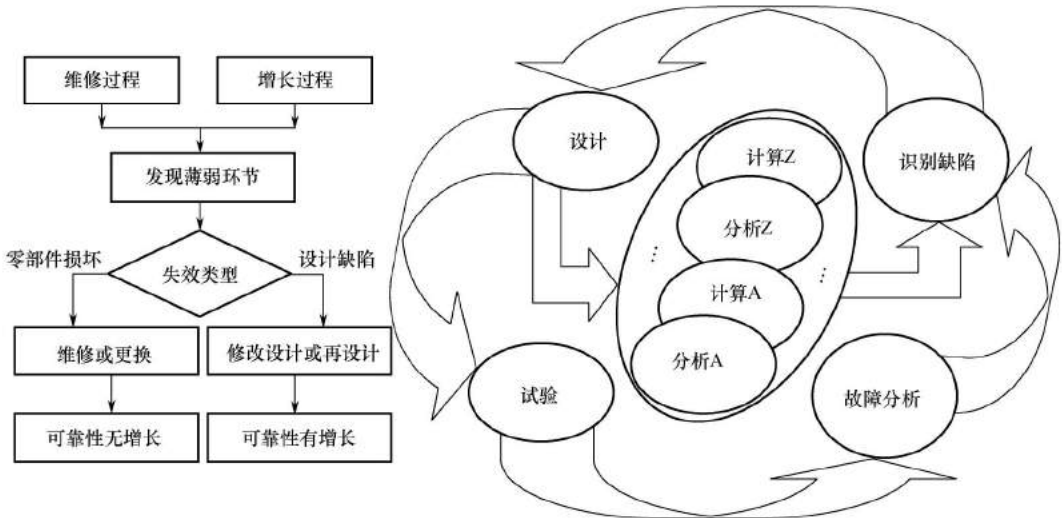


图 19 可靠性增长过程

验使产品的设计、制造和使用缺陷不断暴露，然后经过改进消除产品的薄弱环节，使产品不断趋于完善，从而使产品的可靠性和其他性能不断提高的过程。可靠性增长是保证复杂产品投入使用后具有所需要的可靠性的一种有效的途径，贯穿于产品研发与使用的各个阶段。

如图 20 所示，可靠性增长工作流程主要包括：产品故障统计与识别，可靠性增长措施的提出与实施以及可靠性增长预测和建模。其中，可靠性故障识别为制定可靠性增长措施提供必要的基础

和依据，其统计信息主要来自企业的检测与测试以及用户的问题反馈；可靠性增长措施的提出是可靠性增长的主要内容，实现可靠性增长的主要途径是对产品的薄弱环节和缺陷进行修正，除此之外还包括设计人员设计理念的改进，生产人员技术熟练程度的提高，使用人员操作、维护技术的提升，生产设备及其运行情况的改善，产品的筛选、老炼和磨合等；可靠性增长模型的提出可以为可靠性增长提供理论依据，并预测可靠性增长措施的效度。

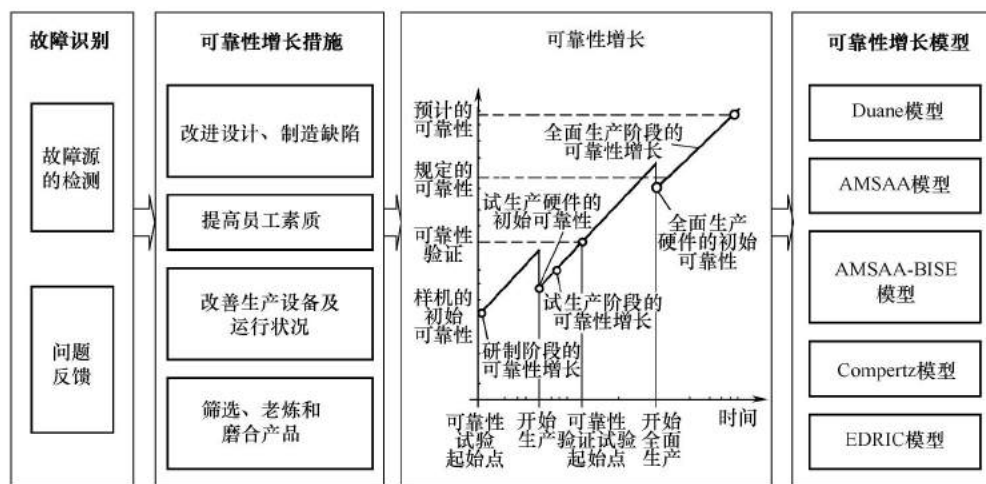


图 20 可靠性增长工作流程

在图 20 中显示，可靠性增长贯穿于产品全寿命周期的各个阶段，在不同的寿命周期阶段，可采用不同的方法与技术实现可靠性增长。

5. 系统可靠性

系统是一个能完成规定功能的综合体，总是由若干独立的单元组成，每个独立单元都要完成各自的规定功能，并在系统中与其他单元发生联系。一个系统通常包括很多个子系统和单元，以保证完成规定的功能。在系统的使用过程中，由于各种能量的作用，各单元的功能参数将逐渐劣化或丧失，以至引起系统发生故障或失效。为了保证系统具有所需的可靠性水平，在设计阶段必须对系统进行可靠度计算或预测。一般应根据各单元在系统中的功能关系，绘制出功能方框图或可靠度方框图，作为系统的可靠度模型，并依照模型进行可靠度计算或分配。为提高系统的可靠度，应该力求系统简单、单元少；尽可能选用具有可靠度保障的标准件；增加重要环节的备用系统；

合理规定维修期等。系统可靠性分析中采用的定量分析方法主要是：建立系统的可靠性模型，将系统可靠性的特征量（如可靠度、失效率、寿命、维修度、有效度、重要度等）表达为单元可靠性特征量的函数（或者数值关系），然后通过求得的单元可靠性特征量计算出系统的可靠性；系统故障定性分析主要是识别各子系统、组件、单元的失效模式及影响，查寻机械系统的薄弱部位。系统可靠性分析中常采用的分析方法主要有以下几种：故障模式、影响及危害性分析，故障树分析，可靠性预计与可靠性分配，随机有限元分析等。

(1) 故障模式、影响及危害性分析。故障模式和影响分析（Failure Mode and Effects Analysis, FMEA）或者故障模式、影响及危害性分析（Failure Mode, Effects and Criticality Analysis, FMECA）是一种可靠性归纳分析技术，FMEA 和 FMECA 又是维修性分析的重要方法，也是产品责任预防分析（Product Liability Prevention, PLP）的代表性方

法。在英文资料文献中，FMECA 是将故障模式和影响分析（FMEA）扩展到危害风险评估，其中包括故障模式分析（FMA）、故障影响分析（FEA）和故障后果分析（FCA）或危害性分析（CA）；在德文资料文献中，很少区分 FMEA 和 FMECA。FMEA 和 FMECA 的实施应该在熟知方法与内容及

步骤的专家领导下进行，从而可以充分体现分析人员的实际经验与学识水平。由 FMEA 和 FMECA 所提供的系统可靠性分析结果应该是定性的结论，而 FMECA 使定性分析的 FMEA 增加了定量分析的成分。FMEA 和 FMECA 的具体流程如图 21 所示。



图 21 FMEA 和 FMECA 流程

(2) 可靠性预计与可靠性分配。为了保证系统具有所需的可靠性，在设计阶段必须对系统进行可靠性预测和分配，如图 22 所示，可靠性分配与可靠性预计是互逆过程。可靠性分配考虑在已知系统可靠性指标时，如何确定其组成单元的可靠性指标值。可靠性分配可以定义为在综合考虑

子系统、零部件的复杂程度、重要程度、运行环境等差别的前提下，将产品可靠性指标从上到下逐级地分配到系统的各个层次，以此落实相应层次的可靠性要求，并使整体与各部分之间的可靠性相互协调，尽量做到既避免出现薄弱环节又避免局部高可靠性导致浪费。在可靠性分配时，应注意

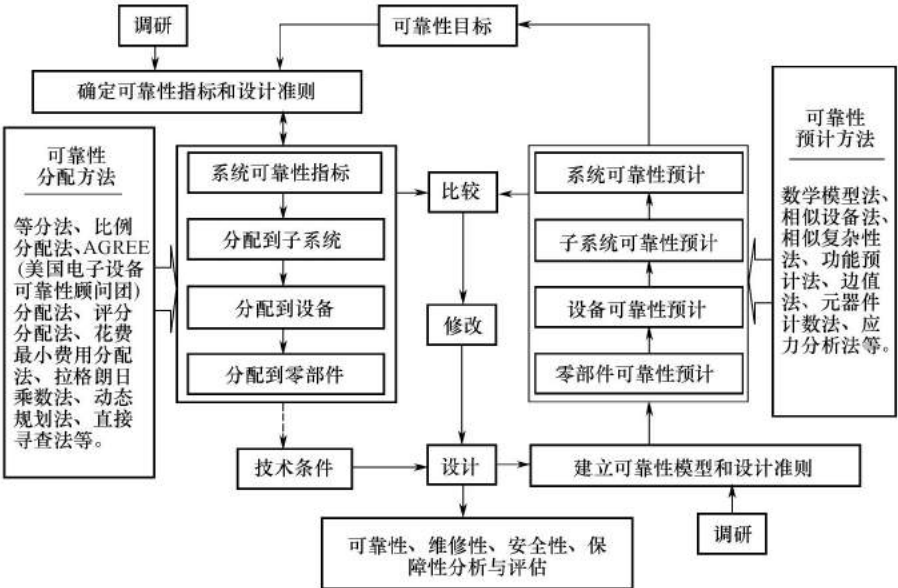


图 22 可靠性分配与可靠性预计

除了满足性能和可靠性指标之外，还应满足如质量、体积、成本等一系列要求。因此，如何在质量、体积和成本等限制条件下，使产品的可靠性分配方案更合理，也是可靠性分配需要着重考虑的问题之一。可靠性预计则是从下到上逐级地预计产品各层次的可靠性参数，判断各层次设计是否满足分配的可靠性指标要求。只有各层次的可靠性分别达到分配的水平，才能保证产品可靠性指标的实现。对未达到分配指标要求的设计，寻找其可靠性薄弱环节、设计缺陷等，提出纠正修改措施，并依此改进设计直到满足指标要求为止。

(3) 故障树分析。故障树 (Fault Tree, FT) 是一种特殊的倒立树状逻辑因果关系图。故障树用事件符号、逻辑门符号和转移符号描述系统中各种事件之间的因果关系。逻辑门的输入事件是输出事件的“因”，逻辑门的输出事件是输入事件的“果”。

故障树分析 (Fault Tree Analysis, FTA) 是通过对可能造成系统故障/失效的各种原因 (包括硬件、软件、环境、人为因素等) 进行分析，画出逻辑框图 (即故障树)，按树枝状结构，由总体至部分、自上而下逐层细化，从而确定系统故障/失效原因的各种可能组合方式或发生概率，以便计算系统的故障/失效概率，并采取相应的纠正措施予以修正，以提高系统可靠性的一种设计分析方法。故障树分析过程如图 23 所示。目前故障树分析方法，已经从早期的航空、航天、核能等应用领

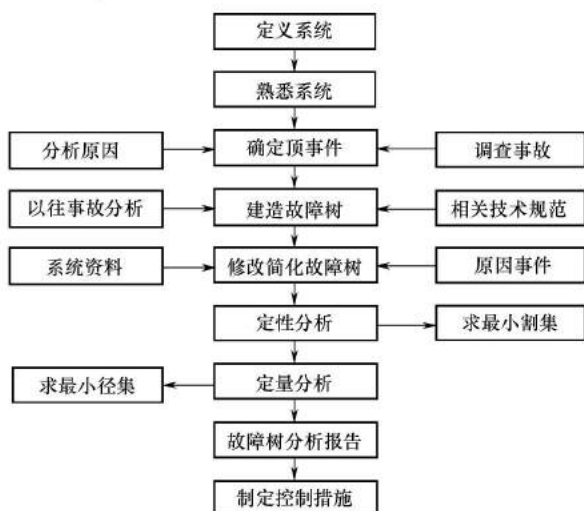


图 23 故障树分析的流程图

域，渗透到各个工业领域，广泛地应用于航空、航天、核能、电子、机械、化工和采矿等各个领域。应用故障树分析方法研制的软件，可以从定性、定量、图形化等方面服务于产品的可靠性分析，被公认为是复杂系统可靠性和安全性分析的一种简单、有效、可行的分析方法。

(4) 随机有限元分析。有限元法 (Finite Element Method, FEM) 是目前结构系统分析的有效数值方法之一，有限元法能够适应各种不同性质、形状和边界条件的工程问题。然而确定参数结构分析的有限元法在解决具有随机参数的结构分析时受到了很大的限制。在实际工程结构中，由于工程材料特性的离散性，以及制造、安装误差等因素的影响，使结构系统的物理和几何参数具有不确定性；再者，由于许多信息的不确定性，使结构系统的许多设计参数具有不确定性。为了使有限元法能够适应随机结构系统分析的要求，近半个世纪以来，已经对随机结构系统问题进行了许多研究，发展了处理任何不确定量的随机结构系统的随机有限元分析方法 (Stochastic FEM)，也称概率有限元法 (Probabilistic FEM)，随机有限元分析方法是随机分析理论与有限元方法相结合的产物，是在传统的有限元方法的基础上发展起来的随机的数值分析方法。随机有限元法的框图如图 24 所示。

随机结构系统的研究在工程实际中起着重要的作用，这种研究可以帮助工程设计人员合理地分析随机结构系统的响应和可靠性问题，进行实际工程结构系统的安全设计。由于结构系统承受载荷的随机性和结构系统参数的随机性，随机结构系统响应可分为三种类型：①确定结构系统对随机载荷的响应。②随机结构系统对确定载荷的响应。③随机结构系统对随机载荷的响应。关于确定结构系统的响应分析已相当成熟，且已形成了完整的理论系统。关于随机结构系统的响应研究始于 20 世纪 70 年代初期，目前主要有两种方法：①Monte Carlo 数值模拟方法。②随机有限元方法。目前，随机有限元法已成为对复杂随机结构系统进行可靠性分析的一种有效的数值方法，基于二阶矩技术、摄动技术和线性偏导数技术等系统

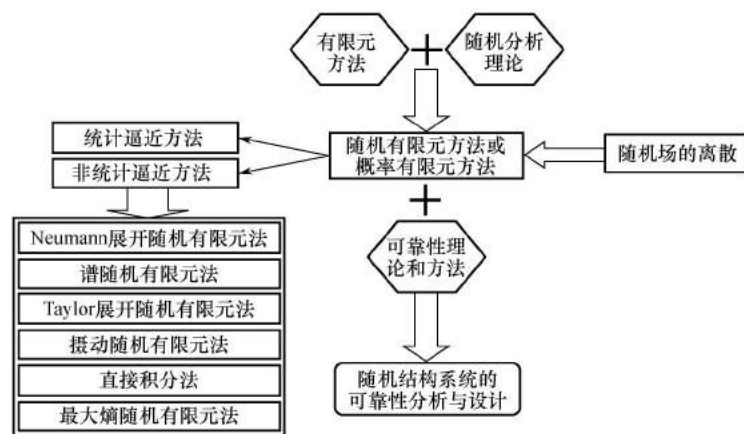


图 24 随机有限元的框图

地研究了静、动态线性和非线性随机结构系统的形状不确定、材料、几何特性和边界条件不确定性、不确定预应力、不确定的弹性基和不确定阻尼等响应问题，其桁架、梁、板等结构的数值结果与 Monte Carlo 方法符合得很好，这些坚实有力和卓有成效的研究构成了随机有限元法。

工程产品的安全可靠是产品设计的主要目的之一。对于产品的分析与设计，必须考虑各设计参数的统计分散性，进行随机不确定分析。只有这样，才能使产品的预测工作性能与实际工作性能更加符合，才能更真实、更正确地反映产品的可靠性。由于产品所承受的载荷带有随机变化的性质，而产品参数的数值也具有分散性（如材料、几何等特性具有固有的随机性），这样就导致了具有随机参数的承受随机载荷的随机系统。因此研究这种系统的可靠性问题可以使产品的预测工作性能与实际工作性能更加符合，得到既有足够的安全可靠性、又有适当经济性的优化产品。国内外的实践经验表明，产品的可靠性是由设计决定的，而由制造、安装和管理来保证的。因此将概率设计理论和可靠性分析与设计方法应用于工程产品设计，才能得到既有足够安全可靠性，又有适当经济性的优化产品。虽然具有随机参数的随机系统要远比确定系统复杂，但是近半个世纪以来，以估计产品可靠度为目标的、以概率统计和随机过程理论为基础的、以各种系统分析技术为工具的多种可靠性分析与设计方法迅速发展。用以分析随机系统的可靠性问题的随机有限元法是众多系统可靠性分析与设计方法之中实用有效的方法

之一，在工程实际中发挥着非常重要的作用，有着极大的应用价值和发展前途。基于随机有限元的可靠性分析方法，通过随机数据的采集与统计、随机系统的离散化、随机有限元控制方程的求解、随机系统的可靠性分析、可靠性界限估计等环节，进行系统的可靠性分析与设计。

作者率领的研究团队提出了广义随机摄动法和广义随机有限元法，解决了具有随机参数的多自由度非线性随机振动系统的可靠性设计难题；提出了避免共振的频率可靠性分析方法，开辟了随机振动系统的动态可靠性分析的另一条途径；提出了相关失效模式的非线性动态随机结构系统可靠性分析的方法，突破了束缚非线性随机结构振动系统的动态可靠性设计发展的瓶颈问题；提出了具有任意分布参数（非正态分布参数）的机械产品的动态可靠性设计的方法，解决了由于概率信息缺失而无法进行可靠性设计的问题；提出了机械渐变可靠性的分析模型和计算方法，有效地描述了强度、载荷、可靠度和失效率随时间的变化规律，并相应地进行了渐变可靠性设计。而且研制开发了“机械零部件可靠性设计”的实用软件库，可以有效地为机械行业提供可靠性分析与设计的技术服务。

6. 可靠性管理

可靠性管理是为了确定和达到产品的预期可靠性指标所需要的各项管理活动的总称，是为了确定和满足零部件或产品系统的可靠性要求所进行的一系列组织、计划、规划、控制、协调、监督、决策等活动和功能的管理。可靠性管理是从

系统的观点出发，通过制定和实施科学的计划，组织、控制和监督可靠性活动的开展，以保证用最少的资源，实现用户所要求的产品可靠性。

可靠性管理包括：组织可靠性质量保证系统；

规定要管理的任务和相关部门和负责人员的职责；指导、检查和督促分担任务的协作单位的可靠性工作；制订可靠性计划并检查督促计划的执行。企业的可靠性管理如图 25 所示。

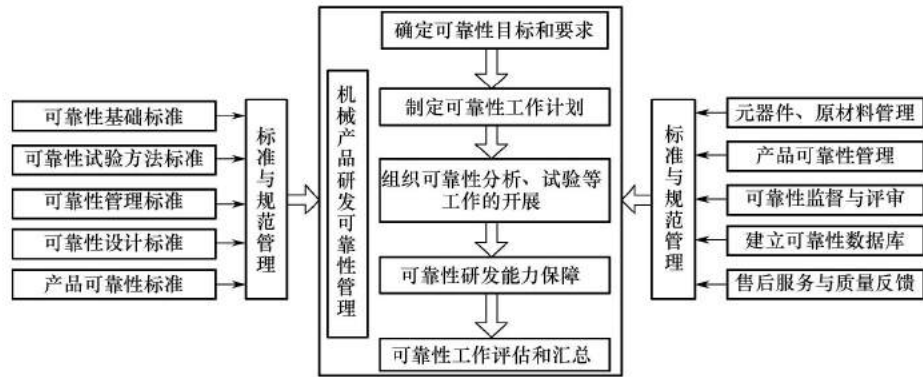


图 25 可靠性管理

产品在设计、制造、使用直至报废的全寿命周期都要实行科学的管理，可靠性管理是质量管理的一项重要内容。可靠性管理不仅是单纯的保障技术，而且是重要的企业经营决策，可靠性管理有利于增强企业的实力，提升产品的可靠性水平，是企业长期生产可靠产品的强大支撑力量。

与装备制造企业的质量管理机制不相匹配，相应的“可靠性保证”部门的设置并没有明显固定的形式。在此必须考虑着眼于用户的满足可靠

性要求的产品，产品可靠性的许多信息来源于产品的现场使用数据，通过设置适当的可靠性保证机构来负责将产品的使用资料数据反馈到产品研发与加工部门之中。在设置单个产品或产品组的可靠性部门时，必须考虑到企业机构的基本形式。如图 26 所示，为了进行可靠性管理，在设置负责可靠性的机构部门时，应该建立一个独立的、尽可能隶属于董事会或领导层的部门或机构，明确各部门及其负责人的主要任务及其权限。

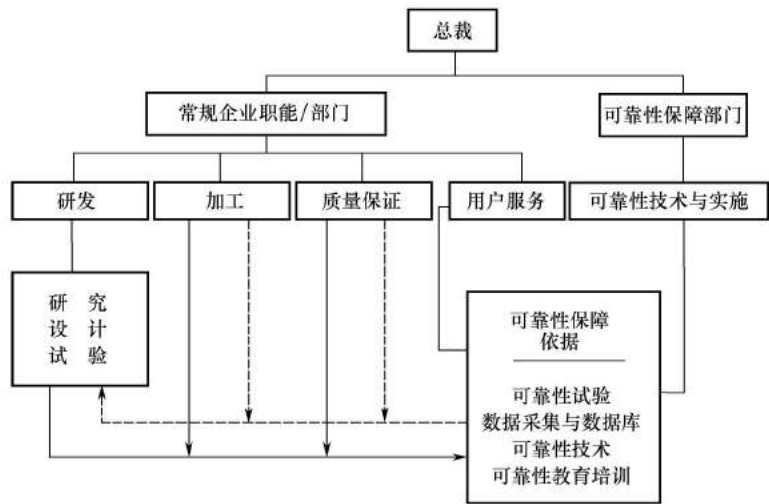


图 26 可靠性保证部门机构设置

“可靠性保证”部门或机构的任务是多方面的，既要考虑产品的研发与制造，又要考虑所需的数学力学知识，更主要的是要接近用户。提供可靠性分析的定性与定量的方法同样是“可靠性

保证”部门机构的任务，如负责可靠性分析的项目和“可靠性数据库”的建立及维护等。企业的可靠性保证部门的任务和产品可靠性项目负责人的任务如图 27 和图 28 所示。

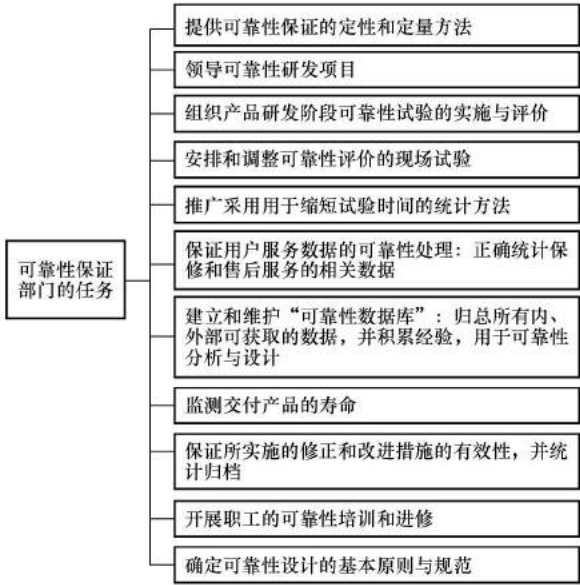


图 27 企业的可靠性保证部门的任务

重要的方面还要对有关人员进行可靠性教育培训。除对计划的目标和准则等进行必要的说明以外，对防止设计、试制、生产、检验等业务中发

生的缺陷、对可靠性和寿命与其他参数的关系，以及对企业内部的规定等都要进行不断的教育与学习。

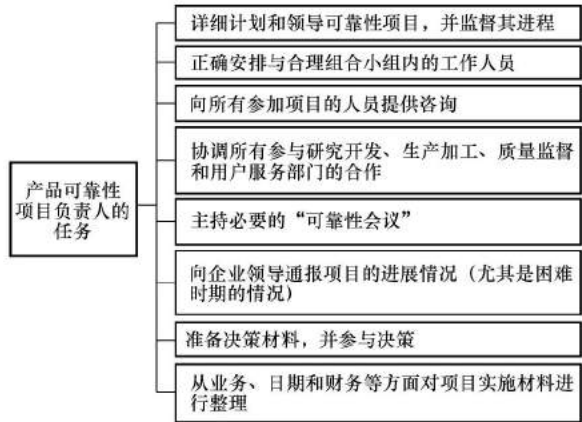


图 28 企业的产品可靠性项目负责人的任务

图 29 表示在研发设计与制造生产中可靠性技术与管理所处的位置。根据可靠性含义，可以将设计与生产中可靠性的管理分为可靠性保障、宏观管理与数据管理、质量保证三部分，并希望进行综合管理。

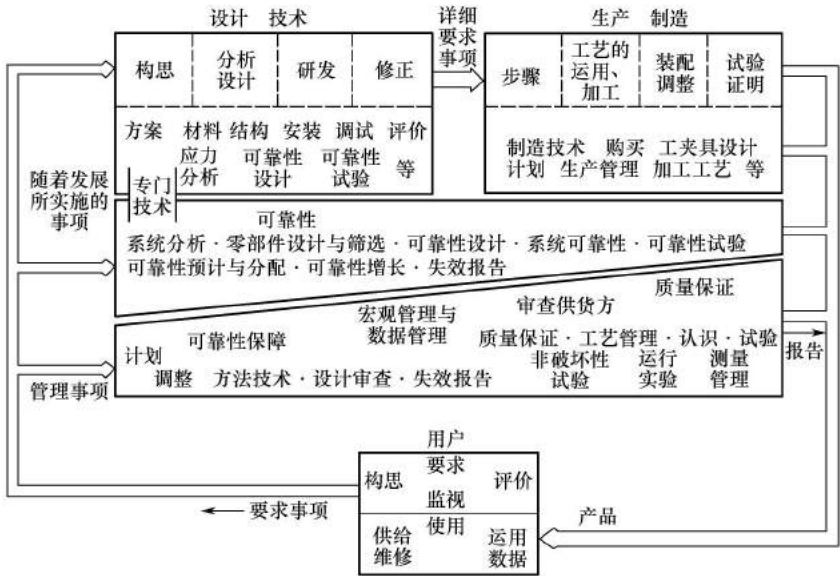


图 29 设计制造中可靠性的技术与管理

四、精细工程

国内外实践表明，精细制作是提升机床可靠性的途径之一。一旦机床企业在设计、制造和装配过程中把握好各环节的每一细节，严控元器件、配附件和功能部件的质量关，避免因一些细微之处的不周密而影响整机的可靠性，数控机床的可

靠性必将大幅度提升。因此笔者认为在机床产品企业应该提倡“精细工程”。①通过精细化，能够真正了解每个环节之中的每个影响因素，探寻与认识其规律性，规避不利因素，发挥有利因素。②要知其然，更要知其所以然，可知才可控。③细节决定成败，众多细致的累积可以铸就一个优质的产品。可见只有发挥持续的精益（下转第 67 页）

主轴功能部件行业发展的思考及建议

Some thoughts and advice about development of spindle components sectors

武弘毅

机床功能部件产品档次偏低，产业化程度不高，是制约机床行业结构升级的重要因素之一。着力提高机床功能部件的配套能力是机床行业在“十二五”期间面临的紧迫任务之一。作为液体动、静压技术研究与应用的参加者，以及主轴功能部件行业组建、发展的组织者之一，下面本人以自己的经历和思考，对主轴功能部件小行业的形成过程做一介绍，并提出如何发展的建议。限于我接触面的局限性，仅作为抛砖引玉，供同行们参考。

一、概况

机床主轴的功能是带动刀具（砂轮）或工件旋转，可实现高速精密加工。随着现代工业对机床加工精度和加工效率要求的不断提高，机床对主轴性能的要求也越来越高。要求在满足加工精度和加工效率的前提下，在速度、精度、刚度、功率、扭矩匹配特性、可靠性、性能价格比等方面要求越来越高，它是机床的核心构件，长期以来一直由机床生产厂承担。随着机床行业对高转速、高精度和高效率的要求，出现了主轴功能部件专业生产车间，如滚动支承电主轴、动压主轴单元等，但都是为本企业机床产品服务的；20世纪70年代，动、静压技术在全国大面积推广应用，出现了为生产企业设备技术改造服务的动、静压主轴功能部件专业生产企业。在我国由计划经济向市场经济转化过程中，市场的需求派生出许多主轴功能部件专业生产企业。按支撑类型分，主要有滚动支承电主轴企业；动、静压主轴功能部件企业。按用途分，主要有主轴功能部件企业；电主轴企业；镗头企业；主轴备件企业；主轴配套件企

业。按企业形成分，主要有国有企业改制形成的；技术设计管理人员、技术工人自筹资金或与投资者合作形成的。这中间，绝大多数都是微、小型企业，起步资金只有几万或几十万元。

1994年10月，由几家动、静压主轴功能部件企业发起，成立滑动轴承主轴单元专业委员会行业组织，隶属于中国机床工具工业协会。2002年，在调研了国内市场对主轴功能部件产品的需求，以及各类主轴功能部件企业对建立行业组织的愿望，看到滑动轴承主轴单元企业只是其中刚刚初露头角一小部分。为适应机床行业的发展需求，促进机床主轴功能部件行业的发展，专业委员会得到中国机床工具工业协会批复更名为“主轴功能部件专业委员会”。现在，国内大多数各类主轴功能部件企业都已成为会员。在市场经济条件下发展起来的主轴功能部件行业，从体制构成看，主要有私人控股、国有改制、合资、台资和外资；从建制构成看，主要有专门从事主轴功能部件专业生产、隶属于其他企业的独立部门和只为本企业配套的部门三种；从技术组成看，由主要从事滚动轴承主轴功能部件及电主轴生产、研制、开发；主要从事静压、动静压混合油膜轴承及其主轴功能部件生产、研制、开发；主要从事中国台湾及国外主轴产品代理和备件及其配套部件生产、研制、开发和参加研制工作的大专院校构成。

二、我国动、静压技术的研究与发展

静压支承具有高精度、高刚度、长寿命等一系列优点而得到人们的重视和广泛的应用。

最早的液体静压支承的锥形是在1878年巴黎

国际博览会上展出的能灵活浮动的展品。1938年美国加利福尼亚州的帕罗马尔山天文观测站在200英寸天文望远镜上,首次成功地应用液体静压推力轴承。该望远镜重量为500t,转速为1转/天,但驱动功率仅需70W。1945年法国工程师P. Gerard发明了向心静压轴承,并于1948年成功地应用于Gendron磨床砂轮主轴上。在以后的几十年中,静压技术迅速发展,应用范围不断扩大,几乎遍及整个机械制造行业,应用于包括仪器、冷轧机、雷达天线座等民用与军工的设备上。

为制造精密磨床,国内上海机床厂于1958年首先开展该技术的研究,在下属磨床研究所建立课题组。1959年广州热带机床研所成立,1962年组建静压研究室使此项技术的研究与应用得到有力的推动。国内无锡机床厂等其他磨床厂也开始对静压轴承进行试验,此项技术得到磨床制造业的普遍重视。

广州机床研究所静压研究室在研究和推广中起到组织带头作用。上海机床厂用自己的研究成果陆续开发了六十余种应用静压技术的新产品,起到示范作用。1973年6月在广州召开全国静压技术会议,会上对于静压轴承的理论计算、推广及应用进行了交流,带动了全国静压轴承技术的研究及推广应用,使这项由当时一机部范围内的研究及应用推广到其它部门,全国形成静压轴承研究和推广应用的热潮。1976年原三机部依据一机部的经验,以北京航空学院已从事近四年研究并取得一定成果的团队组建流体原理与应用研究室。作为静压技术推广的部内技术指导单位,这是国内在大学组建首个静压技术研究单位,它对推动全国静压轴承技术的研究及应用,特别是基础理论研究等方面起到了重要作用。1980年由摩擦学会、设备维修学会联合在成都召开全国静压技术交流会,总结了七十年代静压技术推广应用的经验和教训,提出了动静压技术研究和专业化生产的方向,推动了全国动静压技术的应用。八十年代中期,随着国家体制改革的深入和动静压技术的成熟,设备改造的需求促使我国液体动静压轴承主轴部件出现专业化生产:北航成立的北京中航设备改造研制厂从航空系统企业中的旧设

备技术改造入手,逐步形成小批生产的WMB型主轴单元品牌产品。岳阳机床厂主轴功能部件研究所的双锥面静压轴承部件,作为专用部件增加机床的功能加装在如龙门刨等普通机床上磨削机床导轨、大型平面、内孔、外圆,社会效益很可观。上海引进设备维修中心对轧辊磨床等各类磨床及多轴镗头等进口设备进行改造收效良好。

经过相当深入的基础理论研究和十分广泛、大面积的应用,从产品性能、结构的先进、品种数量等方面已达到世界先进水平。

我国对静压技术的研究及应用已有五十年历史,对基础理论的研究相当深入,应用也十分广泛,品种俱全,静压主轴、动静压主轴、静压丝杆、静压导轨都有成熟的产品,在技术上已打下了坚实的基础。如下例子可以证明本领域的现状已达到世界先进水平:

(1) 国外机床采用静压轴承多是毛细管或小孔节流的四油腔的结构,我国首先自主开发的动静压轴承,性能都能达国际主轴先进水平,且节能。

(2) 在应用方面从精度、承载能力上都能达到世界先进水平,并具有相当的开发能力,如自主开发的静压转台其精度及承载力均不低于进口设备,使这一类机床实现了国产化的批量生产。

(3) 近几年我国在“高档数控机床与基础制造装备”科技重大专项课题中,精密主轴系统与动、静压技术有关的达8项以上,大多数达到国际水平。

(4) 近几年有的机床产品引进闭式静压导轨功能部件其实国内早已有应用,只不过没有实现功能部件化;国外静压支承的PM节流器其原理类似于单面薄膜节流器,国内在六十年代就已进行了深入的研究与应用。

以上几例足以证明:虽然从总体上来看我国的机床工业水平仍落后于发达国家,但在精密机床静压、动静压技术方面却占领先地位。

三、我国动、静压主轴功能部件企业形成与发展

动、静压主轴功能部件企业形成首先是从设备维修和技术改造的需求起步的。1986年4月北京中航设备改造研制厂(北京北航精密机电有限

公司前身)建立;1987年岳阳机床厂主轴功能部件研究所(湖南岳阳科梦机电技术有限公司前身)锥面磨削装置通过机械工业部鉴定,成为龙门刨床扩大功能、提高精度的配套功能部件产品;针对大量进口机床主轴采用静压、动静压国产化改造的上海引进设备维修中心(上海原创精密机床主轴有限公司前身)成立;率先提出并进行动、静压主轴功能部件专业生产。

本世纪,随着市场经济的形成和完善,数控机床发展壮大和生产体制的变化,对主轴部件需求不断增大和对主轴部件技术要求不断提高,尤其是主机厂对高性能主轴功能部件需求由自制转向采购,主机厂的主轴部件采用配套生产方式开始成为当前的主导方式;生产企业维修对主轴功能部件需求增大,促使生成许多动、静压主轴功能部件专业生产企业。当前从事专门生产动静压混合油膜轴承及其主轴功能部件生产、研制、开发厂家有:上海原创精密机床主轴有限公司;北京北航精密机电有限公司;岳阳科梦科技有限责任公司;北京东方精益机械设备有限公司;重庆科菲精密机械有限公司;湖南普来得机械技术有限公司;湖南海捷主轴科技有限公司;北京航空精研机电技术有限责任公司;北京环岛机电技术公司;北京立沃科技有限公司;天津市翠湖机电科技有限公司;北京广研机电技术有限公司;杭州求精机床研究所等单位。

这些企业从体制构成看,主要是私人控股和少数国有改制;从主管人员组成看,主要由从事静压、动静压混合油膜轴承研究的技术人员或从动、静压主轴功能部件专业生产企业分离出的有一定用户的技术工人与投资者合作、或自筹资金构成;从产品品种看,主要有磨床、车床、金刚镗头配套的主轴单元、转台或功能部件;从服务对象看,主要有为主机厂配套为主,设备维修为主或两者兼有。从规模看,年产值最大为3000万元左右,最小的只有几十万元,2010年度企业总产值近一亿元。职工人数多为50人以下,还有不足十人的企业,2010年度企业职工人数共有约400人;从品牌看,只有企业品牌,多数是按用户要求制作,还没有形成尺寸系列标准;从生产水平看,

多数企业采用通用机床依靠工人技能保证质量,检测设备也是普通的 μ 级的千分表、内径表。尽管能够研制出达到国际水平的产品,由于投入资金短缺、加工及检测设备落后,使得产品质量稳定性差,限制了行业的发展。国内生产处于小、中批量、低挡技术水平。亟待从认识、政策、资助等多方面入手,以适应提升功能部件配套能力的需求,使国产中高档数控机床的综合市场竞争力得到显著提升。

四、值得深思研究的几个课题

1. 如何理解“产、学、研”的含义

回顾动、静压技术在我国的研究和发展的辉煌成果,它是理论与实践、研究与生产相结合的体现。但现在由于各种原因,为我国动、静压技术的研究与发展作出贡献的广州机床研所静压研究室已撤销;北京航空学院流体原理与应用研究室也因院系调整撤销;上海机床厂磨床研究所静压课题组也随着人员调动、退休而消失。现在大家提出“产、学、研”结合方针。如何理解“产、学、研”的含义,应该是两重含义,其一是以生产企业为主与学校、研究单位结合促进科学技术发展;其二是科学课题研究(学)要与应用技术研究(研)和实现产业化(产)紧密结合的含义。我们应该总结我国六十年的科学发展的经验,走我们自己的路。参照国外有益经验,但也不能迷信。

2. 如何加速提升功能部件的配套能力

不同的功能部件行业形成的过程是不同的,要分类区别对待,制定相应的指导方针政策。如在计划经济时期国家已投资,是属156项的功能部件,有实力,有话语权,这是一类。其次是处于计划经济末期的如在数控机床出现后的功能部件,国家也有一定投入的。再有在市场经济下形成的微小型的功能部件,条件和发展环境是最差的。建议有关领导或相关政策制定者,应进一步深入到基层,依据实际情况制定相关政策。

3. 加速提升主轴功能部件的配套能力的关键

主轴功能部件是机床的核心部件,主轴功能部件行业是机床行业中重要的并带有特殊性的功

Journal of Management Education 38(1) 10-24 © 2004 Sage Publications 10.1177/1056492604262916
jme.sagepub.com

— *Journal of Management Education* 38(1) 10-24 © 2004 Sage Publications 10.1177/1056492604262916
jme.sagepub.com

— *Journal of Management Education* 38(1) 10-24 © 2004 Sage Publications 10.1177/1056492604262916
jme.sagepub.com

— *Journal of Management Education* 38(1) 10-24 © 2004 Sage Publications 10.1177/1056492604262916
jme.sagepub.com

— *Journal of Management Education* 38(1) 10-24 © 2004 Sage Publications 10.1177/1056492604262916
jme.sagepub.com

(上接第 63 页)

求精的精神，才会有效地提高产品的质量，提升我国装备制造业的水平。“精细工程”是企业按照“五精五细”的理念与思路，对企业的研发、设计、制造、安装、运用、维修、管理等各个环节进行精细化运作的工程。“五精五细”是“精细工程”的核心内容，其内涵如附表所示。

“精细工程”的核心内容

五 精	五 细
1. 精确：精确的理论与技术；	1. 细化：细化制度、规章、程序、规范等；
2. 精密：精密的设计、计算与分析；	2. 细分：细致划分职能和职责，责权利分明；
3. 精深：精深的专业知识；	3. 细密：周密仔细的对待任何环节；
4. 精制：精工制造；	4. 细别：任何微小的差别都必须重视；
5. 精通：精通管理与技术的团队与人员。	5. 细工：精细的工艺。

虽然在全球经济化的大环境下，一个国家不可能包揽本国所需的全部装备，但是作为有 10 多亿人口的大国，从国外买不来、也买不起工业化和现代化，必然通过装备制造业的发展得以实现，而且只

有强大的装备制造业才能武装成为工业化强国。

五、结语

可靠性技术兴起于第二次世界大战期间，是为了解决军用电子元件和设备失效问题而形成和发展起来的一门综合工程学科。经过几十年的发展，可靠性技术广泛地应用于航空航天、机械工程、交通运输、材料冶金、石油化工、医疗设备、食品加工等各个工业部门之中。一台高可靠性的机床可以顶多台机床用，可以减少用户的停机维修费用，减少厂家售后服务费用，减少材料、工时和能源的消耗，发挥几倍的效益。特别是在进口量居高不下的形势下，产品的可靠性提升对国产数控机床在国际市场竞争中取胜、促进民族工业的发展等方面尤为重要，然而数控机床可靠性的全面提升非一日一时之功。国外机床工业的发展经验显示，机床可靠性增长需要人力、物力、财力的持续投入。只有主管部门、制造企业、研究单位等的高度重视，并且从产品设计选型、零部件筛选、生产制造工艺、可靠性试验、故障数据分析及可靠性管理等方面系统地加以实施，机床可靠性才能不断地提升。□

德国 DMG 和日本森精机合作 发展态势引人关注

Focus on the cooperation of DMG and Mori seiki

沈福金

一、产品展示会

笔者曾在 2011 年第二期《WMEM》杂志上以“以深度合作 求共同发展”为题报道过德国 DMG 和日本森精机自 2009 年 3 月开始相互参股、深度合作的内容,以及在 JIMTOF 2010 展会上高调亮相的情况。并预感到,在世界机床业界将会出现一个更为强劲的竞争对手,值得关注。

果然,两年后的 2012 年 2 月 7~11 日,两家公司在德国 Dekel Maho 所在地 Pfronten 召开了一个规模不小的展示会,现场有 60 台机床进行切削演示,并以 DMC 60 linear 和森精机的 NHX 系列机床作为当今在卧式加工领域实现了全线性驱动的机床进行展示,宣称 2012 年推出 5 台世界首次亮相的新机床,以彰显双方合作发展的成效。

这五台世界首推的新机床分别是:

(1) DMC60 H linear 卧式加工中心:其主要特点是精密和高动态性能以及可自由选配等。

(2) DMU 85 FD monoBlock 铣-车中心:有着出众的铣-车能力。

(3) DMC 65 monoBlock 通用型加工中心:带托盘交换装置,可五轴联动加工。

(4) DMU 80 eVo:带托盘交换装置,其特点是交换速度快、结构紧凑和铣削功率大,缩短了辅助时间,因而生产率高。

(5) DMG 公司的 CTX beta 800 4A:应用两个转塔,与集成的对置主轴尾架组合体的横向行程协调工作是其特点,用于快速换刀的“” Tri-fix “精密接口和可任选的直接驱动使之更完美。

在卧加领域,他们生产的是全线性驱动的机床。森精机的 NHX 4000 补充了卧加阵容。卧式加工中心可以选配德国西门子的 840 D solutionline 或森精机的 Mapps-IV 控制系统。DMG 为欧洲市场生产合作范围内的产品。在此基础上,森精机以其最大型号的 NHX 5000、NHX 5500 和 NHX 6300 扩充了整个卧式加工中心的供货范围。森精机还特别向观众介绍了曾在 EMO2011 展示过的新的功率强大的 X 级车床和铣床。而 NLX 2500 SY/700 机床是针对传统的通用车床领域,不过在 BMT 技术的基础上,用动力刀具扩展了要求苛刻的铣削能力,在一次装卡加工中,车削不受限制和用 B 轴铣削是 NTX 结构系列机床的擅长。

展示会上展品,体现了 DMG 和森精机在机床方面的专业技能。期间举办的 10 场技术研讨会,还向客户和专业观众比较详细地介绍了将来宇航工业、汽车工业等需要的高性能加工中心或激光技术等出现的 5 轴加工方面的问题。其中,能效问题作为一根主线贯穿于展览及研讨会的方方面面,如同重视新的软件工具和成套维修产品在开发、制造和机床应用时能持续提高能效一样,对消耗少的机床技术、节能的加工制造流程和自动短路程序等都非常重视。因为,减少资源和能源消耗等绿色环保要求,已是人类生存和社会可持续发展的迫切需要,其发展趋势已经并必须引起足够重视。

二、DMC60 H linear 精密卧式加工中心

下面着重介绍一下 DMG 和森精机合作开发的新机床 DMC60 H linear 精密卧式加工中心。

这台机床有很多特点：一方面精度高和精度保持性长；另一方面运动速度快和动力学特性又好；同时在批量生产时可靠性非常高，而且可模块化分级扩建并可构建智能化方案，以适合独特的过程链和加工流程的需要。看来，DMC 60 H linear（见图1）可很好地满足卧式加工领域的各种苛刻要求。例如，在新发展的精密参数中，已经出现了要求定位精度和圆形精度 $4\mu\text{m}$ ，同样，按标准仍要得到 $Ra0.4\mu\text{m}$ 的表面质量，而且还要在加速度 $1g$ 、移动速度 $100\text{m}/\text{min}$ 的线性驱动下达到，以缩短过程时间。新机床 DMC 60 H linear 就能满足这些苛刻要求。此外，为了不影响生产率，考虑了独特的刀库方案，切屑-切屑的快速换刀时间只有 2.2s 。



图1 DMC/森精机的全线性驱动、刀库独特和系统组合
部件模块式的新卧式加工中心 DMC 60 H linear 外观

这台新的 DMC 60 H linear 精密卧式加工中心的性能和可靠性的提升，主要是采取了以下几个措施获得的：

1. 采用全线性驱动，且所有驱动都置于工作区外

线性驱动的好处是显而易见的。首先是线性直接驱动的移动速度快、动力学特性高，这就能使辅助时间缩短，生产率提高。直接驱动的驱动部件间没有接触，因而没有摩擦损耗，它属于一种无磨损的驱动技术。这又能降低维修保养费用，并大大提高了精度保持性和工作可靠性，据说可以连续工作60个月而不用维修。据介绍，由于实现了全线性驱动，这台卧式加工中心机床的生产能力和精确度提高了25%。

在 DMC 60 H linear 机床上，所有驱动都安置在工作区外，这样，驱动件就不会弄脏，也不受冷却润滑剂的影响。此外，在工作区也没有驱动热产生，这对五轴加工来说意义重大。另外从维修

保养的角度看，这种安排也简化了检修工作。

2. 刀库设计有特点

结构紧凑的轮式刀库是其显著亮点（见图2）。这台机床的基本结构配置包括一个带63把刀的刀库，但可以按需要扩展成每个各带60把刀的4个环形刀库。即使在刀具数量很多的情况下，准备时间也很快，只要 3.4s ，最多 5.6s ，切屑-切屑时间只有 2.2s 。还有一个独有的特点是，在换刀的同时，刀库（从第2个轮式刀库开始）还可以装上新刀具。这样，就真正实现了切削加工时间与辅助装备时间100%的重合。而且，还可以与加工时间并行进行刀具锥柄清洁和刀具破损监控，使机床的整个生产状况得到改善。



图2 DMC 60 H linear 机床独特的轮式刀库，加工时间与辅助时间100%并行，换刀时间仅 2.2s

3. 具有最佳稳定性的基本结构

DMC 60 H linear 机床的基础件，即床身、工作台和移动立柱的结构形式都进行了有限元（FEM）优化计算（见图3）。移动立柱采取特殊的V形布置。为了最佳的过程稳定性而考虑用宽侧面的同时，就可减小后部区域的最佳配重，以保证最

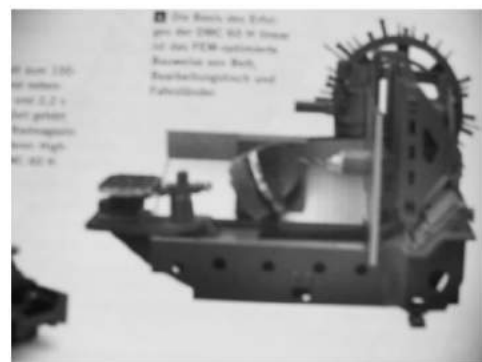


图3 DMC60 H linear 机床的经过有限元优化计算的床身、工作台和移动立柱的结构形式图示

我国滚动轴承电主轴的发展

The development of motor spindle with rolling bearing in China

徐同申

滚动轴承电主轴起源于内表面磨削技术的发展,在内表面磨削中,尤其是在轴承行业内表面磨加工领域内,砂轮直径受工件尺寸限制,不可能无限增大,而常规的机械主轴,传动速度比受机械传动限制,不可能很高。砂轮轴最高转速仅达30 000r/min,若以此速度去加工内径小于10mm的微型轴承内环内孔,其砂轮极限尺寸为 $\phi 8\text{mm}$ 。此时砂轮表面线速度仅为12.6m/s,而工频电机额定转速为3000r/min。要升速到30 000r/min,必须采用多级传动,这就造成机床布局的困难及砂轮主轴振动的先天不足。为解决轴承行业内表面磨削的技术难题。主轴行业发展了用于轴承内表面磨削的电主轴。

我国自行开发的用于轴承表面磨削的电主轴起源于1958年,由机械部洛阳轴承研究所和哈尔

滨轴承厂主导设计联合研制的DZ30-60型电主轴首次问世。DZ30-60型电主轴外径为 $\phi 60\text{mm}$,最高转速为60 000r/min,功率为制90W,系轴上开沟型电主轴。

1958年到1962年是我国电主轴行业的启蒙阶段。1962年前期我国电主轴主要是测绘,仿造意大利GAMFIRD公司的产品,以满足国内轴承行业之需求。在此期间,除洛阳轴承研究所设有电主轴科研组(308组)外,瓦、哈、洛、上海各大轴承厂均设置有电主轴研发工段。1962年由洛阳轴承研究所发起,哈尔滨轴承厂、洛阳轴承厂、上海微型轴承厂等厂家联合组织召开了上海会议,对电主轴的发展及配套电源的开发作了具体部署。无锡机床厂是我国六十年代兴建的以生产轴承专用磨床为主的大型装备企业,该厂主轴车间是轴

求研究和市场开拓,在新产品开发时,很注重应用新技术,以不断提高机床的技术水平和使用性能。两家公司这种强强联合,不仅新产品开发提速,而且国际竞争力也提高了,正如双方的董事长所说的,他们的合作达到了1+1>2的效果。

当前,我国机床业界正在“调整产业结构、转变发展方式”,也在考虑如何加快提高我们自己的科技创新能力和企业的核心竞争力,希望上述信息,对我们能有所借鉴和启迪,至少应感受到国际竞争的压力。虽然我国机床工业发展取得了长足进步,可国际竞争对手强劲的发展态势也时刻提醒我们,在建设我国机床工业强国的征程中,一刻也不能懈怠。□

4. 可分级扩展,使用柔性极好

机床采用一种模块化的组合部件结构,为用户提供了很多的使用灵活性,对于每一种可以想到的加工任务,总可以找的合适的机床配置。这样,机床就能像专机一样高效生产。

三、结束语

综上所述,DMG和森精机都很重视对用户需

承行业外唯一的电主轴生产单位。

1965年起我国首轮适应于35m/s砂轮线速度的、普及型电主轴开始问世。

1973年,执行中央“条条支持块块”政策。由洛阳轴承研究所主轴车间和洛阳轴承厂工具分厂联手支持安阳第二机床厂(后更名安阳莱必泰公司)开发电主轴获得成功。

1975年,轴承行业三大厂(瓦、哈、洛)与洛阳轴承研究所主轴车间在洛召开会议对开发新一代适应于45m/s以上的高刚度、大功率电主轴达成共识。

1986年由洛阳轴承研究所、洛阳轴承厂、无锡机床厂联合组团赴德国GMN公司引进电主轴设计制造技术。

1990年国家“六·五”重点攻关项目“4SD60, GDZ90型电主轴制造技术的研究”通过鉴定,并获得机械工业部科技进步二等奖,标志着新一代功率高刚度电主轴系列的建全。

该系列电主轴应用于我国新开发的3MZ系统轴承磨床,使内表面磨削砂轮表面线速度达到45m/s,轴承套圈磨加工单件节拍达到11s。

1994年我国开始磨加工用超高刚度大功率系列电主轴的研制开发。经5~6年努力,该系列电主轴已完成全部开发并推广到社会上应用,在该系列产品中部分应用了陶瓷球混合轴承和油气润滑技术,使电主轴的高速性能得到进一步提高,适用于60m/s以上的内表面高速磨削,主轴的寿命进一步延长。

随着控制技术的不断发展,电主轴逐渐在其它行业中崭露头角,PCB板孔化技术、小型数控铣及雕铣技术、高速数控车技术、高速离心雾化技术、空调内螺纹铜管旋碾技术及高速试验机均需开发新型电主轴以适应其要求。

1998年我国首台自行设计制造的转速为10 000r/min,接口为BT40的加工中心用电主轴由洛阳轴承研究所主轴开发部开发成功。该类电主轴成功地应用在南通机床厂、桂林机床厂、济南第二机床厂。哈尔滨量刀具集团,新瑞机床厂等单位开发的设备上,项目获得机械工业联合会科技进步三等奖。目前我国已拥有自行开发的最大扭矩为200NM,最高转速为50 000r/min的成系列

用于加工中心的电主轴。

为适应国防科技的发展,我们设计开发了多种能适应各类特殊条件的高速试验机。其中有用于氢氧发动机的转速50 000r/min、温度在-256℃的深冷试验机,有用于燃气轮机高温为1450℃燃烧室点火系统的转速50 000r/min的高温试验机,有输出功率达100kW的转速19 000r/min的高速试验机,有能经受20g重力加速度的高速高压液泵试验机,有风云气象卫星应用的动量偏置轮等。民用试验机的开发以石化工业高速干式密封件试验机,高速动力卡盘及旋转油缸试验机为主。

近期新系统超高刚度、超大功率的磨用电主轴正在研制开发中,不久将全面问世。新系列电主轴轴承普遍加大一号,统一选用陶瓷球混合型,润滑系统统一选用多路油气润滑,电机功率比原型号增加30%左右,寿命比原型号增加500h。

2008年6月,中国机床工具工业协会主轴功能部件专业委员会在北京成立了标准化小组。经6个月反复推敲,滚动轴承支承的电主轴除“金切机床用电主轴第2部分加工中心用电主轴技术条件”,“金切机床用电主轴第3部分数控车床用电主轴技术条件”,已先期颁布外,其余“金切机床用电主轴第1部分术语和分类”、“金切机床用电主轴第4部分磨削用电主轴技术条件”、“金切机床用电主轴第5部分钻削用电主轴技术条件”、“金切机床用电主轴第6部分雕铣用电主轴技术条件”,四部分均已形成文字,并于2008年10月洛阳全会上通过报批稿,全会责成理事会疏通国家标准化委员会渠道,争取能早日成为行业标准的正文。全会同时要求各成员单位,首选在各单位以报批稿为基础实行自律。

2008年四季度受国际经济大衰退影响,行业各企业也相应受到较大波及。全行业年度收入普遍下降10%~20%。2009年受国家拉动内需影响,本行业经济状况又有所同升。

当前,随着用户需求的逐步提升,机床行业企业产品转型步伐加快,高、精、尖、大型主轴单元的需求层出不穷。但我们也应该清楚地认识到,国内企业在高速、重载滚动轴承电主轴的研制方面还存在着一定的差距,这也是我们今后努力的方向。□

第十三届中国国际机床展览会 (CIMT2013 · 北京)

展品预览 (一)

What to be shown at CIMT2013

大连机床集团有限责任公司

EA 缸体各面及孔系加工 NC 机床自动线

DKX093 自动线由 2 台 HDL63 和 1 台 HDL50 卧式加工中心单元通过桁架机械手连线。各主机配 A 轴或者 B 轴转台, 用于对缸体的前后面、顶底面及进、排气面进行加工。

整线由机械手自动上、下料, 缸体加工姿态机械手自动转换, 各主机配备专用夹具, 夹紧可靠, 定位准确。各工位下料位分别带检测台。采用上供装置及上排装置和集中冷却系统供液、过滤、加压供给主轴内冷, 使加工线更加绿色、环保。

该自动线整体设计水平先进, 可满足国内外汽车等行业零部件加工。

DXZD0003 机器人加工单元

由两台 DL—20MTP 数控车床, 一台不二越机器人和一套独立控制单元及相应的辅机装置组成。两台机床自动完成两次装夹定位加工, 能够对盘类件一次完成外圆柱面、圆锥面、圆弧面、端面、倒角等多工序的成品切削加工, 提高加工精度和效率。

主要技术参数: 最大车削直径 250mm; 主轴转速范围 50 ~ 3500r/min; X/Z 轴快移速度: 20m/min; 机器人承重 20kg; 机器人重复定位精度 0.08mm; 机器人模式为关节型 6 轴。

曲轴敏捷油孔钻柔性数控机床

曲轴是汽车发动机的关键零件之一, 同时也

是发动机五大零件中最难以保证加工质量的零件。而曲轴油孔加工又是曲轴加工中的难点之一。曲轴油孔加工除了具有深孔加工的特点外, 还因为孔与孔之间是三维分布, 各断面尺寸、形状和刚度均不同, 因此给曲轴的定位、夹紧、冷却及加工等都带来很大难度且生产效率低。

曲轴敏捷油孔钻柔性数控机床是集钻直油孔、钻斜油孔、孔口倒角和曲轴去毛刺等加工功能于一体的曲轴油孔柔性加工机床。这种机床可以加工从单缸到六缸发动机的曲轴, 加工长度范围为 180 ~ 1050mm, 具有很高的柔性, 同时可以满足大批量曲轴加工生产节拍的要求, 加工效率高。

曲轴深度滚压机床

该机床的主体结构由箱式焊接结构的底座、左右立柱及横梁组成。滚压臂为精密的整体钢板式结构, 滚压臂被悬挂安装在横梁上的吊挂部件上。

该机床具有效率高、加工效果显著、工序集成度高等特点, 一次装夹后就能完成曲轴各个主轴颈和连杆颈的底切圆角滚压以及对曲轴的校直等工序。

曲轴法兰孔系加工机床

DLZ—20 曲轴端面孔加工机床是适合于曲轴端面孔加工的数控专用机床。该机床适合于工件长度为 500 ~ 1300mm 范围内的各种曲轴类零件的两端面上各孔的加工。该机床刚性好, 加工精度高, 自动化程度较高, 操作工人劳动强度小, 机床操作简便, 易于掌握, 具有较高性价比, 适合于大批量生产。

EFM800 曲轴外铣床

通过两轴（C 和 X 轴）插补实现切点随动，在高速大直径铣刀盘铣削下，高效率完成各类曲轴主轴颈和连杆颈的半精或精加工。该机床即可单机使用，也可配合其他曲轴加工设备及桁架机械手组成曲轴生产线。

机床由双刀盘、双主轴、自动中心架、托料架、全防护、排屑装置、气动、润滑、液压等组成，数控系统采用西门子 840D 和 AC 交流伺服驱动及 PLC 控制器，通过专用软件自动生成曲轴切削程序。

VT 系列数控立式车床

VT 系列数控立式车床能够对盘类件异型件自动完成外圆柱面、圆锥面、圆弧面、端面、切槽、倒角等工序的切削加工，并能车削外圆直螺纹和锥螺纹，提高加工精度和效率。

机床采用半闭环控制方式，FANUC 数控系统和外配套件，功能全、质量高，也可选配广州数控系统，性价比高，质量可靠。

DL8620 滚珠丝杠数控硬车机床

DL8620 滚珠丝杠数控硬车机床是用于加工滚珠丝杠的专用机床。主机床身采用整体铸造成形，床身导轨 45° 倾斜布局，具备较高的刚性，便于液压中心架的垂直安装，控制系统采用 FANUC 0i-TC 系统和 AC 交流伺服驱动。

此机床可对 $\phi 63\text{mm}$ 以内的滚珠丝杠进行软硬车削加工，硬车工件硬度为 63HRC。在滚珠丝杠的加工过程中，以车削工艺替代磨削工艺。

DLL—36 卧式数控车床

DLL—36 卧式数控车床为两轴联动数控车床，主机床身采用铸造成形，床身导轨 45° 倾斜布局，具备较高的刚性，控制系统采用中国台湾新代系统、凯恩帝系统或宝元系统，特别适用于灯饰、水暖仪器、自行车等多种行业的批量性机械零件的加工，能进行铝、铜、不锈钢、钢、铁等金属、非金属材料的切削加工，可对 $\phi 100\text{mm}$ 以内的轴类零件及 $\phi 200\text{mm}$ 以内的盘类零件进行各种车削加工。

CHD—32 车铣复合中心机床

CHD—32 车铣复合中心机床为模块化设计的多功能机床，可以根据用户的要求，通过不同的模

块组合方式构成包括数控车床、车削中心、车铣中心在内的多种配置型式，控制轴数从二轴控制的数控车床扩展到配置 C 轴和 Y 轴的车削中心，再配置 B 轴以及刀具主轴部件和自动换刀刀库，可用于完成更精确或更复杂型面加工的车铣复合加工。与第一主轴同步回转的第二主轴使工件在没有人员干预的情况下实现重新装夹并完成全部表面的加工。该机床适用于军工、航空、航天等企业形状复杂、加工精度要求较高的零件的加工。



DL—20MSTD 数控车床

DL—20MSTD 数控车床采用 45° 整体斜床身结构，上下双刀架布局，数控系统采用三菱 M70A 双通道系统，副主轴可编程移动，两个刀架纵横向采用伺服电机分别独立驱动，X1、Z1、X2、Z2 四轴控制，工艺范围广，适用于航空、军工、汽车、工程机械等行业的盘套类零件，以及细长轴零件的加工。采用直线滚动导轨，具有良好的导向精度和位置精度。主轴和副主轴均采用三菱电主轴，可以实现主轴和副主轴的高速旋转。副主轴箱移动由滚珠丝杠驱动，并带有锁紧装置。机床采用高刚性刀塔，转位速度快、精度高并能承受较大的切削力。

VHT800 立式五轴车铣复合加工中心

VHT800 是一台多轴 5 联动的车铣复合加工机床，以车铣加工为主体，可实现车、铣、钻、镗等多种工序，适用于复杂零件的高精度五面完整加工，是航天、航空、军工、能源、汽车、工程机械、



模具、高精密仪器等民用工业和军工部门的精密复杂零部件加工迫切需要的关键加工设备。

齐齐哈尔二机床（集团） 有限责任公司

TKG6920 型数控高速落地铣镗床

该机床是具有完全自主知识产权，集机、电、液、气一体化的数控重型机床，主要用于加工精度要求高、复杂大型、关键的零部件。它具有如下特点：

机床结构型式为滑枕移动式主轴箱结构铣镗床，具有封闭的主轴箱箱体，强度和刚度好。

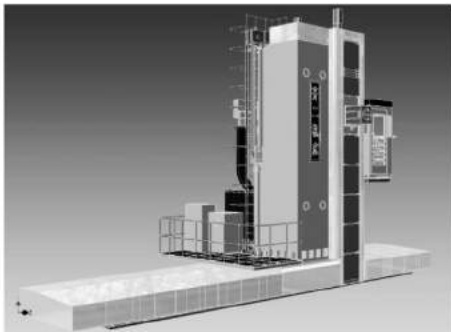
主传动系统整体位于方滑枕上，具有传动链短、间隙小、结构紧凑等优点，主轴最高转速达 2500r/min，主轴轴承采用油气润滑，润滑充分，能有效地控制温升。

滑座 X 轴（行程 8000mm）进给采用双伺服电机驱动减速箱在齿条上进给，可以伺服控制消除传动间隙。

主轴箱 Y 轴（行程 4000mm）进给采用双伺服电机驱动滚珠丝杠控制，由双光栅尺检测反馈 Y 轴位置精度，可分别实现进给和主轴箱重心位移补偿控制。

镗轴（直径 200mm）Z 轴（行程 1200mm）采用集成在直线导轨上的磁尺反馈控制，可实现闭环控制，提高了镗轴定位与重复定位精度。

主轴箱平衡采用液压系统控制液压油缸实现，可以减少 X、Y 高速进给时的惯量，实现 25 000mm/min 的进给速度。



滑枕通过增加检测反馈结构，实现加工过程的实时热伸长的补偿，可提高定位精度。

主轴轴承增加温度传感器，可以检测轴承的

温度变化。

X/Y/W 三向导轨采用静压导轨，其中 X 向为三条矩形导轨型式。

机床所有大件采用高强度铸铁整体铸造，其中滑枕采用球墨铸铁铸造，主轴箱、立柱铸造内腔为双层筋板结构，强度、刚性显著提高。

机床采用西门子 840DSL 数控系统，具有多轴控制、五轴联动功能，整机性能强，具有集高速度、高精度、高自动化、高可靠性于一身的优点。

武汉华中数控股份有限公司

华中 8 型全数字总线式高档数控系统

2011 年，华中数控根据市场实际需求，瞄准国外高档数控系统，成功研制出高性能、高性价比、新一代华中 8 型全数字总线式高档数控系统。华中 8 型高档数控系统突破了一批关键核心技术，如：NCUC 高速现场总线，多通道、多轴联动控制技术，纳米插补技术，前瞻预读功能，小线段高速平滑，双轴同步控制，刀具空间长度补偿（RTCP），复合加工，误差补偿，对话式编程等。2011 年 3 月 4 日，华中 8 型数控系统通过了湖北省科技厅组织的科技成果鉴定，鉴定委员会专家一致认为“该成果已接近国际高档数控系统先进水平”。



目前，华中 8 型数控系统已实现数百台销售。其中，既包括量大面广的数控车床、车削中心、数控铣床、立式加工中心、卧式加工中心、钻攻中心等高档数控机床，还包括与重大专项配套的 60 多台高档数控机床，产品覆盖十余类规格的机型。

约翰内斯·海德汉博士（中国） 有限公司

海德汉 TNC 640 轮廓加工数控系统

适用于车铣复合加工机床，具有如下铣削和

车削加工编程特点:

* 允许在同一个程序中用所熟悉的海德汉对话格式语言和相同的术语

* 完整全面的加工循环

* 用户界面友好, 编程辅助功能强大 (例如 FK 自由轮廓编程, 图形清晰逼真)

车/铣复合加工程序:

自动调整数控系统进入相应操作模式, 例如切换直径显示方式

支持任何结构的机床使用倾斜面加工

LC 系列绝对式封闭直线光栅尺

具有如下特点:

* DIADUR 光栅

* 功能安全 (选装项)

* LC 415: 读数头高度小

* LC 115: 双密封条设计抗污染能力更强

技术参数为:

* 精度等级: $\pm 5\mu\text{m}$, $\pm 3\mu\text{m}$

* 分辨率至 1nm

* EnDat 接口 (也可用于发那科、三菱和西门子系统)

* 测量长度: LC 415: 至 2040mm, LC115: 至 4240mm

LC 200 用于大长度测量的绝对式封闭直线光栅尺

主要应用在直线轴最大长度至 28m 的机床。具有如下特点:

* 大行程测量的绝对式位置测量系统

* 单体钢带光栅尺的 METALLUR 光栅

* 安装尺寸兼容 LB 382

* 安装方便

技术参数为:

* 精度等级: $\pm 5\mu\text{m}$

* 分辨率: 10nm



* EnDat 接口 (将开发支持发那科和三菱系统的接口)

* 测量长度长达 28 040mm

LF 用于高精度应用的增量式封闭直线光栅尺

主要可以应用在精密机床, 例如坐标镗床和磨床上, 以及机床的直线电机。具有如下特点:

* 温度特性接近钢材和铸铁

* 插入式电缆

* 钢基体的 SUPRADUR 相位光栅尺

* 信号周期小

* 抗振性能好

* 测量方向刚性良好

* LC 485: 读数头高度小

技术参数为:

* 精度等级: LF 485: $\pm 5\mu\text{m}$, $\pm 3\mu\text{m}$, LF 185: $\pm 3\mu\text{m}$, $\pm 2\mu\text{m}$

* 信号周期: $4\mu\text{m}$

* 1VPP 接口

* 测量长度: LF 485: 至 1220mm, LF 185: 至 3040mm



ERA 7000 和 ERA 8000 增量式无内轴轴承角度编码器

主要应用于大型回转工作台、摆动轴和天线和大型望远镜。具有如下特点:

* 高精度

* 多种直径规格

* 整圆和非整圆版;

* 钢带光栅尺的 METALLUR 光栅

* 结构紧凑

技术参数为:

* 直径: 400mm



* 钢带光栅尺精度: $\pm 5\mu\text{m}/\text{m}$

* 1VPP 接口

工件测头和刀具测头可广泛应用于铣床、加工中心、车床和磨床,具有抗磨损的光学传感器。TS 460/TT 460 的特性为:

* 复合技术的信号传输,无线信号(传输范围大)和红外线(信号传输速度快精度高)

* TS 460 和 TT 460 共用的收发单元

* 避免碰撞和温度影响(TS 为选配)

TS 260/TT 160 的特性为:

* 电缆传输信号

* 通用接口

* 超小体积

美卡诺元器件(上海)有限公司

ROSE 控制机箱和悬臂系统

现代工业装备中越来越多地使用人机界面系统,HMIS 这些系统中包括简单的紧急开关,也有成套工业 PC 或数控 CNC 系统,并且这些系统都适用于恶劣的工业环境。



ROSE 控制机箱和悬臂系统可为制作者提供可靠的电子系统保护及舒适便捷的操作方式。

伊斯卡刀具国际贸易(上海)有限公司

IQ 系列: IQ 五角霸王刀系列 (PENTAIQ-GRIP)

伊斯卡推出 IQ 五角霸王刀系列 (PENTAIQ-GRIP), 此系列刀片带 5 个切削刃, 应用于切断及切槽加工; 与经典五角霸王刀相比, 此系列刀片切槽更深、切断直径更大。

IQ 五角霸王刀系列以革新的刀片燕尾槽定位夹持, 刀片和刀体为面接触, 令夹持更牢靠、更稳固, 因此刀片可进行精整车并能承受侧向力。

以上特性确保 IQ 五角霸王刀在切断加工中能获取出色的直线度及更高的被加工表面质量。



新型刀片夹持机构使得转换切削刃和更换刀片更加简便快捷。

提供三种规格的刀片用于切断 20mm、30mm、40mm 直径。

IQ 五角霸王刀这一强大的刀片系列, 其刀片均带 5 个切削刃, 用于高精度切断及切槽加工。

IQ 系列: 燕尾 IQ 车刀 (DOVE IQ TURN)

粗车以大切削深度 (4 ~ 10mm) 及大进给 (0.4 ~ 1.0mm/r) 为特点。在应对断续切削及高载荷切削时, 人们通常选用上压式刀杆夹持大规格单面刀片进行加工。伊斯卡发现, 单面刀片刀口少使得刀片经济性差, 同时上压板阻碍切屑顺利排出。

为解决这些问题, 伊斯卡研制了革新的燕尾槽定位结合杠杆式夹紧机械结构。新系统确保高刚性夹持双面刀片, 夹持稳固, 同时避免了阻断切屑流的上压式夹紧结构。

燕尾 IQ 车刀 (DOVE IQ TURN) 刀片两侧后刀面均为楔形夹持, 夹持系统稳固。燕尾定位槽贴合刀片的相应定位部分, 避免了刀片在加工过程中因切削力而上翘。



燕尾定位槽刀片有 WOMG-R3P-IQ, COMG-R3P-IQ 及 SOMG-R3P-IQ 三种类型; 断屑槽为 R3P, 用于粗车钢。□

从 CCMT2012 看金属成形机床的新发展

New development of metal forming machines reviewed from CCMT2012

中国机床工具工业协会锻压机械分会秘书处 刘 刚

CCMT2012 适逢国家实施“十二五”发展规划、加快推进经济发展方式转变和结构调整的关键时期。为了顺应机床工具行业大力推进产业转型升级,实现“由大变强”的战略转变,以适应市场需求结构的变化,进一步满足国民经济发展的需要,本届展会主题确定为“紧跟需求升级,加速结构调整”。

金属成形数控装备是机床制造业的基础装备、工作母机。本届展会来自海内外的金属成形机床参展商近 70 家,带来了各类板材激光切割机、水切割机、板材数控冲剪折设备及生产线、液压机、卷板机、管材线材加工机等数百台展品或展板。另外,还有为数众多的为金属成形装备配套的数控系统、液压系统、光电保护装置、模具、机器人、生产线上料装置,以及自动输送料等功能部件生产企业,与主机生产厂同台展示了最新技术与产品。

1. 数控激光切割机

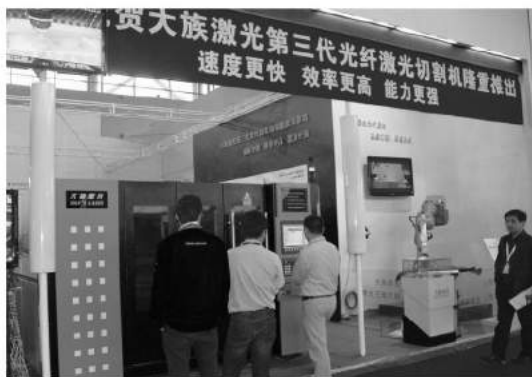
近年来,随着各类板材激光加工装备高效率、高精度、高品质、低能耗、低运营成本等特性的不断发扬广大,其应用领域也在不断拓展与延伸,已广泛应用于航空航天、船舶、汽车、工程机械、农林机械和纺织机械等各种大型机械制造业,在工业和国防等领域具有极为重要的应用前景。

本次展会激光切割机展商和展品数量仍为金属成形装备类第一。济南铸锻所有限公司、扬力集团、金方圆、亚威、湖北三环、大连科德、武汉奔腾楚天、武汉华工、大族、团结普瑞玛、苏州领创、法利莱、天田、通快等业内知名厂商均携展品参展。本届展会中光纤激光切割机展品较上一届增加较多,如金方圆、奔腾楚天、大族、团结普瑞

玛、苏州领创、苏州天弘、法利莱、天田等。更有大族激光打出了“第三代光纤激光切割机隆重推出”的大幅标语。据该公司介绍,新一代光纤切割机的切割功率更大,可满足更多用户高生产率的要求;其次切割头实现了自动调焦,自动化程度更好;第三控制软件的响应速度更快,在原有的基础上提高了约 30%。新一代光纤切割机具有“速度更快、效率更高、能力更强”的特点。



济南铸锻所激光切割机



大族第三代光纤激光切割机

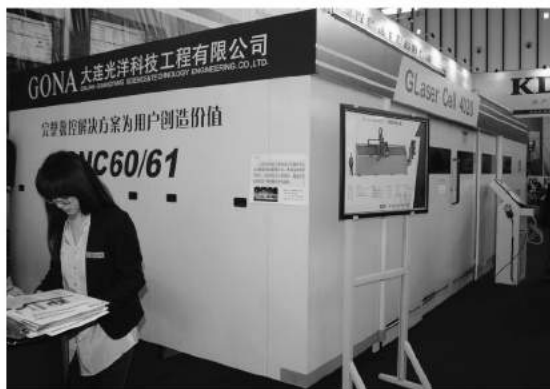
湖北三环展出了一台 3015 数控激光切割机、一台全闭环数控折弯机。两台机床可使用同一程

序来完成一件产品的切割、折弯工艺，为国内独家生产。其关键技术在于控制系统的配置，昂贵的控制系统价格是国内大多数企业望而却步的原因之一。

还有数家企业带来了三维数控激光切割机。如扬力集团的 TL3015 三维五轴激光切割机、大连科德 4020 三维激光加工机、团结普瑞玛 SLCF-XL/3D 大台面坡口激光切割机等。大连科德的 4020 型三维激光切割机工作范围各轴行程 X 轴 4000mm、



扬力集团三维五轴激光切割机



大连科德三维激光加工机



团结普瑞玛三维激光切割机

Y 轴 1500mm、Z 轴 750mm、A 轴 $\pm 120^\circ$ 、C 轴 $n \times 360^\circ$ ；最大速度 X/Y/Z 轴 100m/min、A/C 轴 100r/m；各轴定位精度和重复定位精度高；激光发生器功率大、性能稳定。本机荣获本届展会“春燕奖”。

2. 数控冲剪折设备

本届展会国内外知名企业均带来了数控冲剪折展品，如济南铸锻所有限公司、扬力、扬锻、金方圆、亚威、湖北三环、徐州锻压、江苏江海、山东高密高锻、天水锻压、上海埃锡尔、南通麦斯铁、金丰、大同机械、江苏中兴西田、中江机电、济南建达、天田、通快等。

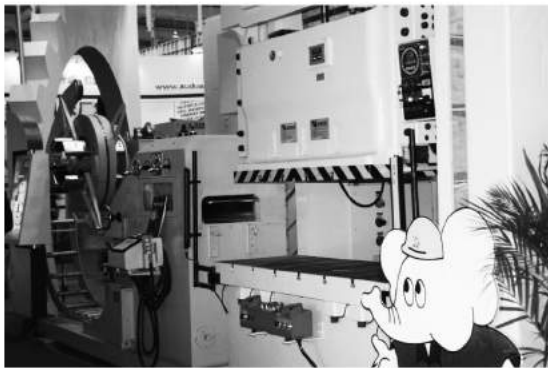
本届展会另一看点为成套成线展品的集中展示。如扬力集团展出了四条生产线：一是以三台封闭式单点压力机配合单元伺服送料系统组成的柔性冲压自动化生产线；二是龙门双点压力机配合伺服三坐标送料系统组成的柔性多功能冲压生产线；三是以闭式双点精密压力机配合开卷、校平、剪切、伺服送料系统组成的柔性卷板冲压生产线；四是以数控折弯机配合机器人组成的板料折弯柔



扬力伺服送料柔性自动化冲压生产线



徐州锻压冲压线



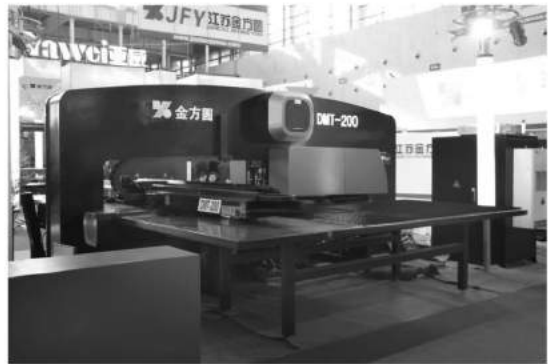
金丰冲压线



中江机电冲压线

性生产线。徐州锻压展出了一条由两台 JH21—100 开式固定台高性能压力机组成的冲压线，该多机连线可根据用户需求最多可连 6 台，特别适用于家电、汽配等行业。展出成套产品的厂家还有：金丰、中江机电、天田等。

金方圆展出了一台 DWT—200 型双电伺服数控转塔冲床。该机采用自主创新的双伺服电机作为主传动的动力源，冲压力 200kN，冲压速度 1500hpm。高速、节能、环保。与传统的冲床相比，主传动部分节能 72%，整机效率提高 53%，噪声降低 5~8dB。数控系统全闭环控制，下死点



金方圆双电伺服数控转塔冲床

位置、速度可调，且死点位置精确，加工精度高；配有高速送料机构，传送平稳快速；配置了模具润滑装置和真空吸废装置，延长了模具寿命；配置自动集中润滑装置，减少运动副的摩擦，提高了机床使用寿命；工艺适应性好，可方便地进行百叶窗、敲落孔、浅拉伸、滚筋、滚剪、压印等板材的特殊加工。

徐州锻压展出了一台国内首创的 JL75G—60 型高速多连杆超精密压力机。该机采用三维设计，整机经有限元分析、动力学仿真，优化的结构和工作特性特别适用于精密引线框架、连接器、超微型电机等零件的超精密冲压加工。价格比国外同类产品低 50%。



徐州锻压国内首创高速多连杆超精密压力机

上海埃锡尔展出了一台电液同步数控折弯机。该机为重大专项产品。其自主设计的折弯机工作台下补偿前支撑板，可提高其刚性。该技术已获得实用新型专利，专利号：200920077826。自主设计的折弯机后挡料，提高了对特殊工件的折弯精度，并具有速度快、噪声低、稳定性好的优点。该技术已获得实用新型专利，专利号：201120268409。该机采用了以下最新技术：①数控系统与液压伺服系统控制滑块两个轴的同步运动及定位。②数控系统与多轴伺服电机控制后档料

两个轴的运动及定位。③数控系统与液压挠度补偿机构精确控制工作台面变形曲线及变形量。



上海埃锡尔电液同步数控折弯机

江苏江海展出的 6×3200 液压闸式剪板机特点是：①油缸下置，增强了安全防护。②增加了后部防护栏栅，机床外观整洁大方，符合 CE 标准。③悬挂操作箱由过去的单拐改为双拐，方便用户操作。④剪切力的压力显示表由后置改为前置，方



江苏江海剪板机



江苏江海数控折弯机

便操作者监控。该公司同时展出的数控板料折弯机除在控制系统的选配方面考虑用户需求之外，在机床外形方面尤为注意细节：床身流线形设计，操作位置上方设有射灯照明，既美观大方又方便工人操作。

3. 液压机

国内知名液压机生产企业天津天锻、合肥合锻、山东达因重工等均携展品参展。合肥合锻的数控伺服液压机荣获本届“春燕奖”称号。该机是一种应用伺服电机驱动主传动油泵、减少控制阀回路、对液压机滑块进行控制的节能高效液压机，适用于冲压、模锻、压装、校直等工艺。与普通液压机相比，具有如下优点：①根据工艺不同，可节约电能 30% ~ 70%。②平均降低噪声 20dB 以上。③节约液压油约 50%。④取消电液比例伺服系统，维修保养成本降低。⑤伺服控制，无冲击，效率高。可取代现有的大多数普通液压机，具有广泛的市场前景。



合肥合锻数控伺服液压机

4. 其他装备

泰安华鲁的展品 WE43K—23/45 $\times$ 1200 精密数控六重式板料矫平机荣获本届“春燕奖”称号。该机主要创新点：①区别于其他矫平机只能进行辊系前后的调节，该机通过数控系统可实现辊系前后左右四部位的分别调整。辊子排布有更多的方式，因而对高强度板料的两侧及中间波浪弯和板面瓢曲现象矫平效果更好。针对不同的板料，每一组支承辊均可根据负荷由数控系统自动计算并进行调整，解决了高强度薄板难以矫平的难题。

②采用辊子分组驱动专利技术，将矫平机辊系分组，每组由一台电机和一套减速机进行单独驱动，每组内部由齿轮传动，组与组之间的速度可根据电机自身的负载自相适应，避免机械干涉，降低了工作辊身的磨损，因而工作辊的使用寿命大大延长，传动效率提高，机器节能降耗明显。③自主开发的矫平机专用微控系统，可实现矫正力实时在线监测反馈，参数自动运算并进行调整，数控系统动态显示运行界面和图表、工艺数据，可实时进行运行监视。该机拥有多项专利技术及软件著作权等自主知识产权，产品技术达到当代国际先进水平。



泰安华鲁板料矫平机

天水锻压展出了一台 30 × 2500 数控弧线下调式四辊卷板机。其性能特点为：弧线式四辊卷板机，结构新颖，数控控制；上、下工作辊均为主驱动辊；下辊升降液压驱动，可同步升降，亦可单独升降；两侧辊运动成弧线升降；电气系统选用日本 OMRON 公司智能型 PLC；对板材端部具有预弯功能；板料对中方便，卷制精度和效率高。



天水锻压四辊卷板机

5. 控制系统等功能部件

南京埃斯顿展品为 16kg 六自由度垂直关节机器人。此类机器人可以完成物料搬运、焊接与切

割、涂胶、辅助折弯等功能。其动作敏捷、定位精度高、噪声低，价格仅为国外同类产品的 60%，性价比极高，是国内智能化制造的最佳帮手，也是苦、脏、累、危险工种最佳雇员。该公司还展出了一台全伺服控制自动上下料装置，亦称“伺服机械手”，特别适合于压力机自动化连线，一次装料自动完成各个工步工作。该机械手移动速度达到 2m/s，全部采用自主生产的总线伺服控制，响应迅速，定位准确。伺服机械手的大量应用会极大地提高冲压工种的自动化水平，减少人力消耗，安全、节能。



南京埃斯顿机器人



南京埃斯顿机械手

南京埃尔法展出了两款伺服节能液压系统。一种是最新式的伺服泵控液压系统，主要特点是改常规伺服油缸需要伺服阀来控制的方法，直接由伺服电机驱动双向柱塞泵进行折弯机的位置、速度和力的控制，动态响应性能优于比例伺服阀系统；系统节能明显，可达 65% 以上；液压油的使用量大幅减少，使用和维护成本都非常低。另一种是伺服电机取代普通三相异（下转第 87 页）

CCMT2012 制齿装备精品荟萃

High-quality Gear Manufacturing Equipments at CCMTS2012

陕西秦川机床工具集团有限公司 马云

4月16~20日, CCMT2012在南京国际博览中心顺利举行。国内齿轮加工装备主要生产商秦川机床、重庆机床、南京二机、天津一机、营口冠华、长机科技、浙江嘉力宝, 哈量、成量等悉数参展, 展示了最新数控机床、数控系统、刀(工)具、检测仪器、辅机等参品, 充分展现了我国机床工具行业在转变发展方式、大力调整产品结构方面取得的创新成果。

一、齿轮加工行业发展趋势

近年来, 为实现向用户提供成套齿轮类零件解决方案和“交钥匙”工程, 以及满足各行业对齿轮品质要求的进一步提高, 国内外齿轮加工机床行业逐渐形成了几家综合实力强, 能向用户提供成套齿轮加工技术与装备的公司, 并呈现如下发展态势。

1. 综合实力强大的企业联盟(集团)的出现

近十年, 国际上齿轮装备行业已逐步形成 Gleason/Pfauter/Hurth 集团、Kapp/Niles 集团、Sigma Σ Pool 集团、Sampulenti/Modul 集团等几大跨国集团, 可向用户提供成套齿轮加工技术与装备。

与此同时, 国内齿轮加工机床行业几大主力集团也日趋明朗, 秦川机床工具集团, 重庆机床工具集团, 南京二机、齐重数控, 天津一机, 营口冠华, 南京工业大学等均在本次展会上推出了高效磨齿机、滚齿机、铣齿机、插齿机、剃齿机等, 极大地展示了公司向用户提供从图纸到工件的全套工艺设备解决方案的能力。

2. 延伸相关产业链, 行业竞争日趋激烈

随着用户对齿轮品质要求的不断提高, 比如

家用小轿车用六档变速箱和自动变速箱的推广, 以及航空、航天、船舶、风力发电行业对大型齿轮需求的迅速增加, 原来以研制滚齿机生产为主的公司正逐步进入齿轮精加工机床——磨齿机制造领域。重庆机床集团、南京二机、营口冠华、天津一机、浙江嘉力宝等都已相继向磨齿机制造领域渗透; 以立、卧式重型机床为主的齐重数控也推出了成形磨齿机、铣齿机; 秦川机床在研制直径 $\phi 200 \sim 2500\text{mm}$ 精密内、外圆柱齿轮磨齿机同时, 于2011年首次推出了重大科技专项——大型精密、高效弧齿锥齿轮磨齿机 QJC009; 长沙哈量凯斯、威海华东数控公司等也推出了数控螺旋锥齿轮磨齿机; 南京工业大学、南京工程学院、河南科技大学等国内高校相继开发出了成形磨齿机、铣齿机等齿轮机床。

3. 功能复合化、高效化、智能化、自动化、绿色环保化等

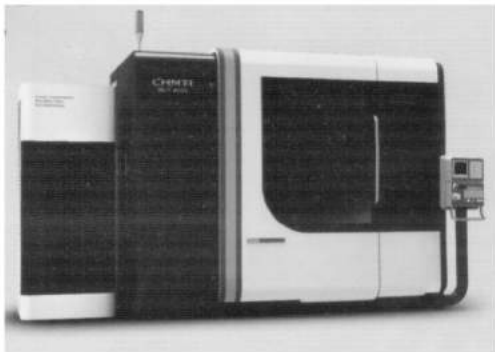
重庆机床 YW7232CNC 数控高精度万能磨齿机集成有高速在线动平衡和声发射传感器, 可实现自动对齿和防碰撞控制, 并具有在线测量功能; 自动化方面, 多台展品具有 ATC、APC 在线检测监测等多种自动化功能, 并有向自动上下料以及与工业机器人结合方向发展的趋势。南京二机 YZ3120CNC 及重庆机床 YS3126CNC7 均配备自动上下料机构; 在绿色环保方面, 重庆机床 YS3126CNC7 干切自动滚齿机, 长机科技采用超硬铣刀 YK83400 数控铣齿机无需冷却液。

二、典型代表产品简况

1. 磨齿机

(1) 重庆机床数控万能磨齿机 YW7232CNC。

由重庆机床集团与拥有百年磨削经验的英国霍洛依德公司（集团公司全资并购的外资公司）通过联合攻关研制成功的 YW7232CNC 数控万能精密磨齿机，将以其蜗杆砂轮磨和成形磨功能以及领先国内水平的整机技术性能，满足国内汽车、航空航天、工程机械等相关行业的需求。



(2) 秦川机床数控成形磨齿机 YK7332B。该机采用 SIEMENS 高性能电主轴驱动，共有四个伺服轴：砂轮架进刀轴 X 、砂轮架走刀轴 Z 、砂轮架旋转轴 A 、工件旋转轴 C 。其中， X 轴、 Z 轴、 C 轴均为全闭环控制。直线轴 X 、 Z 轴导轨选用进口高精度、高刚性滚柱直线导轨。 A 轴选用高精度复合轴承，满足砂轮架螺旋角准确定位和高刚性要求。 C 轴采用力矩电机驱动，消除反向间隙，保证精确分度定位要求。金刚石修整主轴 S_2 采用伺服电机驱动。自主研发成型磨软件，根据用户磨削工件要求生成砂轮截形文件，通过一次编程完成砂轮修整、补偿及工件磨削自动循环控制。在 2011 上海工博会上被航空界专家认为该机床破解了航空发动机齿轮齿根连续曲线的高精度磨削加工难题，特别适用于汽车、航空、机床等行业对齿形有修形要求，以及对齿根齿顶过渡部分有特殊要求的高速齿轮和多联齿轮的加工，另外还可磨削



非渐开线齿形如摆线齿轮、油泵转子、高精度花键和螺杆等。

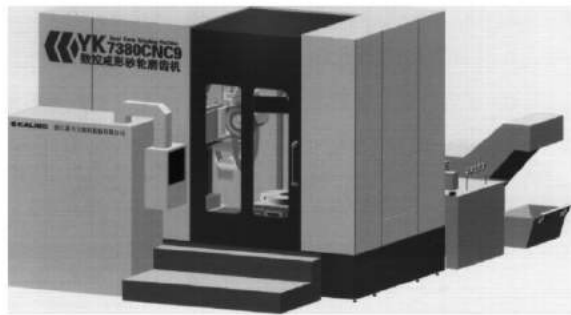
(3) 南京二机数控蜗杆磨齿机 Y7232CNC。Y7232CNC 型数控蜗杆砂轮磨齿机采用类似滚削法的连续展成磨削原理，西门子 840D 数控系统，九轴五联动。



(4) 南京三能数控成形磨齿机 SN-GS360。SN-GS350 数控成形直齿磨齿机是一种适用于高精度直齿轮批量磨削加工的精密数控机床。机床除了磨削渐开线直齿轮之外。还可以磨削摆线齿轮及各种截形的等分板、塞规、滚压轮、花键轴等。



(5) 浙江嘉力宝数控成形磨齿机 YK7380CNC9。该机床是一台采用成形法进行齿轮精密加工的全数控、高精度、高效率齿轮磨床。机



床9轴数控,采用深切缓进给的磨削方法加工,具有加工精度高、效率高、可靠性及稳定性高、实用性强、加工对象多种类、齿轮修形灵活等特点。

(6) 天津一机数控蜗杆轮磨齿机 YK7225。该磨齿机主要用于加工最大直径 250mm、最大加工模数 5mm 的高精度直、斜齿圆柱齿轮。特别适于摩托车、汽车、电动工具、减速电机、精密设备、仪器、各种精密齿轮泵产品中的高精度直齿、斜齿圆柱齿轮的成批和大批量生产。



二、滚齿机

(1) 重庆机床数控干切滚齿机 YS3126CNC7。YS3126CNC7 为代表的面向齿轮干式滚齿加工工艺而设计开发,具有当今国际先进水平的七轴四联动环保型数控高速干切自动滚齿机,代表着世界制造业低碳环保、自动化、高速、高效的发展趋势,体现了以人为本、绿色制造的发展理念。



(2) 重庆机床数控滚齿机 Y31320CNC 6。机床采用大立柱移动,工作台固定的立式布局方式,全密封防护罩,大开度的推拉式防护门,冷却油的对称循环,保证机床的热稳定性。X、Z 轴采用大平面矩形镶钢导轨,实现高速、大走刀量切削对机床刚性的要求。以最短的滚刀主轴传动链、

滚动、静压轴承支承结构及消除间隙机构,实现滚刀主轴系统的高转速、抗振动的要求。高精度的双蜗杆蜗轮副及工作台卸荷支承结构,实现工作台无间隙传动,满足切齿精度的要求。采用电子齿轮箱,以展成法原理,加工直、斜圆柱齿轮、蜗轮、小锥度齿轮、鼓形齿轮及花键。



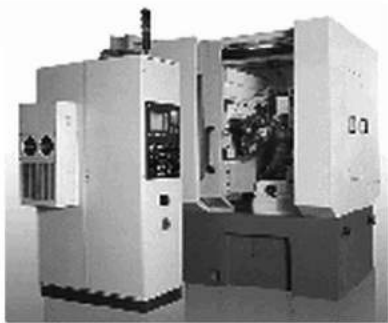
(3) 齐重数控立式滚齿机 YK31600L。YK31600L 通过电子齿轮箱加工各种直齿轮、斜齿轮、小锥度齿轮、鼓形齿轮、蜗轮和花键等。采用高强度、高刚性大件结构设计,应用大尺寸淬火钢导轨、预载滚滑导轨副,在高速重载下仍能保证机床具有良好的加工性能。进给系统采用预载滚珠丝杠付闭环控制,保证传动和微进给精度。工作台采用大规格静压轴承支承,高精度双蜗轮蜗杆副传动,使工作台具有很高的动、静刚性和工作台精确的无间隙传动。主轴系统采用大功率交流主轴电机驱动,无级调速,传动链应用减振消隙机构,实现高精度、高刚性的主传动系统。产品可实现六轴四联动。机头架采用互换结构形式,根据需要可提供滚刀架,内铣头架、指形刀架和轴齿轮加工的后立柱等。



(4) 武汉重型机床数控立式滚齿机 YK31320。YK31320 六轴四联动立式滚齿机, 机床结构紧凑, 传动链短, 传动精度高。采用展成原理连续滚切加工齿轮, 各运动轴均有独立的伺服电机驱动, 以电子链来完成切齿时的分度运动、进给运动、差动补偿运动。机床能够实现多种方框循环加工, 能逆、顺向滚齿, 可广泛应用于滚切圆柱直齿轮、斜齿轮、鼓形齿轮、涡轮等齿轮加工。



(5) 南京二机数控滚齿机 YN3120CNC。该机床为六轴四联动, 主运动由安装在刀架上的交流主轴电机经过三对高精度圆柱齿轮传至滚刀主轴, 可使用多头滚刀进行大进给量滚削加工。主要导轨副采用了矩形大平面导轨且移动面注塑的工艺方法, 滚珠丝杆传动, 传动刚性好, 支承能力大, 运动直线度高。采用立柱上的平衡油缸与滚珠丝杆共轴的新结构, 使得刀架滑板上下运动时能够更好的平衡。本机床除可加工圆柱直齿轮、斜齿轮、短花键轴、链轮、蜗轮等外, 还可以加工多种锥度齿、鼓形齿等特殊齿形的齿轮。



三、插齿机

(1) 南京二机数控插齿机 YN5120CNC。该数控插齿机为八轴五联动。机床采用工作台固定, 立柱移动的布局。刀架采用静压轴和静压导轨,

让刀运动为双型面凸轮形式, 主传动采用曲柄滑块机构实现刀具上下运动。刀具圆周运动和工件圆周运动采用力矩电机直接驱动。机床采用了满足任意螺旋角插制的电子导轨技术, 可节约大量的更换螺旋导轨的费用和时间。机床工作台的分齿同步技术, 采用力矩电机驱动, 代替传统的挂轮分齿机构, 两者同步关系由数控系统来实现。

(2) 长机科技数控插齿机 YKY51160。YKY51160 数控插齿机是公司独立开发的一款主运动采用油缸直驱的大型数控插齿机, 具有切削力大、刚性好、运动平稳等特点, 可实现大齿宽插齿, 插齿时速度均匀, 空程时快速返回, 极大地提高了机床刀具的寿命和切削效率。特别适用于回转支撑、港口机械、矿山机械等行业对大齿宽齿轮及深孔内齿轮的加工。



(3) 营口冠华数控插齿机 yhk51230—3。机床工作时为三轴三联动。各数控运动轴均采用交流伺服电机驱动, 机床采用展成运动原理, 完成圆柱直齿内、外齿轮的加工。本机床特别适合于风力发电设备、回转支承、大中型减速机、冶金设备等制造业的内、外齿圈加工的使用。



(4) 天津一机数控插齿机 YK51200。机床为三轴联动数控插齿机。机床刀具主轴的往复运动, 采用大功率变频电机驱动, 变频调速, 可以实现

自动无级调速和自动变换切削速度。保证刀具主轴有足够大的切削功率。机床刀具主轴有自动上停功能，利于加工结束后工件快速退出。机床采用刀架摆动让刀机构，蝶簧复位，让刀方向调整方便，运动平稳，噪音低，刚性强。



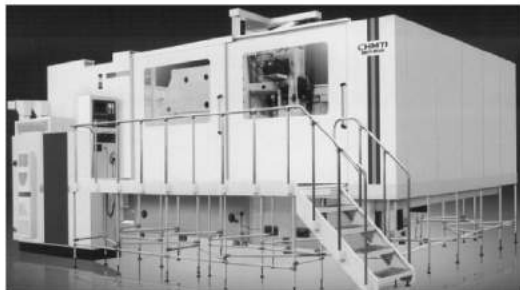
(5) 飞亚集团浙江劳伦斯机床数控高速插齿机 YNA5132CNC。YNA5132CNC 高速插齿机为立式布局，主要用于内外圆柱直齿轮、斜齿轮的加工。刀架采用静压轴承和静压导轨，机床刚性好，稳定可靠。主运动由交流变频电机驱动，具有切向让刀机构，可实现少齿数切削。机床可根据用户需求配置去毛刺机构和自动上下料机构。特别适用于汽车、摩托车、工程机械、机床工具行业各种齿轮的批量生产。



四、铣齿机

(1) 重庆机床数控铣齿机 YKX39320/YKX39320N。YKX39320 是外齿轮数控铣齿机，YKX39320N 是内齿轮数控铣齿机，两种机床都是五轴控制。铣齿采用单分齿成形加工原理，通过 Z、C 轴联动实现对斜齿轮的加工。机床可用于加

工大直径圆柱直齿轮、斜齿轮（轴齿轮、盘齿轮、内齿轮）以及小锥度齿、鼓形齿等。特别适于风电工业、工程机械、大型减速箱等行业对大型齿轮的高效加工要求。



(2) 南京工大数控铣齿机 SKXC-4000NX/35。SKXC-4000NX/35 是南京工大数控科技有限公司开发的数控铣齿机床系列产品之一，主要用于大模数及大直径齿轮高效铣齿加工。



(3) 新乡日升数控轴承装备数控铣齿机 YX83300。该机床采用成型齿轮铣刀对圆柱内、外齿轮的齿型进行铣削加工，可以加工圆柱直齿内、外齿轮，也可加工圆柱斜齿内、外齿轮。



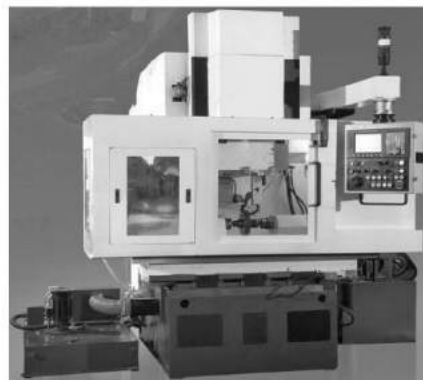
五、剃齿机

(1) 重庆机床数控剃齿机 YZ4232CNC5。五轴数控剃齿机是一种高效的齿轮精加工机床，适用于外啮合直齿、斜齿圆柱齿轮和连轴、台阶齿轮

的剃削加工。它可通过仿形机构完成鼓形齿和小锥度齿轮的剃削加工。机床刚性好，调整简单，生产效率高，特别适用于汽车、摩托车、拖拉机、载重汽车、工程机械等行业的批量齿轮加工。



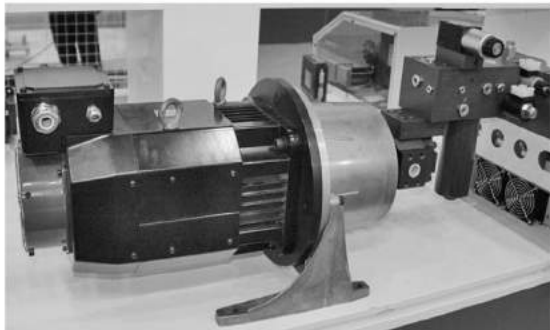
(2) 南京二机数控剃齿机 YN4220CNC。本机床齿轮精加工机床，用于直齿圆柱齿轮，斜齿圆柱齿轮和连轴齿轮的精加工，可以加工鼓形齿和小



锥度齿。机床刀具头架的径向进给采用无间隙加预紧力的滚珠丝杆结构，刀架及尾架采用高刚度轴承结构，径向进给采用伺服电机驱动，数控系统可选用进口数控系统。机床的刚性好、效率高、工作可靠、性能齐全、操作调整方便，特别适用于大批量生产汽车、拖拉机、内燃机、机床等行业使用。□

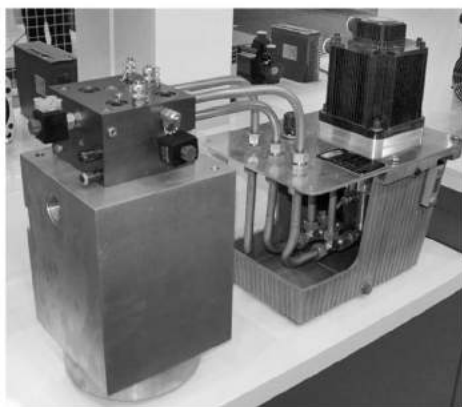
(上接第 81 页)

步电机，用于液压系统油泵的驱动。此系统最大的优点在于节能，据计算节能可达 60% 以上，一年内回收伺服投资成本。两款系统均采用埃斯顿自主生产的伺服电机和驱动系统。



南京埃尔夫伺服泵控液压系统

埃斯顿为数控回转头冲床开发了专用大功率直驱伺服系统。此系统集成了各类冲压工艺参数，与发那科、西门子等上位机通讯通畅，使用简单，易维护，最高冲孔频次达到 1200 次/分钟，相比传统的液压伺服方案，更加节能、低噪声。该系统最大功率已达到 150kW，其性能已达国外同类产品水平，但价格仅为国外产品的 1/3，因此具有极其广阔的市场空间和竞争优势。



南京埃尔夫伺服电机

6. 结束语

众所周知，我国已连续十年成为世界机床第一大消费国、第一大进口国和连续三年第一大生产国。然而，高性能数控系统和功能部件的发展滞后于主机、自主创新能力不强等问题严重制约着我国由机床大国向机床强国的发展。技术创新是支撑产品结构调整的动力，也是获得持续竞争优势的主要源泉。因此，提高中国数控机床产品的市场竞争力，促进国产数控机床产业迅速发展，已成为全行业努力的目标和方向，更是我们作为向制造业提供基础装备的金属成形机床企业家们尤为重视和努力为之的目标和方向。□

独特的用于硬车削的可转位刀片

Unique insert improves efficiency in hard turning

Christer Richt

现在，车削淬硬零件的切削刀具及其应用方面的最新进展，正在将车削工艺提升到更高的效率水平。作为磨削工序的替换或补充工序，硬零件车削具有诸多优势，独特的新刀片概念令这种工序更具吸引力。

最近，两家制造商在淬硬零件加工的生产效率方面产生了立竿见影的效果：生产效率分别提高 116% 和 322%。无需更换设备，也不用引入新的加工方法，只需改变数控车床上使用的可转位刀片的类型即可实现。与之前相比，一种新型的刀片能够使刀具的进给率较之前提高三倍。众所周知，进给决定了车削时所花费的切削时间。这样一来，每年就能节省相当多的生产时间，对成本而言也是如此。



图1 零件硬车削是淬硬零件（硬度范围通常在 55~65HRC 之内）磨削的替代选择，两种加工方法可互为补充。现代 CBN 材质意味着可提供更多坚固耐用的刀具，目前的刀片技术也促成了生产效率和精加工能力均大幅提升的切削刃

“进给率就是我们将要真正做出改进的地方，正如两个生产效率改进实例所展示的一样，”车削应用专家 Martin Saunders 解释道，“并且，好消息是，在保证更高的进给率的同时，还能够保持不错的表面光洁度。例如，0.3mm/r 的进给可生成低于 $Rz1\mu\text{m}$ 的表面光洁度，即便进给为 0.5mm/r，所生成的表面光洁度也不会低于 $Rz5\mu\text{m}$ 。若置于一定背景下会发现，当车削零件的常见表面粗糙度为 $Rz6.3\mu\text{m}$ 时，您可以看到如果使用具有刀尖和圆角半径的标准刀片，就需要降低 60%~65% 的进给。

使生产效率获得如此大幅提升的刀片为 Xcel 型刀片，这种切削刃技术方面的创新对硬零件车削产生了深刻的影响。

在零件的硬化条件下（无论是通过淬硬还是表面硬化）进行加工具有诸多好处，有助于以更有效的方式获得更高的精度。作为一种应用愈发广泛的加工领域，硬零件车削一直是最近一些刀具发展的重点所在。许多年前所克服的一个障碍就是获得适用的机床，虽然某些车床在稳定性上要优于其他机床，但该加工领域装夹要求还是比较苛刻，还好大多数现代数控车床的性能相当出色。

零件硬车削

零件硬车削在切削力方面有其自己的一套要求，并且在正常工况下，刀具上受到的考验也比加工其他材料更为严峻。此外，硬工件材料具有磨蚀性，因此刀具更易磨损且会产生更多热量。然而也有刀具材料非常适合于该加工领域，此类材料主要为立方氮化硼（CBN），在硬度方面仅次

于金刚石。现在，一系列主要成分为 CBN 颗粒的高性能刀片材质可用于硬零件车削。

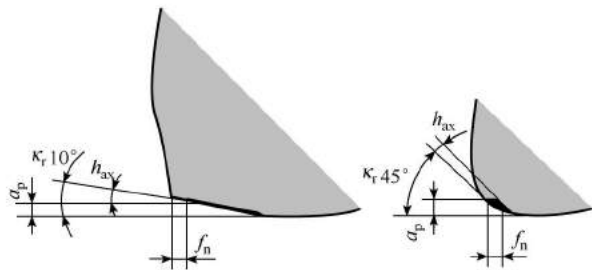


图2 将最大切屑厚度作为进给率的基础时，相比标准圆角刀尖刀片，Xcel 提供了更高的进给能力。在较小的主偏角下，直刃所生成的薄切屑可提供更大的生产效率提升空间。

铣削时也可利用此概念：高进给刀具具有更高的加工能力

Xcel 刀片概念将硬零件车削的性能整整提升了一代。另一位应用专家 Sacha Kotarac 在帮助许多工程公司的过程中积累了丰富经验，他往往根据表面光洁度来确定刀片的具体应用。“对于精车工序，只要表面光洁度要求可以满足，我就会尽可能地引入 Xcel 刀片”，Sacha 说道，“并且，对于粗加工工序，我也会尽可能地利用其进给能力。当正常稳定性得到保证时，只要沿着台肩有足够的间隙，便可采用 Xcel 刀片获得至多 0.5mm/r 的进给。我们还谈论到进给率两倍于普通刀具的 Wiper（修光刃）刀片。Xcel 与 Wiper（修光刃）刀片也应看作相互补充，这样往往可以确保稳定的工序和可预测的加工结果。”



图3 Xcel 刀片是一种独特的、已获专利的刀片概念，特别适合于高效率的硬零件车削，当对表面光洁度和安全性要求较高，并且需要进行具有高材料去除率的粗加工时，XCEL 就非常合适

“针对硬零件车削，与我们合作的一家制造企业正计划将他们的磨床替换为车床。在这种情况下，我们认为最佳的解决方案是粗加工时采用 Xcel 刀片，随后的精加工工序则采用具有 WG 槽形的

Wiper（修光刃）刀片。对此我们在他们的机床上进行了一次试验，并提供了相应的加工结果和切削时间。

其结果是客认为值得改变他们所有的零件图纸，以便留出足够的间隙充分利用 Xcel 刀片的加工能力，并且也为我们提供了完全装配机床的机会。我们建议采用 Xcel 刀片进行粗加工，当进给率为 0.4mm/r 时可生成 $Ra0.5\mu\text{m}$ 的表面光洁度。而对于具有 WG 槽形的刀片，进给率为 0.33mm/r 时可生成 $Ra0.42\mu\text{m}$ 的表面光洁度。”

稳定性

稳定性当然是所有 CBN 材质刀片应用的成功要素，但 Xcel 刀片更强调这一点。当涉及到 Xcel 时，为确保具有获得成功的最佳条件，长径比应保持在 4:1 以内。这倒不是说超过此比例刀片就无法工作，而是在该比例以内可提供绝对最佳的切削条件。

标准的圆头刀片可产生最低的切削力，但进给率严格受限于刀尖半径与表面光洁度之间的关系。具有 WH 槽形的 Wiper（修光刃）刀片在较高的进给率下可获得良好的表面光洁度，并且对稳定性要求较低。其次，具有 WG 槽形的 Wiper（修光刃）刀片在很高的进给率下可获得更为理想的表面光洁度，但需要更高的稳定性。当可以使用 Xcel 刀片时，其表现就独树一帜，在高进给率下可获得较高的表面光洁度，但对稳定性的要求也越高。即使在较低的进给率下，Xcel 刀片也能够生成极好的表面光洁度。当关注的焦点是尽可能减少切削时间时，则应注重进给率与表面光洁度之间的关系。

当刀片使用非常小的主偏角（10°）时，其切深会受到限制，但在硬零件车削时切深总是被受限。采用传统圆头刀片时，切屑厚度沿着切削刃而变化，但使用 Xcel 刀片时，切屑厚度薄且均匀，这样就能提供高进给的加工能力。Xcel 概念方面的主要创新是切削刃的直线部分与专门开发的 Wiper（修光刃）融为一体的方法，该方法形成了到切削刃纵向后角的过渡。

切深由直刃决定，但对车削而言通常绰绰有余，与磨削相比，车削时往往需要较大的加工余

量。执行一次走刀工序可以最合理地利用刀片的加工能力，此时通过切深能力来使用整个切削刃，并且采用表面光洁度所允许的最高进给。对于半精加工工序，稳定性有时是限制因素。

刀具寿命

采用 Xcel 刀片概念也使刀具寿命得以提高。对于标准的圆头刀片，切削刃上的沟槽磨损非常广泛，这大大限制了其耐用性，而在 Xcel 刀片上，磨损呈均匀分布。采用 Xcel 进行改进在一定程度上是由于更短的切削接触时间会产生更低的温度，并且沿着更长的直刃扩散。因此，即使大幅提升进给率，采用 Xcel 刀片也能加工出更多的零件。



图4 机械锁定的CBN刀片圆角可提供多刃口刀片所需的强度和安全性，既经济实用又优化了可靠性。

Safe-Lok 多圆角技术具有安全焊接的CBN圆角，这使其能够远离硬零件车削时所形成的热切削区

Xcel 刀片有两种基于立方氮化硼（CBN）的材质。这种刀具材料具有非常高的热硬度，能够抵抗塑性变形，在加工淬硬材料时允许应用较高的进给和切削速度组合。目前所使用的材质也具有良好的韧性和强度以及较高的耐热冲击性。此类材质中CBN含量为40%~65%，并且含陶瓷粘结剂，在高温下具有更高的抗化学腐蚀性。由于材质质地坚硬，因此具有抗磨料磨损性。此外，也提供CBN含量更高的材质，其中添加了金属粘结剂，韧性更高。

连续或断续切削

连续或断续切削对切削刀具提出了不同的要求。为了优化硬零件车削工序，采用最合适的材质就很重要。对于连续精加工车削，尤其是需要最佳耐磨性的表面硬化零件加工，CB7015可提供高金属去除率与耐用性的完美结合，这种细晶粒材质具有专门

开发的陶瓷粘结剂，这样就能够使磨损以可控制的方式沿着Xcel刀片的切削刃缓慢蔓延。有或无轻微间断的连续切削非常适合于此类材质。

当重型断续切削占上风时，最佳选择是韧性更强的材质，比如CB7025。当表面存在间断（例如齿轮或轴槽），并且装夹不太稳定时，该材质能够生成更高的表面光洁度。这也是一种含陶瓷粘结剂的现代细晶粒CBN材质，具有足以满足此类需求的强度。

Xcel 背景资料

理想情况下，Xcel刀片的进给率应在0.3~0.5mm/r的范围之内。采用Xcel刀片时推荐的最大切削深度为0.25mm。采用CNGX刀片加工到台肩时，由于刀片形状特殊而必须作出规定：除非台肩处有退刀槽设计，否则至少避让2.7mm。切削速度最高能达到300m/min，但推荐值通常介于150~200m/min之间，切削时首先应确定进给率以获得更高的加工率，然后确定切削速度以优化生产效率。

理想的零件为大直径轴、套筒和齿轮，其中涉及到纵向车削和端面加工，并且稳定性良好。工件材料通常为淬硬钢或表面硬化钢，可能包含16MnCr5（硬度>60HRC）或17CrNiMo6。尤其是加工齿轮时存在硬-软切削，其中外径处的材料硬度为62HRC，而中心处的材料硬度则会降至30HRC。硬度低于45HRC的工件材料不推荐使用CBN，但在应用和材质均合适的情况下，可以将CBN与硬质合金一起组合使用。

切削可以为连续或断续切削，就如齿轮轮齿或轴特性一样，通过选择合适的刀片材质可以对此类切削进行最佳优化。表面质量通常可达到 $Rz1\mu\text{m}$ 或 $Ra0.25\mu\text{m}$ ，尺寸公差保持在0.01mm以内。采用高进给可获得良好的表面光洁度：进给率为0.3mm/r时，光洁度为 $Ra0.3\mu\text{m}$ ；进给率为0.4mm/r时，光洁度可达 $Ra0.5\mu\text{m}$ ；进给率为0.5mm/r时，光洁度可达 $Ra0.8\mu\text{m}$ 。

在半精加工能力方面，Xcel刀片将获得无与伦比的加工率。□

EPC-8000 型电动螺旋压力机的性能及应用研究

Performance and Application of EPC-8000 Press machine

青岛青锻锻压机械有限公司 张元良 郭 斌 张华德 朱元胜 鞠秀华 刘学贞

EPC-8000 型 80MN 电动螺旋压力机是由青岛青锻锻压机械有限公司自行研制成功的具有完全自主知识产权的高新技术产品,该机于 2012 年 9 月 7 日顺利通过了国家检测中心及用户中航工业江西景航航空铸锻有限公司的产品检测和验收。该机不但是我国电动螺旋压力机最优秀的代表作,也是我国制造的首台最大压力的电动螺旋压力机。它具有结构紧凑、传动链短、故障率低、维修方便、打击力控制精确、自动化程度高等优点,是我国产业政策扶持的,能替代进口的(国产设备价格是进口设备的 1/3)节能环保的智能型锻压设备。

在我国,电动螺旋压力机代表着螺旋压力机的发展方向。我国在短短的四年时间内相继研制了电动机直接驱动式、齿轮(或皮带)机械传动式等结构形式的电动螺旋压力机,采用的驱动电机有三相异步电动机、开关磁阻电动机、伺服永磁无刷电动机等多种形式,其性能都远远超越了传统的螺旋压力机,将来也必将逐步取代传统的螺旋压力机及其他形式的模锻设备,具有广阔的发展前景。

本文现针对青锻公司研发的 EPC-8000 型 80MN 电动螺旋压力机进行性能及应用研究分析,并对相同吨位、不同形式的螺旋压力机进行比较分析,为潜在用户如何选择适应本公司锻造工艺的适宜设备,提供可靠的参考依据和帮助。

一、EPC-8000 型 80MN 电动螺旋压力机主要结构原理

如图 1 所示, EPC-8000 型电动螺旋压力机采

用齿轮传动式结构,由两台异步电动机通过齿轮传动机构驱动飞轮作旋转运动,大齿轮亦即飞轮,经摩擦超载打滑装置与螺杆联接,螺母安装在滑块内。电动机带动大齿轮做正反向旋转,通过螺杆、螺母将螺旋运动变为滑块上下直线运动。滑块下行时,电动机带动飞轮加速旋转,达到预先设定的速度后,装在滑块上的上模对锻件毛坯加压成形,随即电动机反转,带动滑块回程,当回程到设定位置后,电动机断电,由飞轮储蓄的能量带动滑块继续上行,当滑块回程到上限位置时,制动器制动飞轮,使滑块停止,完成一次打击循环。

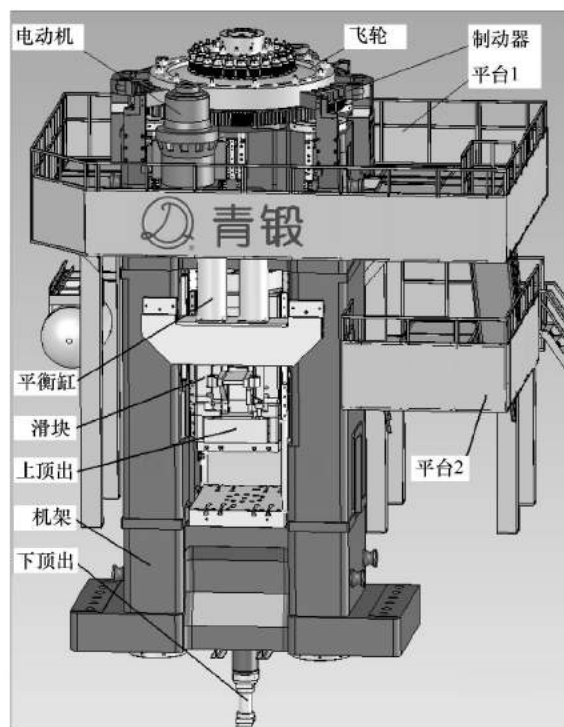


图 1 EPC-8000 型 80MN 电动螺旋压力机结构示意图

1. 电动机驱动系统

该机采用的电动机是一种特殊结构形式的三相异步电动机，电机轴和小齿轮的结合采用了齿轮轴式结构（见图2），可传递大力矩，适合频繁正反转时带来的冲击载荷。驱动电机是压力机的主要动力来源，采用ABB变频调速系统，运用直接转矩控制（DTC）技术，使电机的运行满足各种锻件的锻造工艺要求。

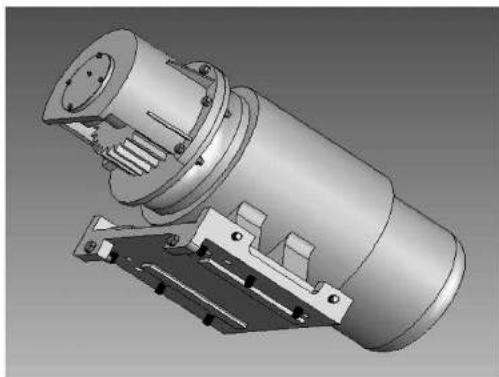


图2 电动机外形图

2. 飞轮装置

飞轮是该机储存能量的重要组合部件，具有足够大的惯量，在滑块打击工件时将其能量释放。

飞轮轮缘是大齿轮，与驱动电动机上的小齿轮相啮合传递力矩，电动机通过正反转驱动飞轮旋转运动。轮体与轮缘之间设有超载打滑装置，打击锻件时剩余的能量通过该装置消耗，起到对受力部件的保护作用，打滑力矩的大小通过碟簧来调节。

飞轮部件通过一组均布的销柱与螺杆连接到一起并传递力矩（见图3）。

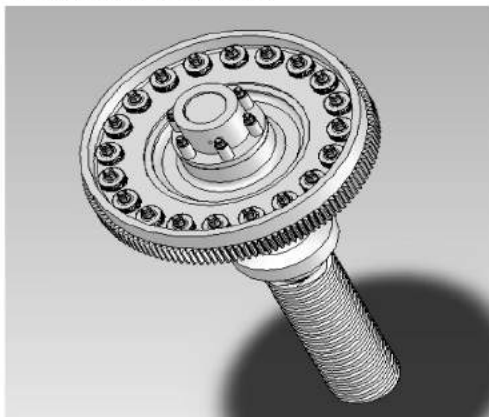


图3 飞轮组装配图

3. 制动器

制动器由四组彼此独立控制的制动单元组成（见图4）。每一组制动单元上有一个大的制动臂，上面装有四个内装多片碟形弹簧的制动缸，通过弹簧压力制动飞轮外缘使设备实现制动，满足滑块在任意位置能可靠的停住，制动器的打开通过液压缸实现。

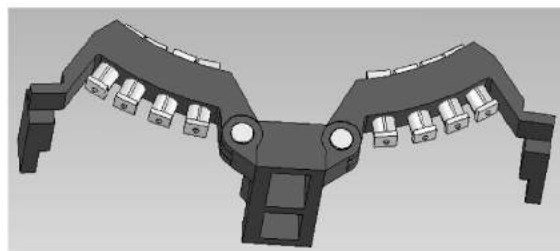


图4 制动器示意图

4. 平衡装置

平衡装置的主要作用是平衡滑块部分重量使运动平稳，减轻电机在提升滑块时的能力付出，另外它对打击力的准确控制有很大的帮助。该机采用两组四个气缸组成，钢壳固定在机架上，活塞杆与滑块连接（见图5），滑块每打击一次，平衡缸活塞往复运动一次。

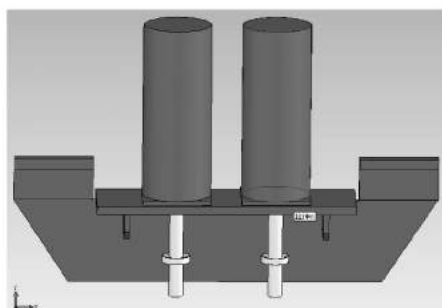


图5 平衡缸示意图

5. 滑块

滑块主体采用优质铸钢，滑块上部装有特殊材料制造的铜螺母，通过平键和销钉固定（见图6）。铜螺母为提高使用寿命采用了特殊材料配方经离心浇注而成，与螺杆组成螺旋副传递动力。滑块导轨采用加长X型放射形式，热敏感度低，受温度影响较小，导轨间隙可以调整的很小，楔块导轨采用矩形，稳定性好，以保证锻件的尺寸精度。导轨与机架导轨接触面镶有铜导板，背面是垫片，通过调节或更换垫片可改变导轨的间隙。

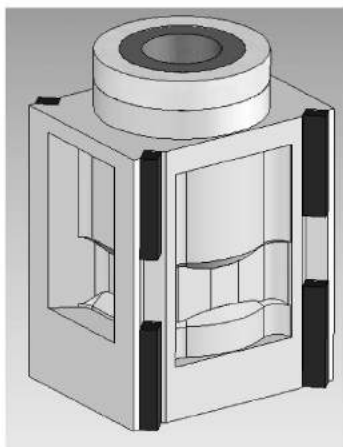


图6 滑块示意图

6. 顶料

机器采用液压顶料，顶料平稳可靠，顶料力和顶料行程均可调整（见图7）。

上顶料器安装在滑块上，由油缸带动连杆机构，通过一组齿轮齿条实现顶料动作。

下顶出装置如图所示，带有行程检测设施，除具有正常的顶出锻件的功能外，还可以在更换模座时起到顶起作用。

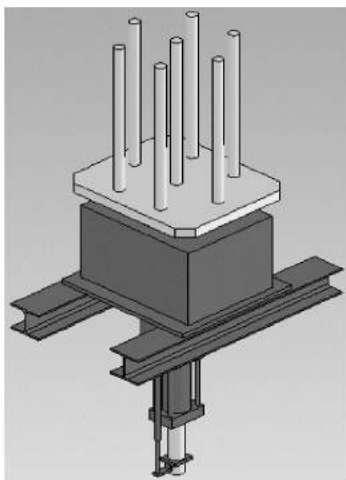


图7 下顶出示意图

二、电气控制系统

该机电气控制系统采用西门子 S7-300 可编程控制器（PLC）作为主控元件，实现整机的实时控制；通过人机界面（HMI）实现操作人员与机器之间的信息交换，操作人员和维护人员可及时了解设备的运行情况和故障信息；主电机为三相异步电动机，采用瑞士 ABB 公司生产的多传动调速系

统进行驱动，驱动系统的直接转矩控制（DTC）模式，使电机的运行完全满足了各种锻造零件的工艺要求；滑块行程和底座顶料行程采用德国生产的微脉冲位移传感器进行检测，达到了较高的检测精度和控制精度；电气控制系统使用了国际标准的现场总线 PROFIBUS-DP 进行连接，保证了系统信息传递的准确性和运行的可靠性。

1. 主控元件

采用德国西门子公司生产的可编程控制器 S7-300 系列 CPU315-2DP 作为主控元件，该器件具有较高的数据处理速度和运行可靠性。用户程序中包括了位逻辑，计数器，定时器，复杂数学运算及与其他智能模块通信等指令内容，使其能够及时准确地处理各种数据和报警信息，监控整机的运行。

在本机中，S7-300PLC 主要控制实现整机各种功能，以满足各种锻件的锻造工艺要求。机器共有改装、调整、手动、脚踏和自动五种工作模式：改装模式用于机器模具的更换和调整；调整模式用于机器的检修和模具的调整；手动、脚踏和自动模式用于锻件的正常生产，可分别通过手动按钮、脚踏开关和外部信号，启动机器自动完成一个工件打击的循环。机器的各种模式之间互锁，保证了机器动作的安全性和可靠性。PLC 通过检测整机运行中各种故障控制机器进行相关的动作并及时报警，以保护操作人员及机床的安全；PLC 极高的运行可靠性，保障了机器的高效运转，降低了设备的故障率。

2. 人机界面（HMI）

该机在操纵箱内装有一台监控计算机，即人机界面 HMI，使用的是西门子公司生产的 MP277 型触摸式人机界面。人机界面基于新型的 Microsoft Windows CE 操作系统，借助于计算机（PC）的强大软件功能，大大提高了使用的灵活性。它结合了专用硬件解决方案的坚固度和速度，集成了 PC 软件功能，是一款先进的智能型产品。

人机界面 HMI 可以在工作界面中将操作状态、当前过程数据、机器的各种故障以及整个系统的运行状态用中文进行显示（如图8和图9所示），以方便操作者监控和使用设备。人机界面在本机



图8 机器的工作界面



图9 故障报警

中主要承担操作人员对机器的打击能量和顶料工作状态等运行参数的设定、修改, 显示机器运行过程中的相关数据和出现的故障, 如主电机工作状态、机器的润滑状况、顶料油泵电机过载等, 并能提供故障的排除方法等相关帮助信息, 方便了操作人员和维修人员对机器的操作控制和维护保养。

人机界面主要有如下功能:

(1) 打击参数的设定。可设定每个锻件有几个打击工位、每个工位的打击能量、顶料高度等参数。

(2) 机器打击数据的显示。在打击完成后, 可显示本次打击的打击力、打击能量、电机转速等数值。

(3) 模具管理功能。可对压力机所用模具的打击参数进行保存、修改, 更换模具后可直接调用已保存的打击参数, 无需再次试验、调整。

(4) 故障报警。实时显示机器运行的故障报警信息, 并可查阅故障排除和机器维修的帮助信息。

(5) 可查阅机器的 PLC 地址表, 方便机器的维修。

3. ABB 变频驱动系统

电动螺旋压力机是一种节能高效的设备, 在机器上、下料等工作间隙, 主电机是不工作的, 从而达到节电的目的。但是在打击工作时, 要求主电机迅速启动并达到设定速度, 这就要求电机和驱动系统能提供更高的启动转矩, 即驱动系统应有较强的过载能力。ABB 工业传动按电流额定值设计的, 以满足工业应用中高过载能力的要求。ACS800 型变频调速系统的核心是直接转矩控制——DTC 技术, 基于 DTC 原理的控制技术可以提供优异的性能和显著的优点: 精确的静态和动态速度及转矩控制、高启动力矩。

EPC-8000 型 80MN 电动螺旋压力机采用 ACS800 型空冷式多传动调速系统, 主要由辅助控制单元 (ACU)、进线单元 (ICU)、供电单元 (DSU)、制动斩波器单元 (BCU)、传动单元 (INU) 和网络接入设备组成。供电单元为十二脉波二极管整流单元, 额定功率为 2521kW; 多传动系统共包括两个传动单元, 每个传动单元驱动一台电机, 单元的额定功率 1400kW; 制动斩波器的连续制动功率为 357kW。

ACS800 传动系统是高度灵活的交流变频器, 其配置能满足各种工业的精确需要, 具有很宽的功率和电压范围, 逆变器是微机控制的, 可通过编程满足其在各种场合下的自动化应用, 智能化的检测及故障报警记录功能, 为主电机提供了强大的保护功能。

4. 开放性的硬件、软件结构, 方便组成智能化、柔性化的制造系统

该机控制系统采用 S7-300 型 PLC, 硬件本身是开放式的, PLC 具有各种网络连接模块, 并且软件系统可进行开放式、结构化编程, 这样使得电气控制系统既可与现场各种辅助设备通过现场总线如 PROFINET、ASI 等连接, 实现生产线逻辑化动作; 也可通过工业以太网与上位机连接, 组成工厂级智能化管理系统, 使锻造生产线成为柔性制造系统, 成为企业资源计划系统 (ERP) 的一个重要的组成部分。

三、EPC-8000 型 80MN 螺旋压力机主要性能参数及与其他机型比较

由青锻公司生产的 EPC-8000 型 80MN 电动螺旋压力机、J53-8000 型 80MN 双盘摩擦压力机与德国万家顿公司生产的 PZS900 型 80MN 电动螺旋压力机的性能参数比较可以看出:

(1) 电动螺旋压力机性能优于双盘摩擦压力机。

(2) 电动螺旋压力机飞轮总能量国产比进口的要低一些, 仅达到其下限, 这方面有一定差距。

(3) 由于材质原因电动螺旋压力机螺杆直径国产比进口的稍大一点。

(4) 电动螺旋压力机工作台面宽度方向尺寸国产与进口机器基本相当, 而前后方向的大小可根据用户的要求适当改变。

(5) 电动螺旋压力机重量有一定的差异, 受铸件毛坯重量控制的影响。

(6) 电动螺旋压力机参考价格国产仅为进口的一半。

(7) 电动螺旋压力机用控制器件等都是采用国际品牌产品, 控制方式、功能原理相当。

四、主要用途和发展优势

1. 主要用途

EPC-8000 型万吨级智能电动螺旋压力机是机、电、液高度集成的技术密集型数控锻造设备, 是航空、航天、汽车、船舶、高铁、工程机械、矿山机械、耐火材料等高科技领域必备的基础制造装备之一。主要适用于金属精密锻造、模锻、锻粗、挤压、精整, 以及航空、航天、汽车、轮船发动机叶片、阀体、曲轴等大型精锻件的锻造。也是镁碳砖、高铝砖、薄耐火砖压制成型的理想制砖设备。

EPC-8000 型万吨级智能电动螺旋压力机是根据精锻工艺的特点, 通过优化设计特种电机及控制系统, 较好地解决了传统锻压设备的电机不工作也要持续旋转耗电的问题, 实现了电机只在打击工作时耗电, 在辅助间歇时间不旋转不耗电, 从而实现节电 75% 的目标。而且该机控制先进、打击力精确、精度高, 可为用户大幅度降低锻造

成本, 节能减排、增加效益。

2. 发展优势

(1) 该机无离合器, 传动链短, 结构紧凑, 故障率低, 易于维修, 维护费用低。

(2) 该机打击能量可精确设置 (力能精度可达 0.4%, 稳速精度可达 0.2%), 成形精度高, 制件公差小、节材降耗, 抗冲击性好, 特别适合精密锻造。由于能精确控制打击能量, 所以可避免设备超负荷运行, 并减轻模具载荷, 提高模具使用寿命。

(3) 该机可进行程序控制锻造, 主机能自动按预先设置的各工步打击能量运行, 自动化程度高; 能量全部释放具有焖模锻校功能。

(4) 该机采用双 X 形长导轨, 导向长度大, 导向精度高; 机身刚度好, 设备精度高, 抗偏载能力强, 可进行多模膛精密锻造, 节约能源和人力资源。

(5) 该机由于采用了专用变频电机及控制技术。机器工作时, 电机启动电流小, 节约电能、发热少、散热性能好、使用寿命长, 不会对工厂电网产生冲击和影响其他设备运行。同时, 由于采用分离式组合隔振平台, 震动轻、噪声小, 绿色环保, 元件寿命长。

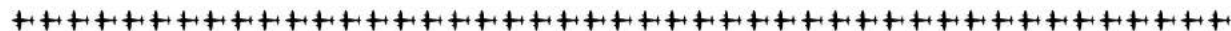
(6) 该机滑块静止时, 电机不工作, 电耗低, 效率高。同时当电机反转带动滑块回程时, 回程到某一距离后, 电机断电, 由飞轮储蓄的能量带动滑块继续上行, 此时电机由电动机状态转变为发电机状态, 将飞轮储蓄的能量转变为电能, 通过电磁制动实现制动减速能量的回收。如驱动单元配备有能量回收装置, 这一部分电能可反馈到电网中, 进一步节约电能、降低成本。

(7) 该机无固定下死点, 不必调整模具高度, 不会产生闷车现象; 模具结构简单, 换模速度快, 调模方便; 调模、试模时, 可慢速点动上下。该机还能很方便地调整行程高度, 回程位置准确, 打击力稳定, 滑块有效行程次数多、效率高。具有电机刹车和机械刹车双重刹车功能, 安全可靠。

(8) 该机可通过人机界面设定各种工艺参数, 预选打击能量和打击力, 并可通过屏幕显示实际

广告客户索引 Advertisers' Index

沈阳机床（集团）有限责任公司	广告号码 36	武汉华中数控股份有限公司	广告号码 90
Shenyang Machine Tool (Group) Co. Ltd.	front Cover	Wuhan Huazhong Numerical Control Co., Ltd.	P14
约翰内斯·海德汉博士（中国）有限公司	广告号码 41	郑州市钻石精密制造有限公司	广告号码 486
Heidenhain	inside front cover	Zhengzhou Diamond Precision Manufacturing Co., Ltd.	P15
封三：武汉重型机床集团有限公司	广告号码 336	无锡机床股份有限公司（无锡机床厂）	广告号码 466
WUHAN HEAVY DUTY MACHINE TOOL GROUP CORPORATION	inside back cover	WUXI MACHINE TOOLS CO., LTD.	P16
中国国际机床展览会 CIMIT2013	广告号码 20	深圳大族彼岸数字控制软件技术有限公司	广告号码 476
CIMIT2013	back cover	Han's PA Automation Technology Co., Ltd.	P17
哈斯自动数控机械（上海）有限公司	广告号码 19	河北博纳机床附件制造有限公司	广告号码 46
HAAS Automation Asia Co., Ltd.	P1	Hebei Bona Machine Tool Accessories Manufacturing Co., Ltd.	P18
北京京城机电控股有限责任公司	广告号码 426	保定向阳航空精密机械有限公司	广告号码 34
Beijing Jingcheng Mechanical & Electrical Holding Co., Ltd.	P2	Baoding Xiangyang Aviation Precision Machinery Co., Ltd.	P19
北京凯恩帝数控技术有限责任公司	广告号码 138	品牌整版	广告号码 29
Beijing KND CNC Technique Co., Ltd.	P3	China Famous Brands of Machine Tools & Tools	P20
四川长征机床集团有限公司	广告号码 337	广州数控设备有限公司	广告号码 260
SICHUAN CHANGZHENG MACHINE TOOL GROUP CO., LTD.	P4	GSK CNC Equipment Co., Ltd.	P21
海克斯康测量技术（青岛）有限公司	广告号码 101	第十五届中国国际模具技术和设备展览会	广告号码 338
Hexagon Metrology-Brown & Sharpe Qingdao, China	P5	Die & Mould China (DMC 2013)	P21
台北国际数控装备暨制造技术展	广告号码 14	重庆立嘉展	广告号码 331
MTDUO	P6	Exhibition of Lijia International Machine Tool	P22
南京工艺装备制造有限公司	广告号码 70	北京北一数控机床有限责任公司	广告号码 47
Nanjing Technical Equipment Manufacture Co., Ltd.	P7	Beijing Beiyi CNC Machine Tool Co., Ltd.	P23
江苏新瑞重工科技有限公司	广告号码 264	深圳市南护群山胶木有限责任公司	广告号码 422
Jiangsu Shinri Heavy Industry Science & Technology Co., Ltd.	P8	NANHUQUNSHAN	P23
北京阿奇夏米尔技术服务有限责任公司	广告号码 24	上银科技有限公司	广告号码 398
Agie Charmilles	P9	Hiwin Technologies Corp.	P24
南通斯维特精密机械有限公司	广告号码 10	重庆机床（集团）有限责任公司	广告号码 128
Nantong Swift Precision Machinery Co., Ltd.	P10/P11	Chongqing Machine Tool (Group) Co., Ltd.	P25
北京凯奇数控设备成套有限公司	广告号码 460	济南二机床集团有限公司	广告号码 100
CATCH-CNC	P12	Jinan No. 2 Machine Tool Group Co., Ltd.	P27
山东法因数控机械股份有限公司	广告号码 38	天津一机床总厂	广告号码 88
Shangdong Fin CNC Machine	P13	Tianjin No. 1 Machine Tool Works	P28



打击力和能量的大小，方便工艺人员进行工艺实验，分析工艺过程，进行工艺控制。

五、结论

电动螺旋压力机其结构性能、控制水平、先进程度等都优于传统形式的螺旋压力机，代表着我

国螺旋压力机的发展方向。从上述国产 EPC-8000 型 80MN 与德国产 PZS900 型 80MN 电动螺旋压力机比较来看，国产电动螺旋压力机的各项性能指标已经基本达到了国际当前水平，从性价比上看国产电动螺旋压力机占有绝对优势，是用户首选的设备。□

SINUMERIK 802D sl G/N 系统在数控外圆磨床的应用

Application of SINUMERIK 802D sl G/N in CNC cylindrical grinder

西门子（中国）有限公司驱动技术集团运动控制部 周繁荣

西门子数控系统作为通用数控系统，有诸多功能可用于磨削加工，而且每种磨削功能需求都有多种解决方案。但是目前没有专门针对磨削加工综合的简明介绍。我本人结合实际工作经验，将各种可用于 802D sl G/N 系统的磨削功能进行了比较总结，以供参考。

一、测量功能

在外圆磨床上通常可有两种测量功能，主动量仪的磨削过程测量和工件量仪的工件位置测量。同程序段多进给速度功能可配合主动量仪来控制磨削的过程，工件位置测量可使用工件测量功能。

1. 同程序段多进给速度

关于配合主动量仪进行的测量功能，西门子数控系统有多种解决方案：通过 PLC 或 NC 程序删除余程，同程序段多进给速度等。删除余程的方案有难以解决的问题：当同时接收到多个到位信号时，PLC 不易确定信号的优先级，处理过程比较繁琐。同程序段多进给速度功能由于对应信号有优先级的区别，可以很方便地解决此类问题，建议尽量使用此功能。同程序段多进给速度功能的介绍如下：

基于 NCK 的快速输入（主动量仪的测量输出），此功能可在一个程序段中激活 6 种进给速度、延时和回退。此快速输入由 MD21220 定义。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
输入	I7	I6	I5	I4	I3	I2	I1	I0
速度	F7	F6	F5	F4	F3	F2	ST	SR

I7 ~ I2：激活对应的速度 F7 ~ F2；

I1：激活延时 ST，单位：秒；延时结束后会激活删除余程；

I0：激活回退 SR；回退后自动激活删除余程。

优先级：从 I0 到 I7，优先级由高变低。

程序段结束的条件：

a. 编程终点位置到达；

b. 回退结束（SR）；

c. 延时结束（ST）

编程举例：

G0X1000Z100

G1X500F100F7 = 70 F6 = 60 F5 = 50 F4 = 40 F3 = 30

F2 = 20 ST = 10 SR = 10；路径运动

POS [X] = 300 FA [X] = 100 FMA [7, X] = 70

FMA [6, X] = 60 FMA [5, X] = 50 FMA [4, X] =

40 FMA [3, X] = 30 FMA [2, X] = 20 STA [X] =

10 SRA [X] = 10；单轴运动

M30

2. 工件位置测量

用于测量工件的准确安装位置，以实现工件零点的定义。通道测量功能可实现工件位置测量。

系统对量仪的要求：探头在检测到物体时，能够产生 24V 的保持信号（而不是脉冲信号）。

量仪信号的连接：测量信号应连接到 802D sl 接口 X20 的端子 11（测量 1）或接口 X21 端子 11（测量 2）。端子 9 和端子 12 为探头信号的公共端（信号地）。

MD13200 MEAS_ PROBE_ LOW_ ACTIVE 可定义探头的有效电平。

测量程序需用户自行开发，其中一些相关语句举例如下：

802D sl 的零件程序中编程测量循环举例：

N10 G1 F300 X300 Z200 MEAS = -1；探头 1 下降沿触发

N20 G1 F300 X300 Y100 MEAS = 1；探头 1 上升沿触发

N30 G1 F300 X300 Z200 MEAS = -2；探头 2 下降沿触发

N40 G1 F300 X300 Y100 MEAS = 2；探头 2 上升沿触发

探头信号生效或编程位置到达，测量程序段结束。

注意：当编程测量某一几何轴（工件坐标系），所有几何轴的测量结果均被存储。

测量结果（系统变量）：

\$ AC_ MEA [1] - 探头触发状态（测量开始时该变量复位，探头触发时置位）

\$ AA_ MM [<轴名>] - 机床坐标系的测量结果

\$ AA_ MW [<轴名>] - 工件坐标系的测量结果

二、斜轴功能

由于磨削工件加工工艺的需要，如图 1 所示，如果在同台机床上实现标识 1、2、3、4 部位的磨削，X 轴和 Z 轴在机械上是非 90°的关系，由此会给零件程序的编程带来很大困难，斜轴功能（TRAANG）可解决此问题。使用了斜轴转换之后，零件程序可在笛卡尔坐标系下正常编程，数控系统会自动计算轴的运动速度和距离。

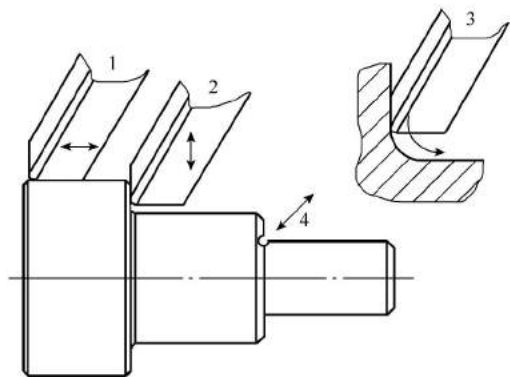


图 1

三、摆动功能

为实现高的工件表面光洁度和特殊工艺要求，

在 X 轴进给的同时，Z 轴需要摆动，根据 X 轴进给和 Z 轴位置的关系，摆动有两种方式：异步摆动和受同步功能控制的摆动，示意图分别见图 2 和图 3。

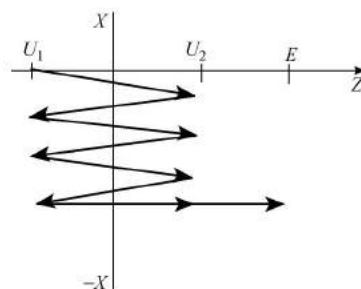


图 2 异步摆动功能

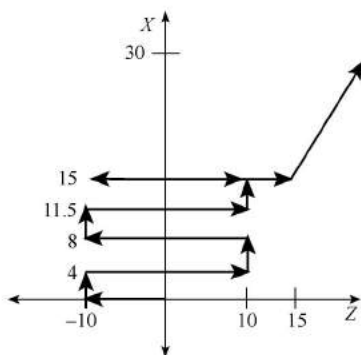


图 3 受同步功能控制的摆动功能

四、手轮干预

1. 手轮倍率

此功能只可能生效于编程指定的位置，通过手轮干预定位轴位置，结合 PLC 处理，手轮可以正反向移动轴，但不能超过编程目标值。结束条件：编程位置到达；或者 PLC 删除轴余程。

编程举例：

POS [U] = 100 FDA [U] = 0

2. DRF 功能

在 AUTO 或 MDA 方式下，通过 PLC 接口信号激活，然后选择干预轴的生效手轮和 INC 方式，手轮对相应的轴的位置即可进行干预。DRF 偏置在机床坐标系下显示，在工件坐标下不显示。

相关的变量和指令：

DRF 偏置值：\$ AC_ DRF [axis]

DRF 偏置取消：DRFOF

在实际加工过程中，有时需要使用手轮对轴的位置进行干预，802D sl 中有两种功能可支持此应用，手轮倍率和 DRF 功能。（下转第 102 页）

国产数控机床的进步与差距

Progress and gap on domestic CNC machine tool

汉川机床集团有限公司 王 雷

2012 中国数控机床展览会是历届最大，展品数量最多，技术内涵与创新成果最丰富的一届，也是笔者在细细品酌了各类具有代表性机床展品后感触最深的一届。展会期间所展示的新品提升了国内数控机床的技术内涵和品位，展示了国产数控机床在快速发展过程中自主创新的成果，标志着我国数控机床在技术上的新发展和新突破，在产品水平和质量上质的飞跃。

但我们也应清醒地看到，虽然我们有了近十几年的迎头追赶，中国机床产品的市场占有率、数控化率在不断提高，但我们的产品在很多技术方面还存在着“短板”，在国际机床的大舞台上就显示出我们不能成为真正“主角”的原因是“大”而不“强”，“多”而不“精”，需要我们正视现在暂时的落后，反思目前存在的不足，认真地去寻找与别人的差距。

一、设计理念和技术环境方面的差距

在机床行业，一般以数控机床所控制的轴数为标准来划分档次，三轴以下的为低档，三至五轴为中高档，五轴以上为高档。数控机床是机床工业的方向，其高精、高细、高速、柔性、智能，是现代机床工业的标志，现代装备制造业正向极端制造方向发展，一是越来越高，二是越来越细，三是越来越复杂，生产工艺高度集成。在世界机床行业界，欧洲的机床工业凭借其高度创新、多元化规模和精密级制造等产品优势，在世界机床市场中多年来保持着技术水平和产品信任度的领先地位。欧洲机床产品相对于我国机床而言，主要优势分别是：产品质量 73%、产品创新和设

计 70% 以及管理效率 69%，尤其是产品的质量是主要的竞争优势。德马吉、斯莱福临这些品牌在行业内已经耳熟能详，其产品俨然也成为高端制造的代名词。在国际市场上，德国、日本等国的机床产品主要占据高端市场，相比之下我们的技术水平和能力到底差距在哪呢？

1. 各类数控机床技术性能

龙门式加工中心产品作为产品规格大且技术和利润的附加值大的一类产品，无论是工作台移动式还是龙门框架移动式或床身高架横梁移动式，都是有技术实力和能力的厂家主要比拼的对象。国内外厂家为了在这类机床上赚足用户的眼球和信任，大多展品都以五轴联动加工中心居多。此类机床技术含量较高，所以产品中应用的各项新技术、新科技都成为各厂家发光的“亮点”。国内产品的规格大多在工作台宽度 1200 ~ 5000mm，X、Y 坐标轴的快移速度保持在 20 000mm/min 左右，定位精度和重复定位精度保持在各坐标轴全行程上 0.015 ~ 0.035mm 和 0.008 ~ 0.025mm，而国外更注重在大型上做文章，一般工作台规格都在 5000mm 以上，定位精度和重复定位精度比我们的值提高 20% ~ 50%，这样既体现了他们的技术优势，更重要的是要在技术回报上压倒一切，独占鳌头。

卧式加工中心以其在自动化生产线上合理的加工工艺性成为批量化制造必备的装备之一。但由于卧式加工中心对生产企业的设计、制造能力要求较高，进入的门槛也较高，所以国内主要生产厂家只有 20 多家，这为数不多的厂家也可以说是技术实力和制造能力的，所以说虽然卧式加工中心在我国起步较晚，但发展很快。目前在向

高速、高精度、复合化、大型化的方向迅速推进。其规格大都是工作台宽度 400 ~ 1000mm 的通用尺寸, 主轴最高转速 $\geq 5000 \sim 15\,000 \text{ r/min}$, 快移速度 $\geq 20 \sim 60 \text{ m/min}$, 定位精度 $\leq 0.004 \sim 0.02 \text{ mm}$, 重复定位精度 $\leq 0.002 \sim 0.004 \text{ mm}$ 。由于国内厂家技术和制造优势参差不齐, 产品的档次和价格就有了明显的区分。国外有代表性的卧加产品厂家以德国的 DMG 和日本的马扎克为代表, 给国内竞争高端市场的厂家造成阻力也产生促进。

卧式铣镗床作为又一类高附加值的产品, 它在国内的发展历史已有近 50 年, 而今这类机床已向数控化、大型、重型化方向迅速发展, 产品的结构和功能也发生了质的变化。如大直径镗轴的方滑枕结构, 多项精度补偿技术, 适应不同工艺要求的多款镗铣头自动交换技术等使得这类机床设备成为我国重大装备和重点行业的关键设备。目前有代表性的国内制造厂家如昆明机床、齐二机床、济二机床、汉川机床等, 他们的设计要求和基础与国外的基本相当, 但在设计细节和制造上与国外还存在一定的差距, 以至于产品的精度和性能稍逊于国外产品。

立式加工中心是近几年国内数控机床竞争和“火拼”异常激烈的一类产品, 由于国内中低档次的市场需求较旺盛, 以至于这类机床成为众多生产数控机床厂家的入门级产品。大部分机床是简单的控制三个直线轴, 能生产第四、第五轴产品的厂家可谓寥寥无几, 由此也可以看出国内大多数厂家对数控产品和市场的认识程度。

2. 数控系统的性能

说到数控机床必谈到它的“大脑”核心——数控系统, 国产数控系统到底怎么样? 这是一个一直困惑国产数控装备和为全系列“中国制造”为之奋斗的每一位从业者的问题。其精确度、稳定性、可靠性等通常是我们相比较的几个主要方面。客观地说, 现在的国产数控系统和“十一五”期间相比, 在应用上取得了很大的进展, 无论是在控制的轴数、控制精度、性能稳定性等都在与国外知名的品牌缩小差距。在 CCMT2012 展会上, 我们也看到不少配备国产数控系统的高水平样机。但目前国产数控系统并非所有机床厂家和用户的首选产品, 很多客户仍处于观望态度, 对于这样

犹豫的态度, 主要源于: 第一我们的国产数控系统要把握数控核心技术的发展动向, 处于后进竞争状态的中国自主数控产业必须充分利用新的技术手段, 根据自己的实际情况, 有所为而有所不为, 形成后发优势, 加快技术进步的步伐, 才能实现追赶和跨越。第二, 我们广大的国内用户也要敞开胸怀, 把考验和进步的机会给与我们正处于成长期的国产数控系统。

3. 核心功能部件

作为机床产品机械部分的核心配套件, 功能部件可谓是其重中之重。在“十二五”机床行业发展规划中, 一个主要目标就是推进数控系统和功能部件的产业化进程, 可见其与机床主机不相适应的滞后发展带给整个行业的不利影响。重点开发, 缩小关键核心功能部件与国外产品的差距已是刻不容缓。功能部件的总体发展趋势是高性能、高可靠性、高稳定性和低成本, 可喜的是为机床主机配套的常规通用化国产功能部件诸如滚珠丝杠、直线滚动导轨、数控转台、刀架等, 经过十几年的磨合打拼技术水平已接近或赶上国外产品的技术水平, 基本满足国产数控机床的配套使用。而近些年为大型、高端机床装备的五面体铣头、五轴联动铣头等体现设计和制造技术的核心功能部件则成为严重制约我国高档次产品发展的瓶颈。从国外为主机配备这么一个小小的“头”, 其高昂的价格接近或超过我们“高大”的主机本身, 可见其技术先进和制造的复杂。即使如此, 打破约束、摆脱制约已成为国内有担当的企业共同的责任, 我们在这“小”而“精”的“精灵”面前没有退缩, 毅然勇于揭开它神秘的“面纱”, 虽然技术水平和性能还不尽人意, 但我们毕竟迈出了探索的重要一步。

4. 设计制造过程

数控机床生产是一个大系统, 从产品设计、工艺规划到加工制造以至销售经营和市场研究是一个集成的整体。现代工业生产和科学技术的高速发展对新产品开发提出了更多、更快、更具个性的要求。高档次数控机床在设计初期的每一处细节又会促进或制约生产制造、影响产品性能。

比如单就从数控机床一个直线控制轴的设计结构来说, 笔者比对过国内外在此结构上的细节

差异：轴承座在轴向定位和丝杠轴承预紧方面国内产品的设计（见图1）和国外产品设计（见图2）虽然只是很小的不同，但给机床伺服轴的精度、可靠性及使用寿命却带来很大的影响，同时使装配制造的可操作性、便利程度和数字化的控制带来很大的不同。

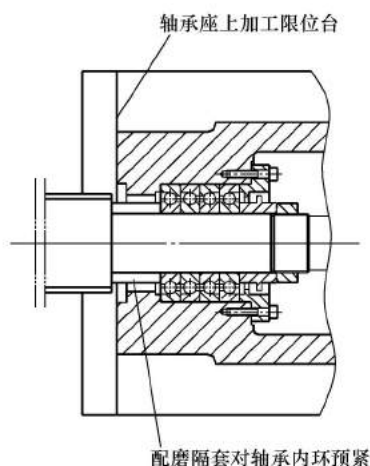


图 1

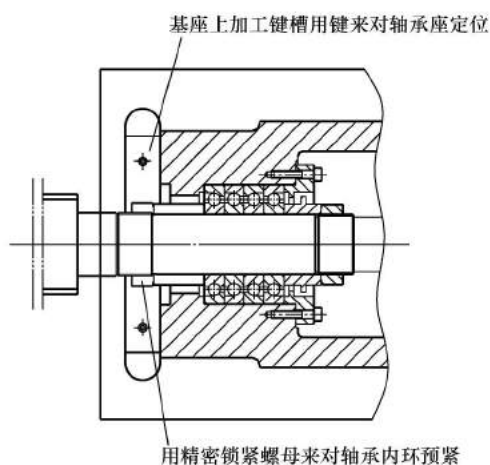


图 2

图1中轴承座的限位台是完全靠加工基座精度来保证，如果稍有误差，那只能补充加工来修整基座，极为不便；另外轴承的内环预紧是完全经验化的用修整隔套长度来调整，根本没有预紧力大小的量化考核。

图2中限位控制可以很方便地将平键取下来按误差数值加工保证，而对轴承内环的预紧那更是可以用“科学”二字评价。为了保证预紧力的大小，可用力矩扳手对精密锁紧螺母进行预紧，完全满足量化要求。

还有在伺服轴系设计中要注重的丝杠传动精度问题：丝杠的预拉伸刚性结构，温度补偿值的把握，预拉伸值的确定以及被拉伸丝杠在制造中负导程值的确定和要求等我们是否都能做到准确地用数值来规定和限制呢？

对于精确化结构设计和细节的推敲，笔者在这里也只是以此来抛砖引玉，但愿能由此而引来更多同仁对我们持续改进产品的重视和关注。

二、技术进步和企业的技术创新能力方面的表现

(1) 国内企业大多都是注重产品开发而忽视基础性研究、技术攻关以及新产品研发的投入不足，直接影响了创新能力的提高。

(2) 自主开发产品的能力差，关键零部件依赖进口，对引进国外先进技术的消化吸收、创新和提高工作没有充分的认识和重视。

(3) 科技人才不能满足产业发展需求，特别是缺乏技术带头人。存在科研与生产、设计与制造、新产品开发与用户个性化需求三脱节现象，直接影响新产品的开发和企业技术创新能力的提高。

三、产业化水平所带来的瓶颈

目前，产业化水平不高已成为国产数控机床向高档次产品发展的瓶颈

(1) 由于国内企业专业化水平不高，产业结构不尽合理，造成高档产品开发缓慢，市场占有率低；中档产品虽有一定产量，但竞争力不强；加之数控机床关键的功能部件发展滞后，严重制约了国产高档数控机床的发展。

(2) 经济规模、生产效率与发达国家相比尚有较大差距。生产产品雷同，生产厂点过多，生产效率低下，赢利能力差。没有集中优势力量来解决向国际化高水平产品递进的技术与市场如何融合的问题。

(3) 制造工艺装备陈旧，基础制造技术落后行业装备数控化率平均低下。以生产普通机床的设备用来批量生产数控机床，在精度、效率和可靠性方面都难以满足使用要求，阻碍了产业化水平的提高。

四、服务能力方面

国内数控产品综合服务体系不健全，全方位服务能力不强，在市场开拓、成套服务等方面与国外尚有较大差距。

国内企业虽然已经重视了服务问题，但普遍缺乏对用户加工工艺的研究，往往是在被动应付局面。企业国际市场的售后服务更为薄弱，绝大部分企业还不具备国际市场的开拓和服务能力。旧的管理模式和管理机制不适应现代服务体系要求，快速反映能力差，运用信息化手段提高企业基础管理能力尚有较大差距。

五、结语

近几年，在国家政策的支持和两千多万装备制造业从业人员的不断努力下，我国已在“高档数控机床与基础制造装备”重大专项中取得了以下的成果：

一是围绕急需的重大装备研制取得新突破，并达到国际先进水平。依据国内航空航天、大型船舶、大型能源设备等重点领域的制造需求，专项攻克了大跨度、超重型机床设计制造技术，超大型立式和卧式回转台设计制造技术，超宽、超长工件加工工艺等一批关键技术。研发出一批数控重型桥式龙门

五轴联动车铣复合机床、大型快速高效数控全自动冲压生产线等具有国际先进水平的制造装备。

二是高档数控机床性能在不断优化改进中有效提升，基本满足了国内需求。在针对市场需求面广、进口量大的高速精密加工中心以及高档数控车床、五轴联动加工机床等产品进行深入的研究与开发，开展了可靠性与数字化设计、性能整体评价、动态补偿等关键技术的攻关，有效提升了高档数控机床的整体技术水平和市场占有率。

三是数控系统、功能部件及刀具研发进展顺利，共性技术成果初显。数控系统的研制与开发在关键技术上取得了较明显的突破，自主研制出具有国际技术水平的配置五轴联动加工机床的数控系统已在部分高端机床上得到应用和验证。传动部件滚珠丝杠及直线导轨，精密数控回转工作台、双摆角数控万能铣头等功能部件也实现了关键性技术的突破和制造，为国内高端数控机床的功能拓展和性能提升给予有效的支持。

“路漫漫其修远兮，吾将上下而求索”。当前，面对行业经济运行的严峻形势，我们更需要树立赶超世界装备制造业的一流水平的自信，加快企业结构转型步伐，通过静心总结，寻找不足，一步一个脚印去发展壮大。□

(上接第 98 页) 国内有众多用户在使用 DRF 功能, 但是由于 DRF 功能可以生效于程序执行过程中任意位置, 而且 DRF 作为一种偏置如果不删除此偏置会一直生效, 进而影响后续工件, 可能会产生危险, 因此不推荐使用。手轮倍率则没有上述的问题。

五、急停回退

磨床应用中, 当出现紧急情况时, 一般首先需要将砂轮和工件尽快脱开, 以防止砂轮爆裂发生危险, 此应用称为急停回退。

在 802D sl 系统中提供了异步子程序 ASUP 功能: 不论系统处于何种工作方式 (JOG, AUTO, MDA...), ASUP 都可以高优先级执行。系统支持 2 个 ASUP, ASUP 的内容由用户编写, 通过 PLC 触发执行。

六、用户画面开发

由于很多磨床加工的工件相对比较专一, 为

提高机床的实用性, 需要开发一些专用的用户画面以支持编程、操作和调整。802D sl 支持两种画面开发: 带输入接口和图片支持的用户自定义循环和 CUSTOM 区用户画面开发。

七、其他

802D sl 系统还提供了很多其他适用于磨床的功能:

GWPS 砂轮恒线速功能、程序事件 Program event、NC 高级变量, 例如读轴位置和读写工件零偏等, NC/PLC 公共交换区用于 NC 和 PLC 实时交换信息、通过 PLC 选择加工程序等。

八、结语

SINUMERIK 802D sl G/N 系统可提供诸多可用于外圆磨床的功能, 结合不同的使用场合充分加以应用, 可大大提高机床的功能、实用性和生产效率。□



数控龙门铝锭组合铣床成为齐二机床新的经济增长点

CNC gantry type milling machine for aluminium pig

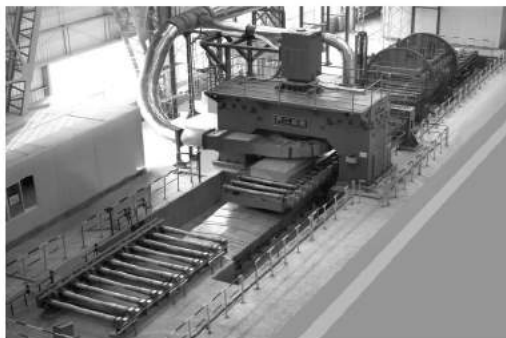
江崇民 刘 超

“十一五”中后期，国家许多重点工程先后开工，带动了国内各行各业的快速发展。尤其是航空航天、能源交通、模具制造等国内重点行业的高速发展，使得铝型材的需求量进一步加大。但是，国内现有大型铝锭的加工设备及生产效率却远远不能满足铝业制造公司的需求，如何提高产量，解决铝型材加工生产瓶颈这一难题，就摆到了国内各个装备制造企业的面前。

2007年上海工业博览会上，齐二机床展出了XK2852型桥式数控动梁龙门镗铣床等三台超重型产品，引来了众多参观者驻足观看。在这众多的参观者中有一个特殊的考察团，他们便是中国西南铝业公司的代表，他们此行的任务是通过展会寻找大型铝锭加工专用设备的供应商。通过几天的考察、调研，他们认为齐二机床有实力、有能力为他们提供所需铝锭加工设备，随后便与齐二机床的销售经理进行了意向性的交流。齐二机床非常重视这一信息，立即组成项目设计团队对该项目进行跟踪、交流，并着手制定设计方案。

在产品的设计过程中，项目团队充分发挥了“特别能吃苦、特别能战斗”的团队合作精神，时间紧、任务重自然是不用多说，由于是全新产品，而且是自动化线，国内又没有生产过，设计难度很大。但是，设计团队没有被困难吓倒，在全体设计人员经过100多个日夜的艰苦努力下，一套全新的全自动铝锭加工生产线——XK12427/L50型数控龙门铝锭组合铣床最终设计完成了。为进一步降低设计风险，减少差错，设计团队还对该设备进行了三维仿真计算，取得了很好的效果。西南

铝业公司对齐二机床设计团队的工作态度和工作热情大为赞赏，欣然同意与企业签订了第一条全自动铝锭加工生产线。



该生产线是典型的机电液一体化的技术密集型的系列科技产品，可广泛用于各类铝型材轧制生产线及其他有色金属的轧制生产线，是有色金属制造业急需的加工设备，被科技部列为国家重点新产品。产品研制采用了多项先进技术，主要有创新开发新型上料防冲击保护技术、丝杠对中液压夹紧技术、载重24t的工件自动翻转技术等多项先进技术等，大大提高了机床的技术性能，达到了国际先进水平。该产品获国家授权发明专利1项，实用新型专利1项。产品具备专用机床的高自动化程度、高加工效率等特点，既可以作为通用机床广泛用于国防、军工、航空航天、发电设备、能源交通、模具制造等行业的复杂关键零部件的加工，也可以在装备专用夹具后作为专用机床来使用，具有适用范围广的突出特点。

作为大型铝板材生产线上的重要设备，它的成功研制将极大地促进我国“大飞机项目”、“探月工程”、“高速机车”等国家（下转第105页）

天水锻压：“中国速度”在这里拓展

Tianshui matelforming Machine Tool company : China Speed

通讯员 白 峰

晚秋时节，时值上班时间，笔者欣步走进天水锻压，鳞次栉比的厂房，井然有序的水泥路，一排排油松巍然挺拔，一朵朵鲜花吐露芬芳，一行行花坛绿意盎然，员工们穿戴整齐挂着笑脸快速进入工厂，生产现场机器轰鸣，紧张有序，员工忙碌的身影镶嵌映照在即将下线的产品中，构成了一幅幅美丽的画卷，书写着“中国速度”。

天水锻压机床（集团）有限公司是20世纪60年代国家投资建设的大中型国家重点骨干企业，是国家制管设备的研发制造基地和出口基地，设有国家级企业技术中心和甘肃省制管及锻压设备工程中心，主要从事大型锻压成型设备生产和石油钢管生产设备的研制，是我国液压剪板机和折弯机的创始者，也是国内唯一一家能生产大型数控剪切中心和全套大口径直缝埋弧焊管生产线的企业，以生产剪板机、折弯机、液压机、卷板机和JCOE大口径直缝埋弧焊管成套设备为主，产品出口世界40多个国家和地区。

近年来，天水锻压各项事业突飞猛进，获得了大发展，能力大提升，实力更强大，发展速度实现又好又快。尤其是自2011年5月份以来，天水锻压“迈步从头越”，发展步入新高地，员工收入不断增加，发展能力稳步增强。在整个机械行业下滑的情况下，尤其是2011年10月份以来，锻压机床及其常规锻压机床市场需求严重下滑，但集团公司通过抓质量、严管理、拓销售，谋求发展，采取了以抢抓制管设备和大型非标锻压机床等合同为主的销售策略，取得了良好效果。天水锻压充分发挥国家级技术中心在产品研发尤其是在制管设备和大型非标锻压机床研发方面的独特优势，

相继有唐钢、湘钢和鸿路钢构大口径直缝埋弧焊管生产线主要设备及辅连设备，齐齐哈尔车辆厂、华菱汽车的大型剪切中心，孝感1200t双机、潍坊2000t双机、太重3000t折弯机等大型产品由我公司中标，今年1~9月份，公司累计实现工业总产值同比增长37%；销售收入同比增长33%；增加值同比增长40%；新增订单同比增长48%，目前企业合同饱满，职工情绪高涨，预计可实现产值4亿元的全年目标，让“中国速度”在这里得到了最好实践。

天水锻压在实践中书写“中国速度”，在创新中获得发展，在变中赢得员工，在质量提升中赢得用户。“一年来，公司一直在发展中求变，变是为了公司继续发展，变也是为了解决几千人的吃饭问题，变是为了不被淘汰。天水锻压的变是市场和用户的要求，企业要发展必须有竞争力，什么是竞争力？所谓竞争力就是用户重复购买企业产品的频率，为了提高企业的竞争能力，就要不断的改变自己。”天水锻压机床（集团）有限公司董事长总经理吴辉在中层干部会议上如是说。

发展是硬道理。实践告诉我们，一个企业的发展，离不开精诚团结的领导班子，离不开中层干部和广大员工的努力。天水锻压主要领导正是把发展的理念用在工作上，把企业精神实践在发展上，推动了企业的发展，促使了企业不断创新。吴辉董事长说：“天水锻压已经走过了40多年历程，要发展就要创新，从“制造到创造”是天水锻压的追求，天水锻压人有‘鹰’的精神，敢于否定自己，并做正确的事，重振锻压雄风”。

质量是企业生命，是员工素质的综合反映。天水锻压特别重视质量建设，推行质量卓越绩效管理，用一流的人才、一流的管理，来保证一流的质量。吴辉董事长认为，用户满意和员工满意是我们的追求，为用户提供优质服务和满意服务是我们的追求。为此，在 2012 年开年的中层干部会议上，董事长总经理吴辉就质量问题强调“质量红线，不可逾越”，要求公司上下树立“质量第一”的理念，重视质量，抓好产品质量问题。他是这么说的，也是这么做的，因而他经常深入到一线，了解产品质量，掌握第一手信息，保证产品质量。

企业发展离不开人才，也离不开创新，天水锻压特别重视人才建设，用人文关怀传递高尚价值追求和道德情操来吸引人才，通过人才带动，创新驱动，实现着企业持续性发展。目前天水锻压有各类专业技术人员 200 余人，正高级工程师 2 人，省级领军人才技术带头人 11 人，西交大在读工程博士生 2 名、西交大在读工业工程硕士生 3 名、西交大在读机械工程硕士生 23 名。企业承担过国家“100 项高技术产业化示范工程”项目，国

家“863”计划项目，国家“火炬计划”项目等；先后获得国家、省、部、厅、市级科技进步奖 57 项，8 种产品被列为国家重点新产品，拥有发明专利 10 项、实用新型专利 86 项、标准起草权 6 项，具有自主知识产权的新产品成为企业新的经济支柱。

如今的天水锻压以科学发展观为指导，以“诚信务实、团结进取、创新高效”的企业核心理念为取向，建立起了“观念创新为先导，技术创新为核心，产品创新为载体、市场创新为归宿、管理创新为保障”的五大创新体系，坚持“高质量、低成本、全球化”的经营方针，加大高技术含量、高附加值产品比重，通过积极谋求上市，实施“建设一流项目、打造一流品牌、实施一流管理、引进一流设备、培养一流队伍、开发一流市场”的六大工程，力争在 2030 年实现产销 50 亿元的目标。

敲响时代的鼓点，扬起梦想的风帆，天水锻压人把打造百年锻压作为不变的信念，把创建世界品牌作为铿锵的誓言，书写着荣光，追求着卓越，让“中国速度”在这里不断实践。□



(上接第 103 页)

重大科技项目的实施，为国内的有色金属加工业提供了性能可靠的高效加工设备。同时，该产品的设计成功大力推动了装备制造业及相关配套产业的快速发展，对振兴国家装备制造业发展具有深远意义。

创新永无止境，经过多条生产线的研制验证，设计团队不断地进行总结提高，使产品的各项性能指标不断完善。值得这个团队骄傲的是，他们的产品不但在国内市场中独领风骚，而且能够与国外同行进行同台竞争。在 2011 年，广西南南铝业的设备国际竞标采购中，齐二机床被邀请参加此次的国际投标，并与德国西马克、日本新工机等同行展开了激烈的竞争。由于齐二机床的 XKI24 系列数控龙门铝锭组合铣床生产线具有结构先进、加工效率高、制造周期短、服

务便捷、价格低于进口设备的优势，并经过广西南南铝业组织的多轮技术答疑、商务谈判，日本及德国同行相继败下阵来，齐二机床最终成功签约。

据了解，XKI24 系列数控龙门铝锭组合铣床生产线的成功开发除了具有良好的经济效益外，还具有重要的社会意义：一是可带动国家机床制造业的产品设计与制造技术的全面提升和发展；二是打破国外的技术垄断，替代了进口，为国内的有色金属加工业提供性能可靠的高效加工设备；三是有利于促进企业的产品结构调整，推动高科技产品的发展，培育新的经济增长点。目前，齐二机床已经与西南铝业、萨帕铝热（上海）传输有限公司、上海华峰铝业、广西南南铝业、广西银海铝业等厂商签署了订货合同，销售收入已达 2 亿元。□



《世界制造技术与装备市场》 (WMEM) 2012 年总目次

General contents of WMEM in 2012

	期-页		期-页
2011 年中国机床工具行业 10 大新闻	1-35	实现角色转变 提升服务能力	6-32
		——“飞机结构件制造工艺技术培训班”获得圆满成功	
产销市场 Production & Marketing		CIMT2013 境内展区预备会在深圳召开	6-35
2011 年机床工具行业经济运行情况分析	2-92	极限制造彰显中国机床行业风采	6-36
2012 年一季度机床工具行业经济运行情况分析	3-58	——武重集团国家重大装备新品发布会在	
2012 年上半年机床工具行业经济运行情况分析	5-47	天津开发区召开	
		我国第一个机床国际标准项目正式起航	6-38
本刊专访 Special Interview		——IEC/TC44/PT60204-34 首次工作组会议	
新起点 新高度 新使命	1-37	在京隆重召开	
——专访中国机床工具工业协会常务副理事长吴柏林		我国国际标准提案获得通过	6-40
2012 年行业核心任务，提高中高档数控机床			
市场竞争力	2-47		
		展会信息 Exhibition	
行业论坛 Industry Forum		来自 2011 年汉诺威欧洲机床展览会 (EMO2011)	
如何提升中高档数控系统和功能部件的国产化		的报道	1-47
配套能力?	1-43	第七届中国数控机床展览会 (CCMT2012·南京)	
如何破解：“形似而神不似”的难题	5-38	展品预览 (二)	1-53
——来自部分机床工具企业技术负责人的观点		——大连机床集团有限责任公司等 23 家展商展品介绍	
		第十二届中国国际机床展览会特种加工	
特别报道 Special Report		机床评述 (下)	1-69
实现角色转变 提升服务能力	3-32	展示数控机床精品 促进行业健康发展	2-55
——“汽车发动机关键零部件制造工艺技术培训班”		——第七届中国数控机床展览会新闻发布会在京召开	
获得圆满成功		展会十大亮点	2-56
与客户携手共创美好未来	3-35	展品四大看点	2-59
——访授课教师美国通用汽车公司发动机公司		高层论坛拉开 CCMT2012 展会序幕	2-61
前总经理唐纳德·格雷先生		第七届中国数控机床展览会 (CCMT2012·南京)	
机床工具行业企业经济形势座谈会在京召开	4-32	展品预览 (三)	2-66
2012 年行业工作主题：推动技术创新成果应用	4-35	第七届中国数控机床展览会 (CCMT2012)	
长效合作机制供需双方交流互动活动		圆满落幕	3-36
又有新进展	4-36	精英齐聚 共话发展	3-39
技术创新引领企业健康发展	4-38	——CCMT2012 高层论坛拉开展会大幕	
——CCMT2012 “春燕奖”获奖展品综述		展示精品 收获希望	3-41
逆境中，企业如何保持平稳发展	5-42	——来自 CCMT2012 部分展商的报道	
——从 2012 行业调研看企业如何应对危机		搭建行业信息交流平台 促进企业国际合作步伐	3-46
		——机床工具行业海外并购企业信息交流座谈会	
		在展会期间召开	

	期-页
深化供需交流机制 推动创新成果应用	3-47
——2012 年军工行业与能源装备领域国产数控机床 应用座谈会在展会期间召开	
从 CCMT2012 看我国重型机床行业自主创新 能力的提高	3-49
CCMT2012 五轴联动加工中心展品评述	3-54
CCMT2012 国产数控系统展品评述	4-54
CCMT2012 镗床类展品评述	4-62
CCMT2012 磨料磨具展品评述	4-67
面对新形势 谋求新发展	4-71
——从 CCMT2012 看重型机床行业发展	
从 CCMT2012 看磨床新技术的发展	5-74
卧式铣镗加工中心技术分析与发展前景	5-80
CCMT2012 数控内圆磨床展品评述	5-84
第十三届中国国际机床展览会 (CIMT2013·北京) 展品预览	6-72
从 CCMT2012 看金属成形机床的新发展	6-77
CCMT2012 制齿装备精品荟萃	6-82
专题综述 Topical Review	
中国工具工业的发展状况	1-74
感受 EMO2011 展会的创新压力	1-77
数控雕铣机: 电主轴行业的新机遇	1-81
机床企业做大做强的几点探索	1-83
对机床数控系统应用变迁的思考	1-88
用精益理念提升企业竞争力	2-95
中国机床行业产品技术发展状况浅析与战略 路径初探	2-98
直面前行的障碍 突破创新的瓶颈	3-60
——当前我国机械装备行业科技创新工作若干 问题及思考	
数控机床误差补偿技术现状与展望	3-64
技术创新, 助推国产机床在高端领域的应用	3-72
把握方向, 推进柴油机制造技术转型升级	3-75
创新 转型 质量 ——在中机质协六届四次理事会暨质量奖项 表彰大会上的讲话	4-41
我国工具市场当前的形势分析和前景展望	4-45
数控电火花加工机床当前几个值得关注的问题	4-48
日本建立世界上第三个机床工业、制造业、工业化 强国的战略战术	4-51
数控机床可靠性技术评述 (上)	5-49

	期-页
我国机床工业企业要走“专、精、特” 发展道路	5-58
珩磨机床的应用与发展	5-64
加速发展个性需求的成套装备	5-69
高精度绝对式光栅尺研究进展及技术难点	5-72
数控机床可靠性技术评述 (下)	6-56
主轴功能部件行业发展的思考及建议	6-64
德国 DMG 和日本森精机合作发展态势 引人关注	6-68
我国滚动轴承电主轴的发展	6-70
产品与技术 Products & Technology	
新技术大幅提升螺纹旋风铣性能	1-90
夹具技术信息化创新, 实现组合夹具智能化	1-93
基于 Delcam 在机检测技术的航空航天产品数控 加工技术	1-95
先进航空发动机生产的专业知识与制造方法	2-101
现场总线 NCUC-Bus 的技术特点与应用情况	2-105
SKT 滚动直线导轨副技术新突破	2-107
数字化工厂技术在油缸行业的应用	2-109
灌胶技术在高速车削中心床头箱上的应用	2-111
工业现场新型 6D 大尺寸自动化测量技术	3-86
新刀具提供了新可能	3-88
倒立式车削中心 VI2P: 降低生产成本的好帮手	3-90
大型精密数控直线滚动导轨磨床整体结构 布局设计分析	3-92
基于 COSMOSWORKS 与 EXCEL 的龙门导轨 基面反变形加工	3-96
发格 8070 数控系统在多主轴平面钻床上的应用	3-99
数控机床智能化技术研究	4-74
模具制造中的测量新技术	4-77
数控机床性能测试技术研究	4-82
钢钻削的巨大飞跃	4-86
应用于全套加工领域的 DMG 铣车复合 加工机床	4-89
多马的新型钻头	4-91
灵活的齿轮铣削	4-92
中达 PUTNC—H6 数控系统在凸轮轴高速 磨床上的应用	4-93
刀具破损监控系统在车铣加工中心上的应用	4-95
控制零件加工变形的措施	4-98
高刚度数控车床关键结构及性能研究	5-87

	期-页
Cognitens: 模具高效研发和生产的得力工具	5-92
车床类带修光刃的大进给精加工可调式刀具	
筒式工具系统	5-95
全速前进	5-98
联动工装在批量生产中的开发和应用	5-101
数控机床润滑系统的选型与参数计算	5-103
独特的用于硬车削的可转位刀片	6-88
EPC-8000 型电动螺旋压力机的性能及应用研究	6-91
SINUMERIK802D sl G/N 系统在数控外圆	
磨床的应用	6-97
国产数控机床的进步与差距	6-99

国际交流 International Exchange

创新引领发展 打造一流品质	1-100
——访德国瓦德里希·科堡公司	
专注一点 长盛不衰	1-103
——访意大利 PAMA 公司	
高品质源于对细节的关注	2-113
——访德国保宁·琼格公司	
紧跟客户需求 不断延伸服务领域	2-115
——访 GILDEMEISTER 公司比勒菲尔德工厂	
展示精品 促进交流	5-45
——来自美国芝加哥 IMTS 展会的报道	

海外市场 Overseas Market

欧洲机床合作委员会公布“欧洲合格认证	
指导方针”	1-106
欧洲机床产品在世界市场所占份额增大	1-107
2011 年德国机床销售增长好于预期	1-108
台湾地区数控技术发展考察报告	
华中科技大学国家数控工程中心	2-118
2011 年全球机床产值与消费全面增长	2-121
成形技术展现美好前景	3-102
——第十六届意大利博洛尼亚成形展	
(LAMIERA2012) 观感	
加强交流 增进友谊	3-104
——韩国国际机床工具展览会 (SIMTOS2012) 观感	
尖端机床齐聚 买家反应热烈	3-106
——2012 年台北国际数控设备暨制造技术展	
(MTduo) 观感	
沈阳机床集团位居世界机床排行榜首位	4-100
聚焦 2012 年美国国际制造技术展览会	6-41

来自意大利国际金属机床展的报道	6-48
装备制造业企业海外并购热潮再涌	6-51
——中国装备制造公司并购四家德国公司	
秦川美国拉削系统公司 (ABM) 商业模式	
已见成效	6-54
意大利机床与自动化订单减少	6-55
欧洲生产工程	
技术决定竞争优势	1-110
三角铣头强化了 5 轴加工中心的通用性	2-126
高性能理念——大正前角可分度刀片的	
多角度铣刀	3-110
适用于多品种柔性生产的多工位加工中心	3-112
多工位组合夹具系统的潜力	4-110
自动中心架: 可靠固定大型涡轮叶片	4-112
采用涂层的基于陶瓷和 PCEN 的超硬切削材料	
进行硬车加工	5-114
成功的测量 ZOLLER 公司	5-118
ProductionChuck 助力 Icon6-250 多轴加工中心	6-110
小钻头大作用	6-111
专用 - 集成 - 开放	6-113
——涂层行业新标准	

企业风采 Enterprise Features

紧跟需求升级 重构产业模式	3-81
加快产业结构调整 打造世界一流公司	3-83
重庆机床: 志存高远, 任重道远	5-108
数控龙门铝锭组合铣床成为齐二机床新的	
经济增长点	6-103
天水锻压: “中国速度” 在这里拓展	6-104

相关产业 Correlative Industries

军工技术 游刃有余	1-99
技术本位 永续加工	2-122
——访深圳玉沅五金机械有限公司文彦军总经理	
漫游天际 畅通无阻	3-107
战略性新兴产业知识问答	4-101
三班连续作业的 5 轴 HSC 加工中心	4-105
科技让光明重现	4-107
——哈斯机床提升显微镜生产效率	
灌装机械一把手	5-110
降低成本, 最大化利用现有资源	5-111
——某进口立式加工中心机床大修改造	

EPE European Production Engineering 欧洲生产工程

6-2012



汉 声

HANSER

EPE powered by **WB** Werkstatt + Betrieb



ProductionChuck

助力Icon 6-250多轴加工中心

Better mechanically with balls

瑞士Icon工业公司

适用于大批量生产的独特的五轴加工机床设计，因采用工具夹持系统专业企业Erowa的ProductionChuck零点装夹系统而获得更强助力。

瑞士Icon工业公司是由美国Hydromat公司派生的，成立于2010年，主营大批量生产用的高效加工中心。这家只有五个人的公司开发了不同寻常和创新的机床结构，将2007年提出的一种思路变成了现实。在开发过程中，该公司的人员借助了Daetwyler AG工业园的基础、人员和生产设施。

6-250加工中心占地面积只有41m²，可代替8台普通的五轴加工中心。

可重复性

Icon工业公司利用Erowa公司的210型生产卡盘（ProductionChuck 210）零点夹持系统可靠地夹紧边长300mm的工件托盘。该系统在回转工作台上具有极好的再现性（见图2）。销售经理Harald Riner介绍了几个选用装夹系统的特殊要求：根据机床设计思路，最大可能的可重复性最为重要。在更换托盘时，误差应保证不超过0.002mm。此外，系统必须具有很高的刚度且功能可靠。特别是最后一点，与之相比，其他夹持系统不能完全满足这种严格的要求。

Bäurer还着重强调正在与瑞士这家夹具系统制造商保持良好接触。他在Erowa工作过15年，对这类系统十分了解。已经证明，它的确能在重复性和可靠性方面满足Icon 6-250机床的要求。综上所述，他认识到利用球体的机械式夹紧的优势，可以保证对装置的正确夹紧。另一方面，通过与其他零点夹紧系统的对比实验也证明了夹紧或锁止机构的效能。为此，他决定采用Erowa夹紧系统。他认为这种系统更好且精度更高。与Erowa的人员接触发现他们总是十分自信并很有诚意。Bäurer说，他们的设备非常可靠，经过在原型回转分度机床上经过数千个工作循环的运行，获得了丰富的经验。

Erowa依据标准夹持系统，对零点夹持系统（下转第115页）

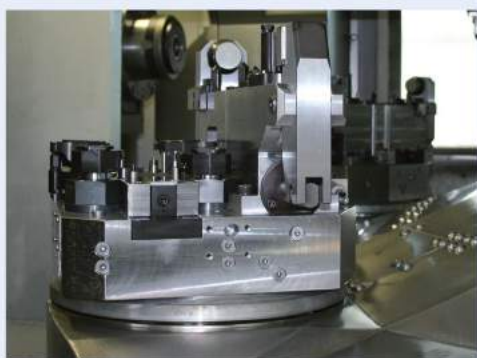


图1 装有工件的卡盘：在零点夹持系统上的专用夹具

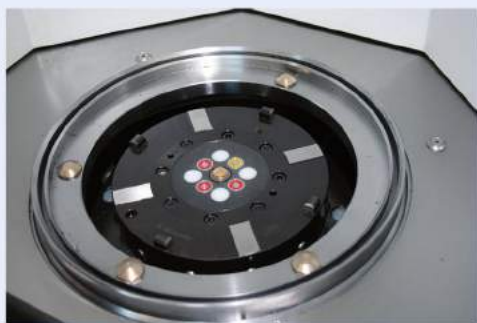


图2 ProductionChuck 210夹紧系统的基座利用球体经弹簧夹紧能可靠地夹紧互换托盘

Icon 6-250多轴加工中心可采用五轴联动方式一次完成四个工件的加工。机床所需的上、下料装置全部集成到机床上（见图1）。数个卧式和立式加工装置围绕在直径2200mm回转工作台的坚固的焊接结构机座上。

Icon经理Dietmar Bäurer强调：柔性高效生产率的有机结合，该加工中心的设计加工能力是能完成数量高达250000件以上定货批量的加工。紧凑的Icon



位于瑞士Lüsslingen的Aeschlimann AG
Décolletages公司在使用Sphinx钻头（题头
图）在耐蚀和高强度材料上钻削小直径和超小
直径孔方面具有丰富经验。

小钻头大作用

Small drills with a big bite

德国 KONRAD MÜCKE

瑞士Aeschlimann共有160名员工，主要加工直径1~70mm的电子元件和汽车零件，同时也加工拖车、钟表及液压与仪器仪表零件。该公司成立于1937年，从生产钟表螺钉起家。随后几年，凭借其高质量产品，该公司迅速扩张，从机械化开始，逐步发展成超小型螺钉系列化自动化生产企业。现在已成为一家国际化加工企业。

车削零件品种多

在上世纪80到90年代，这家公司快速发展成为电子工业和汽车工业的国际供应商。该公司拥有160台机床，如普通机床和CNC机床（多轴系统、自动车床和自动组合机床），现在主要从事复杂的难车削零件的加工。为了提供成品件，该公司还提供广泛的二次加工业务，如珩磨、磨削、滚光加工，如有需要，还可提供涂层加工。该公司的年销售额达到3200万瑞士法郎，每年可生产1100t钢，150t铝和40t其他材料（例如塑料和重金属）的高精度、高质量零件。Aeschlimann可按订单要求，以10000件~100000件的批量供货。

在自动车床上用三叶形Mikrotricut钻头在高合金钢上钻削横向小孔，这类工件包括高合金耐蚀钢制造的柴油喷射系统的阀零件。这种加工是利用一个分度装置，在六轴自动车床上进行，按系列化生产，每年产量多达150万件（见图1）。为满足汽车工业的交货期限和质量要求，大量参数必须在很短的时限内处理完毕。正如CNC车削生产主管Michael

Kunz所说：“高度可靠性是必需的。然而，要实现这一点，必需集成详尽的技术数据，例如优化的切削和进给速度参数。只有这样，作为分包供应商才能有效地工作。”

可靠的钻削和铣削刀具

除了可靠的机床外，还需要高质量的刀具。在采购小型钻头和铣刀时，Kunz在邻近的城镇找到了合适的合作伙伴：Sphinx（见图2）。这两家企业密切合作了二十多年。对此，Sphinx负责精密机械应用方面的Daniel Jaberg说：由于两地距离很近，双方都很积极促进这种生产合作。作为刀具制造商，我们可以快速地在实际应用中检验新开发刀具的质量。为此，我们可以得到值得信赖、开放式反馈的实际使用时的刀具性能。这样就可以快速地优化所生产的刀具，从而大大缩短从开发、设计到将



图1 三叶形深孔钻和整体硬质合金阶梯钻优化了自动车床上的系列化生产



图2 车间存放的Sphinx Werkzeuge AG标准和专用刀具

产品纳入产品序列的周期。另一方面, Aeschlimann 也会因为先进刀具的首家用户而受益, 且有利于提高自身竞争力。

Jaberg认为Sphinx在钻削方面具有无可比拟的专业化优势。也就是说, 这家位于Derendingen的企业最好的标准或专用刀具, 可满足特殊要求, 因而可以使加工速度得到进一步提高(见图3)。在位于Derendingen的这家公司不仅有他自己的设计机构, 而且还拥有磨削多种微型钻头的生产系统。AeschliMann也会从这种合作战略上得到好处。要在多轴车床上在高合金阀零件上钻削直径只有1.5mm和2mm的横向小孔, Kunz需要稳定和可靠的钻头。要想缩短加工循环时间, 就必须直接钻孔, 而不能进行复杂的预加工。

与Jaberg这样的刀具专家合作, 他发现最适合的钻头就是Sphinx 诸多产品中的Mikrotricut。这种钻头有三个切削刃。Jaberg就三切削刃钻头和二切削刃钻头进行了对比: 一方面, 在加工过程中, 三切削刃可使钻头采用更高的进给速度并延长了刀具寿命, 因此提高缩短了加工时间和非生产时间。这种整体硬质合金钻削和铣削刀具特有的优点常常被人忽略。通常, 车间中的专家经常选用的切削和进给速度都偏低。因此, 不但不能发挥其时间和成本优势, 而且还会造成刀具过早出现本可避免的磨损。所以, 要充分利用整体硬质合金刀具的潜力。必须要以切削数据的高限进行加工。

特殊几何形状提高了可靠性和效率

Jaberg认为用定心钻尖取代双刃刀具的横向切削刃是Mikrotricut三刃钻头的另一优点。三刃钻头可保证攻丝时的正确定心。这不仅可以提高加工

精度, 而且能提高加工过程的可靠性。对于直径只有1.5mm的硬质合金刀具, 在接触工件表面时稍有偏差就会断掉。Michael Kunz认为这种钻头优点多多。因其高精度和加工过程的可靠性, Mikrotricut不仅可以在配备分度系统的多轴机床上使用, 而且还用在其他CNC自动车床上使用, 特别是

在曲面上进行横向钻孔时, 可以充分发挥其优点。

这类创新钻头属于Sphinx 标准产品系列, 直径从0.2~3mm, 每差0.01mm一种规格。Sphinx已经实现了小直径差的系列产品, 以便用户选用与设计图纸规定直径最相近的钻头。这正如Jaberg所言: 即使是最小卡盘对中误差或刀具安装误差, 都会导致不可接受的加工误差。这通常可以利用钻头进行数百分之一、二毫米的微调。

除了这类微型钻头外, Kunz还使用多种Sphinx标准刀具, 例如, Sphinx高性能 $3 \times D$ 、 $6 \times D$ 、 $9 \times D$ 和 $12 \times D$ 深孔钻头。此外, Sphinx还可提供新型高性能深孔钻, 例如: $16 \times D$ 、 $20 \times D$ 、 $25 \times D$ 和 $30 \times D$ 。这类钻头的优点就是: 依钻削直径不同, 轴柄可磨削到直径36.8mm或10 mm, 精度达到H6级。Jaberg说: 这种强化轴柄可用于钻卡头、过盈及液压卡盘的刚性高阻尼装夹。其结果就是提高了表面加工质量和加工过程稳定性。当然, 直径1mm以上的深孔钻削时, 为保证快速且可靠的排屑, 要有内通冷却液。根据要加工的材料, 刀具使用了不同的涂层。此外, 还有特别光滑的排屑槽, 适合在低压(15 bar)冷却液条件下顺利排屑。

此外, Aeschlimann的专业人员一直在使用Sphinx专用刀具。正如Jaberg所说的: Sphinx拥有广泛的技术绝窍和多年积累的设计和实践经验。因此, 通过与生产企业的合作, 可以极短的时间内推出各种特别适用于系列化生产的专用刀具。这种刀具可一次完成以前需要多道工序才能完成的加工, 例如: 钻、铰、倒棱和开凹槽。

同样, 多达四种不同直径的阶梯孔也可一次加工完毕。特殊几何形状的钻尖, 例如特别小的钻尖角度或可调的切削与间隙角, 很适合提高加工过程可靠性和精度。正如Kunz所强调: 专用刀具最大贡献是缩短了生产周期。这种优化, 与机床和物流过程中的检测装置相结合, 有助于减少加工时间和生产周期。这样就可使我们能满足汽车工业对于成本和交货时间等严格的要求, 使我们能在竞争力领先一步。“与比邻刀具制造商Sphinx的良好合作关系, 使我们获得了这些成就。” Daniel Jaberg补充说: 我们日常的口号就是: 比别人做得更好, 为此我们树立了可靠制造商的形象。我们的理念就是为用户着想, 在Aeschlimann, 钻削和铣削刀具的应用实例充分证明了这一理念。” □



图3 Sphinx 的专家正在按用户要求在高精度磨床上生产质量上佳的专用和微型钻头

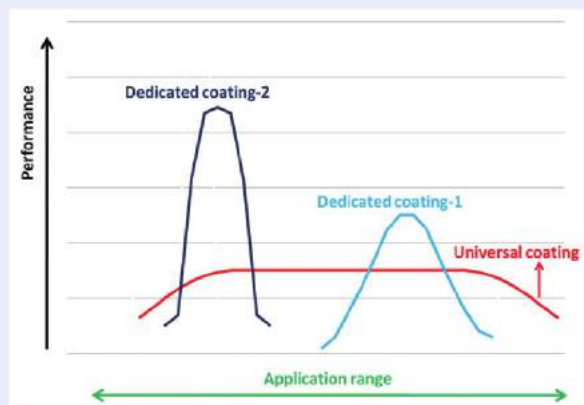
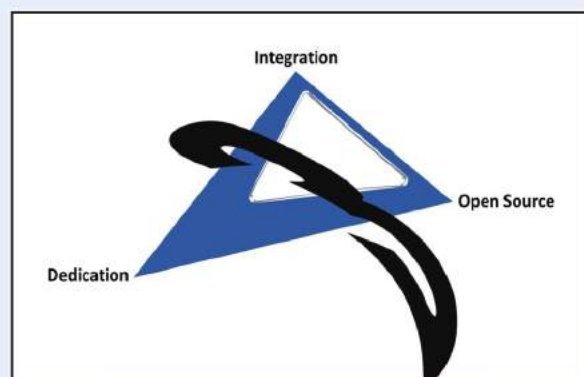
专用—集成—开放

——涂层行业新标准

Dedication – Integration – Open Source

瑞士PLATIT公司 T. Cselle

当前市场出现了具有现代国际经济特点的三项新规律：专用—集成—开放。这种现象逐步改变了刀具涂层面貌。



一、柔性对产品的贡献（针对用户的应用）

在第一个20年中（1980~2000），由于涂层装置本身的柔性有限，涂层刀具的涂层并未真正针对实际应用需求而实现专用，而且也没想那么做。大部分涂层制造商大型刀具制造企业仅限于在选择一些标准化的涂层，以扩大其应用范围。这种情况特别适用于大量生产，也就是将很多刀具放在大型炉内进行涂层加工，而且销售利润很高。

2000年以后，则变成了采用柔性的中小型涂层设备。在市场上销售的涂层种类也有所增多（见图1）。

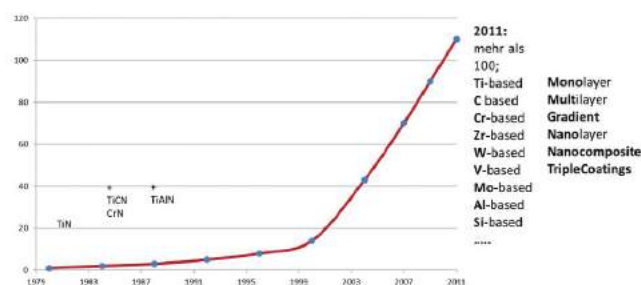


图1 最近30年市场上出现的涂层种类

这部分是由于涂层商创新推动的，但主要还是用户的推动。他们认识到，专用涂层刀具的性能远优于通用涂层刀具（见图2）。

此外，在集成的专有涂层（In-House-Coating）的情况下，专用涂层能提供新的和有效的市场机会。现在，刀具几何形状可以很快复制，但

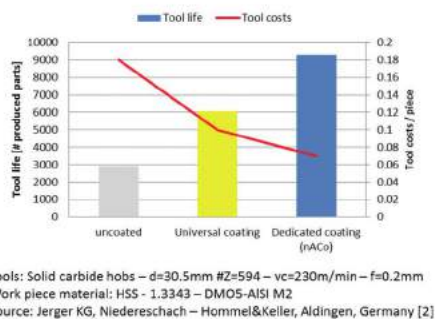


图2 使用普通和专用涂层刀具滚齿的对比

涂层的复制就要慢得多，而且比较困难。因此，销售理论“所有一切，刀具材料—几何形状—涂层均源自一个专用手段”是特别明显和适用的。

二、新技术的集成（深入到用户的制造过程中）

在集成专有涂层方面，我们与一家大型刀具制造企业以特许方式合作了很长时间。其他则是依靠早期的几家分包涂层商的销售网络（见图3）。

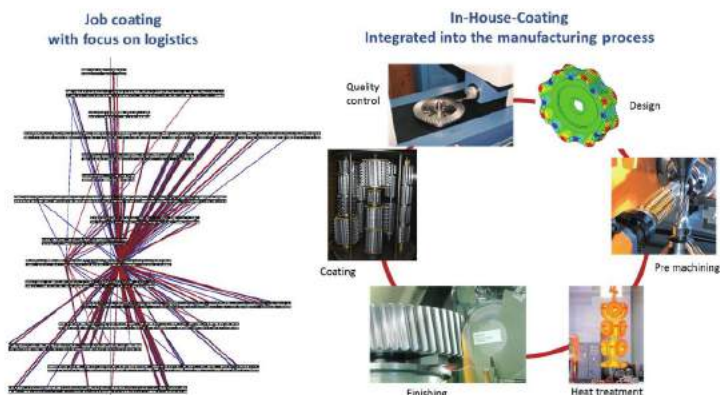


图3 刀具涂层的二种不同的基本工艺规程

分包涂层商的利润曾相当可观，因此诸多公司纷纷涌入这市场。当然绝大多数都没兴趣去做很多种类各异的“专用”涂层。他们为了充分利用其设备，不得不加工一些低档刀具和其他基材，使用的涂层种类越少越好。

由于竞争日益激烈，分包涂层的价格不断下滑。分包涂层老用户的定货量持续减少，他们被迫转向专有涂层。因为分包商已经意识到利润正在下滑。

当然，他们也在采取适当措施，以图补偿其损失，首先是通过优化物流，改进其涂层刀具销售网络，加强服务，拉近与用户的合作关系等。

这些措施起到了一定的作用，但仍不能撼动集成专有涂层的优势。

这与L.E.K 研究结果一致。这项研究分析了涂层用户的重点问题。研究结果给出的十项重要指标肯定了专有涂层的优势（见图4）。

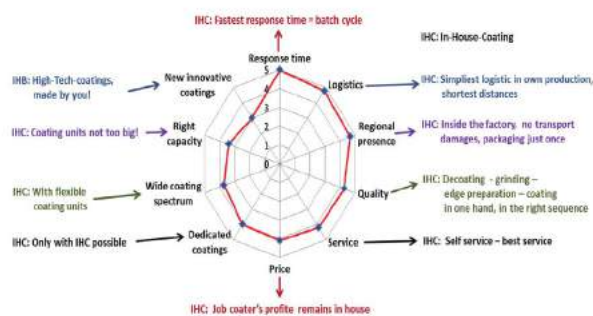


图4 涂层用户的重点以及最重要的十个指标（重要性指数：1至5，IHC：专有涂层）

最近五年的主要趋势就是已采用先进技术的分包涂层用户试图将一切控制在自己手中。分包涂层市场已经滑落到低技术范畴，在此方面数量重于质量。

三、开放你的专用技术（与用户分享）

拥有渠道、人力、产品，即便是知识产权，也不再是成功的关键，现在需要的是开放。

什么是创新？创新就是创造出一些新的东西。这就是未规定用途，提出新的理念，发明创造及其对经济的推动力。

最大的创新领域莫过于IT行业，时不时地推出新产品。正在争夺领先地位的涂层公司采取了一种相似的策略。

(1) 一家采用严格的核心准则和控制的紧密联合体系，采取软件和硬件高端定价策略。

(2) 另一家则将重点放在开放、自我激励和免费服务方面。

这一形势与当前的刀具涂层市场极为相似。主导涂层市场的公司一直集中力量于分包涂层服务方面，因而不至于泄露有关其涂层的技术信息。具体做法是：他们对其成份和涂层结构保持沉默；涂层的物理性能也仅用标准数值表示；在销售涂层设备时涂层材料是凝固的，用户无法改动，且了解其分子结构需付出高昂代价。

现以PLATIT的 TripleCoatings³®, 按开放准则 (Open Source Philosophy) 作一较详细的对比:

- (1) 成份和理想配比 (涂层结构) 是公开的 (见图5)。
- (2) 详细说明各种“成份和添加剂”的作用。
- (3) 除涂层组份外, 制造相应涂层所需的阴极结构也是公开的。
- (4) 用户接收他们使用涂层的测量值和图表。
- (5) 涂层方法可以按用户需要进行修改 (按开放准则的座右铭: 任何人都知道什么对自己最有利)。
- (6) 纳米复合TripleCoatings³® (nACo³® and nACRo³®) 是PLATIT设备的核心部分, 因而可免费提供。

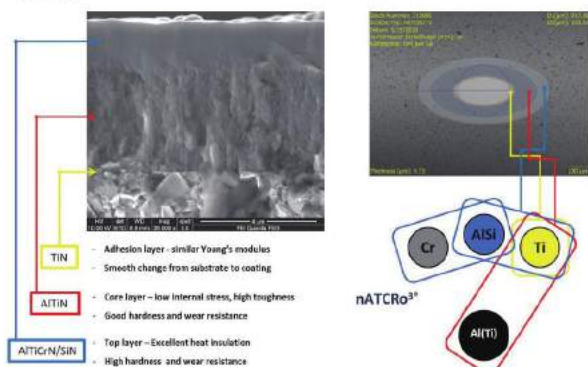


图5 三重涂层的化学计量与所需的阴极结构

TripleCoatings³®是系统化开发一类涂层产品, 都是开放式的, 图6简要介绍了其现状。

开放并不意味向用户提供所有秘密, 如系统软

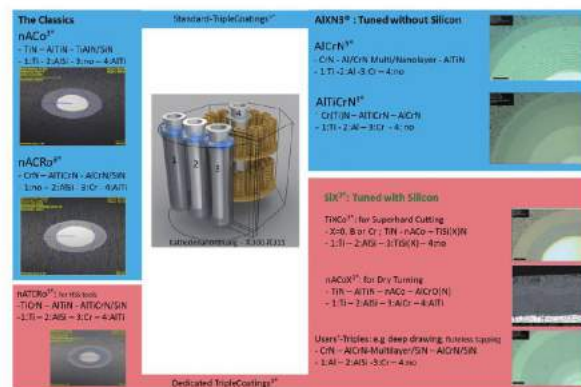


图6 TripleCoatings³® - 开放涂层家族

件算法或涂层阴极的内部结构, 而是向用户提供成套的交钥匙系统, 使用户能够创造出新的产品 (例如在供应商的帮助下或独立开发新型专用涂层)。

PLATIT启动开放活动并非是一种慈善活动, 而是为在全世界快速普及TripleCoatings³®。同时引导用户使用这种高技术涂层。用户将不会坚持使用TiN 和AlTiN类普通涂层而浪费时间和牺牲性能。

四、总结

当前经济发展 (涂层行业也是其中一部分) 呈现以下三个规律:

- (1) 个性化专用产品在生产中的应用。
- (2) 新技术直接集成到制造过程中, 而分包涂层商资源已接近枯竭。
- (3) 全面开放, 将新技术的专用技术 (know-how) 转给用户。□

(上接第110页)

ProductionChuck 210进行了调整,定心孔直径从标准的81mm加大到85mm。只有这样才能将所需要的液压管线(三条供压一条回流)穿过去。这些管线是工件装夹操作所必需的。由于工件和托盘夹紧装置重达100kg,零点装夹系统必须满足稳定性的特殊要求。Bäurer解释道:“在生产中,我们抬起装有夹具和工件的托盘放在另一位置上所需时间为4.5s。这还要求能保证可靠夹紧,同时还要保证夹持精度,即使是在经过数千次工作循环仍能保证可靠夹紧。对此要求,只有Erowa的Production-Chuck系统能够达到。因此,该系统成为高效的Icon 6-250机床的标配装置。

用途广泛

这种创新的回转分度机床理念已被许多生产企业接受。据Bäurer说,现在有好几家需要几台这种机床的项目正在商谈中,例如在美国的项目正在进行中。法国也有好几家企业对该机床表示了浓厚兴趣。

Bäurer强调,这仅仅是开始,现在卖出了多少台机床并不是重点。该公司已卖给阀门行业多台机床并已安装投产。此外,门关闭装置、液压和气动元件生产企业也购买了这种机床。据Bäurer透露,现在正在进行有关汽车工业的项目,但他们目标是将其机床推向大市场,而不是单一市场供应商,例如进军汽车工业市场。□

哈斯机床助力品牌漆弹枪生产商

台湾台中县大里市金巨准工业公司的主业是生产气动射钉枪。1998年台湾金巨准公司开始生产漆弹枪（见图1）。该公司生产漆弹枪所用的全部是哈斯数控机床，相关工艺程序由美国漆弹枪原厂直接提供。

用哈斯机床生产顶级漆弹枪

现在金巨准的营业收入中，气动射钉枪生产占75%，而另外的25%，则来自生产漆弹枪管。不过，最让人惊讶的，是整个金巨准车间里，只看到生产漆弹枪的3台VF-1哈斯立式加工中心（见图2），一台SL-10和一台迷你铣，其他用来生产气动钉枪的机器设备，都发交给外围的小型代工厂生产组装，最后才从金巨准包装出口。也就是说，作为金巨准核心产品的射钉枪，所有的生产完全不必自己做，实际开工的，反而是帮人代工的漆弹枪。这不能不说是相当特殊的现象。



图 1



图 2

在使用哈斯数控机床生产漆弹枪枪管方面，前几年每年生产枪管十至十二万支，去年受到经济危机影响，还有四万支的产量，仍然比起其他加工业好得多，因为许多台湾加工业者，已经完全没有订单；在金巨准生产的枪管中，百分之二十枪管不搪磨，属于低价商品，凡是搪磨过的枪管，价格随之提高很多，精密度和光滑度也相对优很多。

漆弹枪分成几种不同的档次，一支顶级的漆

弹枪零售价高达1400美元，金巨准生产的漆弹枪每支零售价约250~600美元，其他厂牌也有30元~150美元的一般等级的产品；高价和低价漆弹枪里面所用的电子零件和枪体零组件材质也有所不同。

金巨准因为生产漆弹枪，而与台湾漆弹运动协会建立密切关系，漆弹运动协会站在推广活动的立场，也乐见生产厂商的发展，作为枪支生产商的金巨准对于漆弹活动的推广不遗余力，去年就赞助新台币100万元给协会指定用途支持这项运动，显示了金巨准除了关心生产之外，对这项运动的发展也投注了关怀。目前金巨准代工的DYE品牌是全球顶尖品牌，此外，也替Proto和M3、Zap等品牌代工全枪或部分枪体零件。

用精度吸引玩家眼球

生产漆弹枪或许不像制造真正的枪枝一样要求特别高的精准度，但是一把漆弹枪能不能让购买者产生赏玩的心理，设计的精准度和加工的精致度便成为很重要的卖点，这也是DYE等知名漆弹枪厂商指定要使用哈斯机床的重要原因，因为这几个国际大厂几乎都是美国公司，对于美国人来说，他们深知哈斯机床就是质量的保证，用哈斯机床生产的零件，精度自然没问题。

哈斯机床 十年以上机龄依然精准

金巨准车间里的哈斯机床，都有接近十年以上的机龄，甚至有些钣金上的漆已经出现脱落的现象，不过，总经理陈明贤对哈斯机床肯定有加，认定哈斯机床是好机床，精度仍然保持良好，故障率始终极低。从公司财务的观点来看，这些哈斯机床的成本早已全部摊提完毕，不论是对金巨准还是DYE原厂，或是其他各代工品牌漆弹枪来说，只要机床开动，就赚钱。□