

# WMEM

## 世界制造技术与装备市场

World Manufacturing  
Engineering & Market

No.2 2023  
2023年6月  
June 2023

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  
电子邮箱: wmem@cmtba.org.cn

出版: 中国机床工具工业协会  
《组合机床与自动化加工技术》杂志社

主任: 毛子锋  
副主任: 王黎明 郭长城 王旭  
编委:  
于成廷 吴柏林 张志刚 李忠波 何敏佳 张世顺  
蔚飞 严鉴铂 黄正华 刘德永 陈焱 张波  
冷志斌 陈虎 汪爱清 王焕卫 芦华 吴强  
唐毅 陈吉红 杜琢玉 王本善 赵延军 王社权  
姜华 商宏谟 安丰收 邓家科 穆东辉 于建华

特邀编委(各分会秘书长26人):  
吴俊勇 邹春生 刘春时 房小艳 周慧 胡春美  
陈瑞雷 李升 王珏 卢智良 刘庆乐 查国兵  
陈鹏 崔瑞奇 边海燕 王兴麟 何培臻 张新龙  
肖明 叶永生 武平 陈远东 孙兆达 李鸿基  
王丽娜 陈长江

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

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

承印: 北京久佳印刷有限责任公司

零售价: 中国内地RMB15.-  
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

2023年第3期(总第186期)

# WMEM世界制造技术与装备市场

## 资讯 News

9 2023年1-4月机床工具行业经济运行简讯等6条消息

A brief report on the economic operation of the machine tool industry from January to April 2023 etc. 6 news

## 特别报道 Special Report

11 中国机床工具工业协会举办九届四次常务理事(扩大)会议

梅峰

CMTBA held the fourth (expanded) meeting of the ninth Executive Council

13 深化内外融合发展 构筑产业链完整体系

——机床协会调研走访平湖机床相关产业

CMTBA investigated and visited the machine tool industry in Pinghu

## 产销市场 Production & Market

15 CECIMO预测: 欧洲机床行业2023年将呈现更加稳定和积极的趋势

CECIMO predicts that the European machine tool industry will show a more stable and positive trend in 2023

16 从进出口数据看硬质合金刀片发展趋势

工具分会

Judging the development trend of cemented carbide blades from the import and export data

18 2022年全国刀具市场产销及进出口测算

工具分会

Estimate the production & sales and import & export of the national tool market in 2022

## 专题综述 Topical Review

20 着力发展数控刀具产业的战略意义

查国兵

The strategic significance of focusing on the development of CNC tool industry

23 智能制造技术在高端机床上的应用情况

姜雪崑

Application of intelligent manufacturing technology in high-end machine tools

## 展品评述 Review of exhibits

25 从CIMT2023看机床行业总体发展趋势

王亮

Look at the overall development trend of machine tool industry from CIMT2023

### 编者的话

当前,受地缘政治冲突、市场需求疲软等负面因素影响,国内机床工具企业经营压力不断加大。

来自中国机床工具工业协会重点联系企业统计数据显示:2023年1-4月,行业营业收入与上年同期基本持平,利润总额和金属加工机床产量同比有所下降,金属加工机床新增订单同比略有下降。剔除2022年疫情的影响,不难看出,行业企业正面临着前所未有的挑战,此时信心就显得尤为重要。

令人高兴的是,今年4月在北京举办的第十八届中国国际机床展览会(CIMT2023)取得了巨大成功无疑给广大行业企业平添了信心。本届展会受到机床工具界及产业链上下游制造厂商的极大关注,参与度和赞誉度空前高涨,对中国经济的复苏和制造业的商务活跃度起到很好的推动作用。其展品在高速、高精、复合、绿色、智能等方面取得的进步与发展,也成为人们关注的焦点。本期我们利用较大篇幅,通过“展品评述”栏目,从多个角度、多类展品对CIMT2023展会进行集中报道。

展望未来,中国作为全球制造业大国,其市场规模和需求潜力依然巨大。面对国内需求的不断升级,广大机床工具企业应更加贴近市场和用户,加快向中高端迈进的转型步伐。同时,树立国际化经营理念,利用《区域全面经济伙伴关系协定》(RCEP)等有利条件,积极开拓东南亚、墨西哥、东欧等快速成长的海外市场,在竞争中不断成长壮大。

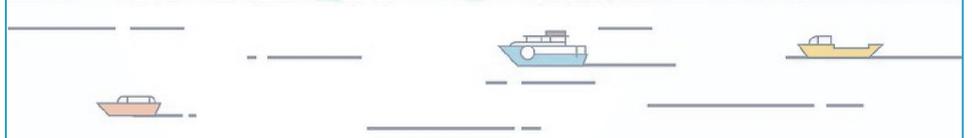
本刊编辑部

版权所有,未经本刊书面许可,不得转载。

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

## 第十三届中国数控机床展览会 CHINA CNC MACHINE TOOL FAIR 2024

# CCMT 2024



**时间: 2024年4月8-12日**

**地点: 上海浦东 上海新国际博览中心**

**Date: April 8-12, 2024**

**Venue: Shanghai New International Expo Centre (Pudong, Shanghai)**

主办: 中国机床工具工业协会

承办: 中国机床工具工业协会

上海市国际展览(集团)有限公司



CMTBA微信订阅号

Sponsor: China Machine Tool & Tool Builders' Association (CMTBA)

Organizers: China Machine Tool & Tool Builders' Association (CMTBA)  
Shanghai International Exhibition(Group)Co., Ltd. (SIEC)

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

E-mail: wmem@cmfba.org.cn

Publisher: CMTBA

Modular Machine Tool & Automatic  
Manufacturing Technique

**President of E-C:** MAO Yu-feng

Vice President of E-C: WANG Li-ming

GUO Chang-cheng WANG Xu

#### Committeemen:

YU Cheng-ting, WU Bai-lin, ZHANG Zhi-gang,  
LI Zhong-bo, HE Min-jia, ZHANG Shi-shun, YU Fei,  
YAN Jian-bo, HUANG Zheng-hua, LIU De-yong,  
CHEN Yan, ZHANG Bo, LENG Zhi-bin, CHEN Hu,  
WANG Ai-qing, WANG Huan-wei, LU Hua, WU Qiang,  
TANG Yi, ZHEN Ji-hong, DU Zhuo-yu, WANG Ben-shan,  
ZHAO Yan-jun, WANG She-quan, JIANG Hua,  
SHANG Hong-mo, AN Feng-shou, DENG Jia-ke,  
MU Dong-hui, YU Jian-hua

#### Specially invited Committeemen:

WU Jun-yong, ZOU Chun-shen, LIU Chun-shi,  
FANG Xiao-yan, ZHOU Hui, HU Chun-mei,  
CHEN Rui-lei, LI Sheng, WANG Yu, LU Zhi-liang,  
LIU Qing-le, ZHAO Gua-bin, CHEN Peng, CUI Rui-qi,  
BIAN Hai-yan, WANG Xing-lin, HE Pei-liu,  
ZHANG Xin-long, XIAO Ming, YE Yong-sheng,  
WU Ping, CHEN Yuan-dong, SUN Zhao-da,  
LI Hong-ji, WANG Li-na, CHEN Chang-jiang

Chief-Editor: Li Huaxiang

Executive Editor: Lan Haixia

ISSN 1015-4809

CN 11-5137/TH

Post Distribution Code: 80-121

Advertising agency:

WORLDWIDE SERVICES CO.,LTD

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

Tel: +886 4 23251784

Fax: +886 4 23252967

E-mail: Jessie@acw.com.tw

Contact: Jessie



WMEM官方网站

- 32 CIMT2023刀具展品特点分析 萧伟峰  
Analysis of the characteristics of the tool exhibits at CIMT2023
- 35 CIMT2023数显装置(位移测量装置)行业展品评述 数显装置分会  
Review on the exhibits of digital display device(displacement measuring device) at CIMT2023
- 40 高精度、高刚性、产品多样性  
——CIMT2023车床类展品观后感 陈洪军  
Introduction of typical lathe exhibits at CIMT2023
- 48 融合创新 数智未来  
——CIMT2023部分五轴加工中心展品评述 聂艳  
Comments on some exhibits of five-axis machining center at CIMT2023
- 52 CIMT2023车铣复合机床产品评述 郭静  
Review of turning and milling compound machine tools at CIMT2023

## 产品与技术 Products & Technology

- 59 汽车覆盖件A面造型对表面质量的影响分析研究 高文婧等  
Analysis and research on the influence of A-side modeling on the surface quality of automobile coverings
- 61 Y7520X1500螺纹磨床磨头轴承改造方案 彭朝胜  
The modification scheme of bearing for grinding head of Y7520X1500 thread grinding machine
- 65 加工中心刀具破损监测的一种实现方法 肖博等  
A Realization Method of the Machining Center Tool Breakage Monitoring
- 69 西门子数控系统在数控缠绕机中的应用 孟子为  
Application of Siemens CNC system in CNC winding machine
- 71 人机交互HMI在普通车床控制中的应用 张周平  
Application of HMI system in common lathe control
- 75 工艺工装夹具体的设计 都焱  
Application of Siemens CNC system in CNC winding machine
- 78 新型等离子切管机技术的应用 张成龙等  
Application of new plasma tube cutting machine technology

消息 (18、57、68、80)

## 2023年1~4月机床工具行业经济运行简讯

2023年1~4月，中国机床工具工业协会重点联系企业统计数据反映，行业营业收入与上年同期基本持平，利润总额和金属加工机床产量同比有所下降，金属加工机床新增订单同比略有下降，但在手订单同比增长。出口订单和出口交货值同比增长。

根据中国海关数据，2023年1~4月机床工具行业进出口总额105.6亿美元，同比增长1.8%。其中进口总额37.1亿美元，同比降低10.2%；出口总额68.5亿美元，同比增长9.7%。

从统计数据看，2023年前四个月行业主要经济指标已基本恢复至去年同期水平，出口增长趋势明显。随着各项稳增长积极因素不断发挥作用，2023年机床工具市场需求有望逐步恢复。

## CCMT2024招展工作全面启动

由中国机床工具工业协会主办并与上海市国际展览（集团）有限公司共同承办的“第十三届中国数控机床展览会（CCMT2024）”，将于2024年4月8~12日在上海新国际博览中心举办，预计展览总面积20万平方米。

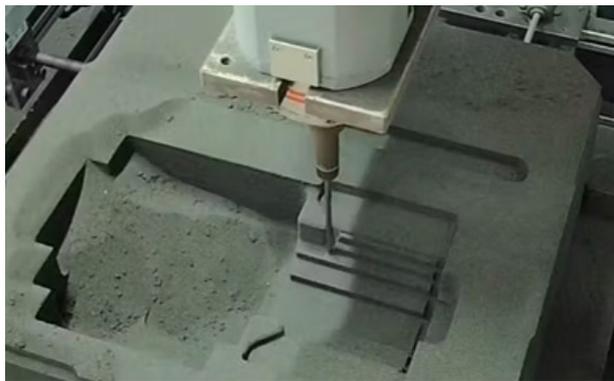
目前，展会的招展工作已全面启动。请有意向参展的企业登录展会官网www.ccmtshow.com进行在线申报。有关展会组织工作进展情况，敬请关注展会官网、协会官网、协会微信公众号、《中国机床工具》报、《世界制造技术与装备市场（WMEM）》杂志发布的相关信息。

## 日本大隈合作开发成功铸件模型的机器人加工技术

近期，大隈公司与铸件厂家木村铸造所（静冈县清水町）合作开发，采用机器人自动建构机床零部件用的铸件模型。铸件模型的自动化为机床界首次实现，可节省人工四分之三，极大地改善铸件的劳动环境，解决人工不足问题。

典型的车床机床一般使用50~到100个铸件作为零件。最近位于群马县大田市的木村铸造厂开始了示范生产。大隈社长家城淳表示：“铸件是维持机床精度的重要部分，至今仍无法替代。”

该自动化生产结合了大隈的机器人操作技术和木村铸造厂的铸造技术，无需人工干预即可制作中小型铸模。铸件生产时间将从2周缩短至最短3天。它省去了制作和管理木模的麻烦，而这在传统上是制作模具所必需的工序。机器人根据3D数据，对砂型进行雕刻制作模具，并对上下模具进行对位。基于3D数据进行精加工。



未来除了将一系列技术部署到大隈的其他协作单位外，也在考虑将其对外销售给其他公司。据大隈称，2019年日本有1,373家铸件制造商，比1995年减少了一半。木村铸造厂总裁木村俊表示，“在处理铸造行业的问题时，我们希望通过创新来获得更好的技术。”

## 一季度意大利国内外机床订单双双下滑



近日，来自意大利机床协会（UCIMU-SISTEMI PER PRODURRE）下属的经济研究部和商业文化中心收集的数据显示：2023年第一季度，意大利机床订单指数与2022年1月至3月期间相比下降了23.7%。该指数的绝对值为125.1（基准年2015=100）。其结果源于制造商在国内和

国外市场的订单量减少。特别是海外订单比去年同期减少了22.9%。该指数的绝对值为125.9。国内方面，订单量下降24.1%，绝对值为124.8。

同时数据也显示：在2023年第一季度，意大利机床制造商的产能利用率超过86%，但实际上，有几家公司几乎达到100%。在本季度，订单组合达到了前所未有的水平，保证了未来8.6个月的生产。

## 西班牙SORALUCE和CMI Durango签署产品转让协议

近日，SORALUCE（索拉露斯）和CMI Durango（杜兰戈）已达成协议，CMI将其产品线之一转让给SORALUCE。该交易是SORALUCE价值超过1500万欧元的雄心勃勃的投资计划的一部分，旨在扩大其产品选择范围。



这种新型的高支撑桥式铣床系列加入了SORALUCE的全系列产品，并完美地补充了其现有的桥式铣床系列，从而将其现有的产品，解决方案和客户服务扩展到新的客户领域和加工新材料。进一步增强 SORALUCE在高架桥式龙门铣床领域的战略定位。

“我们一直致力于有机增长和自筹资金，这将继续是我们的重点。然而，这一运动使我们能够加快步伐，并在机床行业整合背景下与新的国际参与者竞争，” DANOBATGROUP集团的首席执行官Rafa Idigoras说。

## 澳克泰工具成功出展2023年巴西机床展

2023年5月9~13日，巴西圣保罗国际机床展览会（EXPOMAFE）在圣保罗国际展览中心举办。赣州澳克泰工具有限公司以全新的品牌形象—鲲鹏亮相本次展会，取得了良好的展出效果。



巴西拥有丰富的自然资源和完整的工业基础，中国已连续14年成为巴西最大的贸易伙伴，2022年中巴双边贸易额达1714.9亿美元。同时，中国也是巴西机床设备主要的进口来源国之一。巴西工业门类较为齐全，其中航空工业和汽车工业较为发达。巴西是全球最大的汽车市场之一，福特、通用、菲亚特、大众等多家知名汽车企业在巴西设有工厂，生产轿车、货车、客车等车型。另外，在航空领域，巴西是全球最大的120座级以下商用喷气飞机制造商，占世界支线飞机市场约45%的市场份额，形成了相关的航空产业链，以巴西航空工业公司为龙头，巴西直升机公司和Aeromot等中型企业紧随其后，另有200多家小型企业从事机体、发动机、机载设备、航空材料和零部件等生产。

展会上，澳克泰展示了全新AK牌号硬质合金棒材，展出了车削、铣削、孔加工、螺纹加工、小零件加工刀具及在汽车、医疗、能源、模具等行业的典型零件解决方案。通过本次展会，澳克泰向南美洲制造业用户展现了来自中国的高端数控刀具品牌雄厚的科研实力、先进的刀具制造技术和完善的服务能力，也展现了澳克泰开拓南美市场的决心。（供稿：澳克泰工具）

# 中国机床工具工业协会举办九届四次常务理事（扩大）会议

机床协会传媒部 梅峰



2023年5月29~30日，中国机床工具工业协会在无锡召开九届四次常务理事（扩大）会议，九届理事会轮值理事长、副理事长、常务理事、第二届监事会成员、特邀单位代表，协会常设机构部室负责人，协会各分会秘书长等，共计200余位代表参加会议。会议由无锡贝斯特精机股份有限公司协办。

工业和信息化部装备工业一司苗长兴一级巡视员、通用机械处石平，国务院发展研究中心宏观经济研究部许伟副部长，无锡市人民政府周文栋副市长，江苏省工信厅装备处赵广志

处长，无锡市滨湖区蒋维维副区长等政府及有关部门领导出席会议。

国家制造业转型升级基金李北光副总经理、工业母机产业投资基金刘澄伟董事长、上海理工大学李郝林教授出席会议并作了专题报告。

会议进行一天半，5月29日会议由中国机床工具工业协会轮值理事长李忠波主持。

毛予锋会长作协会工作报告与行业运行情况分析。毛会长介绍了2022年协会开展的重点行业工作，用详实数据介绍了全球及中国机床市场演变发展过程、重点深入分析了

2022年及2023年的生产、消费和进出口情况，并针对机床工具行业经济运行情况与特点，结合主要宏观经济指标和机床工具产业政策解读，深度解析了当前行业发展面临的形势、任务和要求，为行业企业制定经营策略提供重要参考。

王黎明副会长介绍了展览业务和环境变化情况，作了CCMT2024展会筹备进展等事项工作说明。王会长强调协会主办的CMT、CCMT展会以促进行业发展、推动交流合作为己任，希望行业企业充分利用好这个交流展示平台，抓住展会条件出现积极

变化的契机及时提供展品资料和发展亮点，积极参与相关活动。

郭长城副会长介绍了武汉重型机床集团有限公司、大族激光智能装备集团有限公司、浙江日发精密机械股份有限公司三家副理事长单位代表人选变更议案，以及拟设立激光加工与增材制造分会的议案，两项议案经全体到会常务理事审议通过，将按照相应流程完成后续工作。

无锡贝斯特精机股份有限公司曹逸副董事长、北京精雕科技集团有限公司张保全执行总裁分享了联合创新、共同发展的经验和体会。

会议期间，全体代表参观了无锡贝斯特精机股份有限公司的三个工厂。

本次会议是在全面贯彻党的二十大精神、建设制造强国、推进机床工具产业实现高质量发展的背景下召开的，也是防疫政策调整以来召开的第一次全行业的会议。因此，具有非常重要的意义。

中国机床工具工业协会为本次会议召开做了充分的准备工作，会议内容涵盖产业政策分析、宏观经济



李忠波



毛予锋



王黎明



郭长城



王旭主持第二天会议

分析、产融合作交流、产学研技术交流、协同创新经验交流、机床工具行业经济运行分析等多个层面，并且为参会代表准备了大量的会议资料，期

望帮助行业企业了解和把握行业面临的形势、机遇和挑战，科学制定发展战略，在推动行业高质量发展的道路上稳步前行。□



# 深化内外资融合发展 构筑产业链完整体系

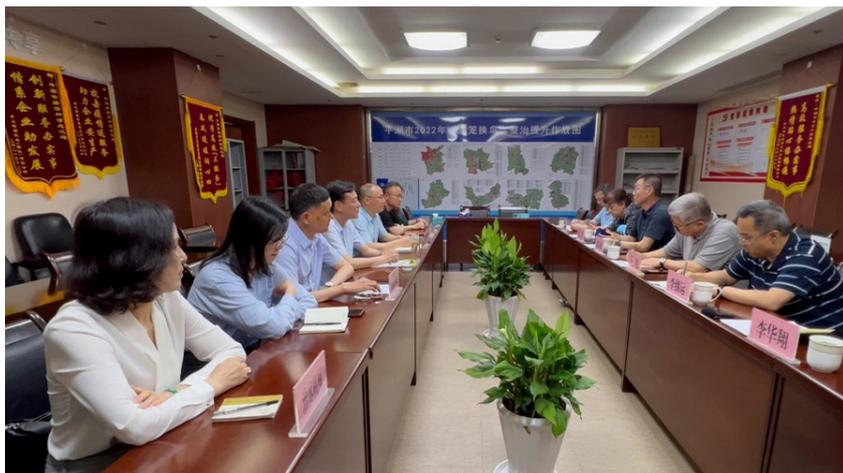
## ——机床协会调研走访平湖机床相关产业

机床协会传媒部 李华翔

产业集群是经济效率的源泉，是推动经济快速发展的支柱和内生动力，因此国家支持和鼓励发展先进制造业产业集群。结合行业市场需求的不断升级，中国机床工具工业协会针对国内部分特色鲜明的机床工具产业集聚地区的发展和运行模式，组织开展调查研究，探讨建立、发展产业集群的思路、做法、经验和效果，对于促进机床工具行业实现高质量发展，有着积极的现实意义。

5月31日，机床协会郭长城、王旭副会长一行6人调研在浙江平湖，现场参观考察了津上精密、尼得科机床、华晟机械、顺昌金属、海辰机械等企业，了解企业最新的经营状况和技术发展水平。与平湖市相关部门和企业进行座谈交流探讨产业集群核心区与协同区的建设和运行思路。

据了解，多年以来，平湖市将高档数控机床产业作为重点培育产业，坚持产业链式培育理念，以“双循环”谋篇，为机床产业高质量发展布局，聚焦项目招引、链主培育、生态打造，构筑起了“主机为龙头，功能零部件和工装夹具、刀量具相配套”的完整产业链体系。2022年，平湖市数控机床产业



规上产值达134亿元。

在座谈会上，围绕着如何进一步推进平湖地区高档数控机床产业健康发展这一话题，平湖市经信局沈洪局长、市人大刘皆安副主任介绍了平湖当地机床产业发展概况，以及“十四五”的目标和相关举措。治丞机械、华晟机械、海辰机械、华特机械等当地企业负责人结合企业实际运营情况提出了各自建议和诉求。会上，郭长城、王旭副会长肯定了平湖机床产业取得的进步与发展，希望平湖能够充分利用平湖地区外资机床主机企业相对集中的产业特色，充分利用好现有的资源和优势，扎实推进平

湖机床产业不断迈向新的高度。

据介绍，多年来，平湖地方政府充分利用了拥有全省唯一的经省政府批准的日商投资园、工信部中德中小企业合作区的天然优势，先后引进和培育7家全球数控机床整机龙头企业（4家为在建项目）。有7家整机生产企业已投产（津上、京利、东精、华特、治丞、润地、纳迪克），整机企业产值规模达到56.2亿元，规模全省第一，零部件配套企业70多家。其中，津上精密在小型精密自动车床、精密刀塔车床等细分市场的占有率高居国内前列；日本电产京利的高速精密自动冲床占全球市场份额超60%；

东精计量仪的半导体倒角机全球领先，其中12英寸以上市场占有率接近100%。在建项目中，2021年引进的德马吉森精机项目总投资10亿元，预计下半年投产。尼得科机床项目（日本电产收购三菱机床、大阪机工、意大利帕马后的整合项目）也正在紧张的建设中。



在尼得科车间的参观现场，日方负责人向机床协会调研团组介绍了企业的整体规划。据介绍，未来尼得科机床项目生产的各类机床将重点服务于日本电产集团的新能源电动车项目总体战略目标。可以预见，其产业规模及相关产业链带动作用显著，将进一步推进平湖市机床产业规模持续做大，有助于当地产业链整体技术水平的不断提升。



长时间以来，强化产业链“内外融合”一直是平湖市当地政府相关部门的工作重点，通过推动本地零部件企业进入外资整机供应链，从纯代工到产业链

协同创新，实现了“零件-部件-系统-贴牌代工整机”的四步跃升。海辰机械、成功机械、斯迈克、华晟机械等一批配套企业，不仅进入了本地外资整机的供应体系，还挤入了国内外一些知名机床企业的工艺链和创新链。

与此同时，平湖充分利用独特的区位优势，面向上海、苏州深度整合供应链，全面对接昆山、太仓等地的热加工优势产业，实现了长三角机床产业配套资源的深度导入，在很大程度上提升了平湖高档数控机床产业的根植性。目前，平湖机床产业的长三角区域配套率已超过95%，几乎所有的零部件和工艺都可在1小时交通圈内实现配套，及大地降低了整机企业的配套成本。



在产业公共服务平台方面，平湖与部分国内知名高校开展长期合作，建立了智能制造工程师平台、光电产业联盟等一批产业链平台，产业链生态圈得到了进一步的完善和优化，为今后长远发展目标奠定了更加坚实的基础。

展望未来，平湖市相关部门负责人在座谈会上表示，平湖市将坚持以“项目引进、平台升级、创新转型”三要素为路径，持续做大机床产业规模，提升产业技术水平，深化内外资融合发展，打造整零协同、内外融合、开放创新的机床产业培育“平湖样板”。□

# CECIMO预测欧洲机床行业 2023年将呈现更加稳定和积极的趋势

近期，在土耳其安塔利亚举行的2023年CECIMO(欧洲机床工业合作委员会)春季会议上，专家们深入探讨了该协会的未来工作目标，并研究了制造业的新兴技术和大趋势。尽管面临诸多政治和经济的不确定性，CECIMO依然对欧洲机床行业的发展前景保持乐观。

CECIMO预计，随着供应压力的缓解和强劲的订单，2023年的欧洲机床产量将出现正增长。天然气短缺风险的降低和通胀压力的缓解预计将对欧洲的消费者和商业信心产生积极的影响。然而，同时也要认识到地缘政治紧张局势和利率上升对投资流动和全球需求的负面影响。

回顾过去一年，欧洲机床行业经历了显著的复苏，尽管挑战众多。2023年订单保持强劲势头，产能利用率高于2019年平均水平。根据最新数据，2022年CECIMO的机床产量达到约250亿欧元，占全球机床产量的32%左右。在消费方面，2022年CECIMO国家的价值约为184亿欧元，占全球机床消费量的近四分之一。这些数字反映了与2021年的值相比，机床产量增加了约11.9%，机床消费量增加了23.4%。



2022年，CECIMO的机床出口总额增长了约11.7%，而进口增长的速度要高得多，约为28.8%。2022年，美国和中国仍然是欧洲机床生产商的两个主要出口目的地，其中美国排名第一。日本、中国和中国台湾地区仍然是CECIMO国家的前三大机床供应市场。

尽管面临挑战，在大会期间，经济委员会主席Marcus Burton宣布了对2023年CECIMO机床产量增长的

初步估计：“由于大量的订单积压和机床消费的进一步复苏，特别是在欧洲，我们预计今年CECIMO机床产量将进一步增长约8%。”

虽然2022年的CECIMO总订单指数平均比2021年的平均水平高出11%左右，但最新的商业环境指标显示，2023年上半年的订单将下降。不过，随后的订单摄入量预计将呈现更加稳定和积极的趋势。□

# 从进出口数据看硬质合金刀片发展趋势

机床协会工具分会

## 一、前言

近年，随着我国制造业升级，硬质合金可转位刀具应用越来越广，对刀片的需求迅速增长。2019~2022年，进口涂层刀片保持在800吨，1亿片，30亿元人民币左右，每片30元左右；我国涂层刀片（数控刀片）产销从2019年的2.5亿片增长到2022年的近6亿片，内销单价每片7元左右，国产刀片替代进口取得长足进步。同时，涂层刀片出口大幅增长，出口额从2019年7.74亿元人民币增长到2022年13.46亿元人民币，增长74%；出口量从2019年0.89亿片增长到2022年的1.3亿片，增长近50%。涂层刀片出口单价9~10元。产品水平的提升既是取代进口的基础，也是扩大出口的能力保障。随着产能持续扩张、技术水平不断提升，刀片出口升级将成为行业健康发展的必然趋势。

中国机床工具工业协会工具分会秘书处对2019年至2022年海关刀片进出口数据进行了整理和分析，供业界参考。

## 二、2019~2022年中国刀片进出口数据及分析

表1到表6，根据海关数据，分别从刀片进出口总额、涂层刀片进出口、非涂层刀片进出口、刀片进出口单价、涂层刀片进出口来源地、非涂层刀片进出口来源地等几个方面进行了计算分析。

表1 2019~2022年硬质合金刀片进出口总额（来源：海关）

年份	进口总额/亿元	出口总额/亿元	进出口总额比
2019	44	13	3.4
2020	43.7	11.9	3.67
2021	40.1	16.6	2.42
2022	41.24	19.68	2.1
2019 ~ 2022 增长	-6%	51%	-38%

表2 2019~2022年涂层刀片进出口情况

（来源：海关，按一片8克估算片数）

年份	进口额/亿元	增长率	进口量/吨	片数(亿)	出口额/亿元	增长率	出口量/吨	片数(亿)
2019	29.47	-	799	1	7.74	19.6%	707	0.89
2020	28.33	-3.84%	707	0.88	7.44	-3.89%	748	0.94
2021	27.14	-4.22%	638	0.8	10.65	43.04%	953	1.17
2022	30	10.5%	833	1.04	13.46	26.4%	1039	1.3
2019至2022增长	1.8%	-	4.3%		74%	-	50%	

表3 2019~2022年非涂层刀片进出口情况（来源：海关）

年份	进口额/亿元	进口量/吨	出口额/亿元	出口量/吨
2019	14.39	659	5.64	2140
2020	15.38	747	4.44	1681
2021	12.97	680	5.9	1983
2022	11.25	664	6.22	1689
2019 ~ 2022 增长	-21.8%	0.8%	10%	-21%

表4 2019~2022年硬质合金刀片进出价格比较

（来源：海关，按一片8克估算每片单价）

年份	涂层刀片进口单价(元/千克)	涂层刀片进口单价(元/片)	涂层刀片出口单价(元/千克)	涂层刀片出口单价(元/片)	涂层刀片进出口单价比	非涂层刀片进口单价(元/千克)	非涂层刀片进口单价(元/片)	非涂层刀片出口单价(元/千克)	非涂层刀片出口单价(元/片)	非涂层刀片进出口单价比
2019	3690	29.5	1095	8.8	3.37	2183	17.5	264	2.1	8.28
2020	4007	32.1	1036	8.3	3.87	2004	16	264	2.1	7.59
2021	4251	34	1117	8.9	3.81	1908	15.3	298	2.4	6.41
2022	3603	28.8	1295	10.4	2.78	1695	13.6	369	3	3.51
2019~2022 增长	-2.4%	-2.4%	18%	18%	-18%	-22%	-22%	40%	40%	-58%

表5 2022年涂层硬质合金刀片（82081011）进口来源地统计

序号	进口来源地	重量(千克)	金额(元)	单价(元/千克)	占比
1	日本	293599	784,648,926	2672.52	26.16%
2	德国	94170	553,310,788	5875.66	18.45%
3	瑞典	93068	438,414,857	4710.69	14.62%
4	以色列	67056	341,927,345	5099.13	11.40%
5	美国	46881	244,328,994	5211.68	8.15%
6	韩国	98209	169,527,291	1726.19	5.65%
7	印度	31747	152,536,041	4804.74	5.09%
8	捷克	60136	90,295,100	1501.51	3.01%
9	波兰	1453	42,906,427	29529.54	1.43%
10	奥地利	10995	40,673,821	3699.30	1.36%
11	中国	4110	27,701,381	6740.00	0.92%
12	瑞士	1774	21,731,869	12250.21	0.72%
13	意大利	11084	21,050,544	1899.18	0.70%
14	法国	2392	18,761,069	7843.26	0.63%
15	中国台湾	8146	15,448,417	1896.44	0.51%
16	英国	1955	14,281,041	7304.88	0.48%
17	其它	5810	22,162,259	3814.50	0.74%
	总计	832585	2,999,706,170	3602.88	100.00%

表6 2022年非涂层硬质合金刀片(82081019)进口来源地统计

序号	进口来源地	重量(千克)	金额(元)	单价(元/千克)	占比
1	日本	482816	847,635,153	1755.61	75.38%
2	德国	30507	99,157,939	3250.33	8.82%
3	韩国	55549	68,883,309	1240.05	6.13%
4	卢森堡	19169	18,999,186	991.14	1.69%
5	以色列	5187	16,722,081	3223.84	1.49%
6	泰国	8723	15,093,987	1730.37	1.34%
7	美国	6172	14,327,176	2321.32	1.27%
8	中国台湾	17873	9,443,443	528.36	0.84%
9	西班牙	20423	6,911,433	338.41	0.61%
10	意大利	4909	3,712,626	756.29	0.33%
11	瑞士	406	2,891,292	7121.41	0.26%
12	中国	1121	2,836,764	2530.57	0.25%
13	葡萄牙	564	2,790,321	4947.38	0.25%
14	瑞典	1321	2,077,997	1573.05	0.18%
15	奥地利	1077	1,816,587	1686.71	0.16%
16	捷克	485	1,648,385	3398.73	0.15%
17	其它	7296	9,590,391	1314.47	0.85%
	总计	663598	1,124,538,070	1694.61	100.00%

从2019年~2022年刀片进出口海关数据可以看出:

(1) 刀片进口总额稍有下降(从2019年44亿人民币下降到2022年41.24亿人民币,下降6%),其中涂层刀片进口总额稳定在30亿人民币左右,数量1亿片左右,单价约30元/片。非涂层刀片进口总额明显下降(从2019年14.39亿人民币下降到2022年11.25亿人民币,下降21.8%)。

(2) 刀片出口总额明显增长(从2019年13亿人民币增长到2022年19.68亿人民币,增长51%),其中涂层刀片出口大幅增长,出口额从2019年7.74亿人民币增长到2022年13.46亿人民币,增长74%;出口量从2019年707吨增长到2022年1039吨,增长近50%。涂层刀片出口单价9到10元。非涂层刀片出口量降额升,出口额从2019年5.64亿人民币增长到2022年6.22亿人民币,增长10%;出口量从2019年2140吨减少到2022年的1689吨,下降21%。

(3) 刀片进口总额远大于出口,但差距在逐步缩小。刀片进出口总额比从2019年的3.4倍下降到2022年的2.1倍,下降38%。

(4) 刀片进口单价远大于出口,但差距在逐步缩小。进口涂层刀片单价稍有下降(从2019年的每公斤3690元人民币下降到2022年的3602.88元,下降2.4%);出口涂层刀片单价明显增长(从2019年的每公斤1095元人民币增长到2022年1295.36元,增长18%)。进出口单价比从2019年3.37倍下降到2022年2.78倍,下降18%。

(5) 进口非涂层刀片单价明显下降(从2019年的每公斤2183元人民币下降到2022年1694.61元,下降22%);出口非涂层刀片单价大幅增长(从2019年的每公斤264元人民币增长到2022年368.55元,增长40%)。进出口单价比从2019年8.28下降到2022年3.51,下降58%。

(6) 刀片进口主要来自八个国家:日本、德国、瑞

典、以色列、美国、韩国、印度、泰国。涂层刀片进口方面,日本2022年超越德国、瑞典,成为第一。非涂层刀片进口方面,日本一直位于第一,并且占比达70%左右。

### 三、涂层刀片中国市场占有率情况

(1) 根据海关数据,2019年我国进口涂层刀片799吨,按每片8克估算,大约1亿片。出口涂层刀片707吨,按每片8克估算,大约0.9亿片。2019年我国数控刀片(大部分为涂层刀片)2.5亿片,减去出口0.9亿片,内销1.6亿片,中国刀片市场,国内数量占有率为61.5%,进口为29.5%(进口非涂层刀片中,有一些在国内加工涂层,量不好估计,暂不计算在内)。

(2) 2022年我国进口涂层刀片883吨,按每片8克估算,大约1.1亿片。出口涂层刀片1039吨,按每片8克估算,大约1.3亿片。2022年我国数控刀片6亿片,减去出口1.3亿片,内销4.7亿片,中国刀片市场,国内数量占有率为81%(进口非涂层刀片中,有一些在国内加工涂层,量不好估计,暂不计算在内),比2019年提升了19.5个百分点,进口为19%。也就是说,2022年,中国市场数控刀片,从数量看,国产已经远大于进口。但由于单价差异在3倍以上,国产刀片价值量与进口相当。我国数控刀片价廉物美,为制造业提高效率做出了很大贡献。

(3) 这几年,进口涂层刀片保持在800吨,1亿片,30亿人民币的水平,每片30元左右。涂层刀片出口量明显增长,每片9到10元。估算内销涂层刀片单价在7元左右。一方面,我国刀片产业,特别是主流企业需要继续攻坚克难,加快高端刀片国产化。另一方面,我们应该提升出口刀片的水平,并加快出口布局,相信在国产化的同时,刀片出口很快会开创新局面。

### 四、硬质合金刀片发展趋势

(1) 国产替代进口趋势发展良好。2019年我国涂层刀片国内品牌数量占有率为61.5%,2022年为81%,比2019年提升了19.5个百分点,刀片国产化取得明显进展。重点用户行业关注产业链自主可控,为高端刀片国产化提供了难得的机遇。刀片国产化率将进一步提升。

(2) 中国硬质合金刀片在全球行业核心竞争力快速提升。2019年到2022年,涂层刀片出口额增长74%,出口量增长50%。取代进口的同时,为扩大出口提供能力保证。中国刀片出口升级势在必行。中国从钨资源大国走向钨产业强国,硬质合金刀片将做出越来越大的贡献。

(下转第18页)

# 2022年全国刀具市场产销及进出口测算

中国机床工具工业协会工具分会

中国机床工具工业协会工具分会根据会员单位的统计、海关数据、刀具原材料统计数据、刀具聚集区数据，经分析研究，对我国2022年刀具市场消费总规模、全国产销总规模和进出口规模进行了测算。

## 1. 2022年中国刀具市场消费总规模

我国刀具市场消费总规模从2021年的477亿元人民币下降到2022年的464亿元人民币，同比下降2.7%（见图1）。其中：国产刀具约338亿元人民币，占比72.8%，同比下降0.3%；进口刀具（含国外品牌在华生产并销售）126亿元人民币，占比27.2%，同比下降8.7%。国产刀具在中国市场占比与2021年相比增加1.8个百分点。进口刀具在中国市场占比与2021年相比下降1.8个百分点。



图1 2005~2022年中国刀具市场规模变化

## 2. 2022年国产刀具产销总规模

国产刀具产销总规模（内销加出口）从2021年564亿元人民币增长到2022年的570亿元人民币，增长1%（见图2）

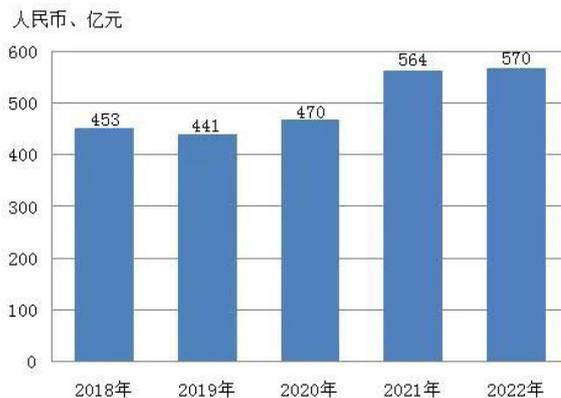


图2 2018~2022年我国刀具产销总规模

## 3. 2022年进口刀具（国外品牌）总规模

我国刀具进口额（包含在中国生产并销售的国外品牌）总规模从2021年的138亿元人民币下降到2022年的126亿元人民币，同比下降8.7%（见图3）。进口数据与海关数据存在一定差异，主要是因为国外品牌在中国有生产和销售。

上接第17页

（3）硬质合金刀片走向中高端是产业发展的必由之路。从刀片进出口单价和内销单价可以看出，目前我国刀片仍然以中低端产品或面大量广的通用产品为主。在高端领域，进口刀片仍占很大份额，但我国制造业升级对高端刀片的需求将进一步加大，主流刀片企业在中高端刀片及

配套技术方面研发力度进一步加大，如配套刀柄、刀盘研发也在积极布局，刀具使用技术得到充分重视，中高端产品攻坚克难有望取得重要进展。我国加强钨资源控制等政策导向也在倒逼刀片产品升级。硬质合金刀片走向中高端是产业发展的必由之路。□

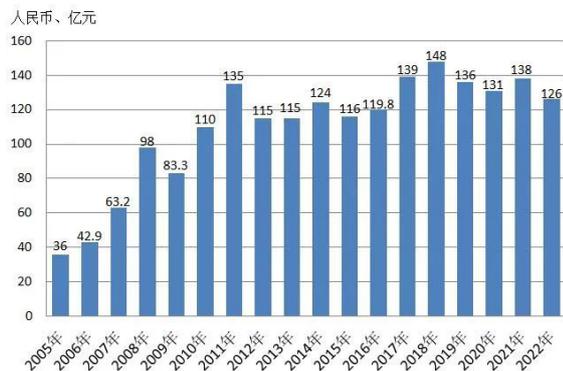


图3 2005~2022年我国刀具进口变化

#### 4. 2022年全国刀具出口总规模

如图4所示，我国刀具出口从2021年的225亿元人民币增加到2022年的232亿元人民币，增长3%。

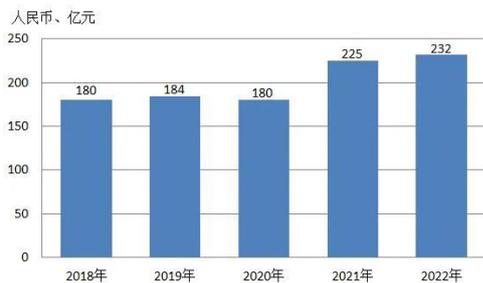


图4 2018~2022年我国刀具出口变化

#### 5. 2022年我国主要刀具品种产销情况分析

我国刀具产品在2021年大幅增长的情况下，2022年呈现前高后低走势。2022年产销增长1%，内销下降0.3%，出口增长3%，进口下降8.7%。2022年出口以前期订单为主，当期订单不足。

中高端刀具表现好于中低端刀具，主要原因是我国重点行业用户企业对刀具需求升级，疫情对主要使用中低端刀具的小企业影响较大；出口同样表现出中高端刀具表现好于中低端刀具，以低合金高速钢钻头为代表的中低端刀具有被东南亚、印度、土耳其等国家取代的现象，一些国家的刀具采购寻求“备胎”和疫情管控加快了这种趋势。另一方面，以硬质合金刀具为代表的中高端刀具国产化加快的同时，该类刀具出口表现出较好的势头。

从刀具品种看，硬质合金刀片继续增长，增长率在17%左右；整体硬质合金刀具稍有下降（其原材料硬质合金棒料同比下降2.4%）；高速钢刀具下降10%左右，超硬刀具具有一定增长，主要来自新能源汽车的需求增长。□

## 资讯

### 5月全球制造业PMI降至近3年新低 全球经济继续波动下行

中国物流与采购联合会6日公布的数据显示，5月份全球制造业采购经理指数（PMI）为48.3%，较上月下降0.3个百分点，连续3个月环比下降，连续8个月低于50%，创下自2020年6月以来的新低。

分区域看，5月份，欧洲制造业PMI为46.2%，较上月下降0.8个百分点，连续4个月环比下降，连续10个月在50%以下，创下2020年6月以来的新低。欧元区制造业的弱势运行格局没有改变，德国甚至出现了技术性衰退迹象。市场预期欧洲央行可能还会有两次加息，加息对欧元区经济的负面效应仍将继续显现。

5月份，美洲制造业PMI为

47.3%，较上月下降0.1个百分点，连续7个月运行在50%以下，显示美洲制造业增速与上月变化不大，但整体维持弱势运行格局。数据显示，美国制造业PMI较上月下降0.2个百分点至46.9%，连续7个月低于50%。在美联储持续加息的影响下，美国制造业需求今年持续呈现波动下行趋势。

5月份，非洲制造业PMI为50.2%，较上月微幅上升0.1个百分点，显示非洲制造业走势相对平稳。同期，亚洲制造业PMI为50.4%，较上月下降0.2个百分点，连续5个月在50%以上，显示亚洲制造业增速较稍有放缓，但保持平稳走势。此前的5月31日统计局数据显示，5月份，中

国制造业采购经理指数（PMI）为48.8%，比上月下降0.4个百分点，低于临界点，创年内新低，表明我国经济景气水平有所回落，恢复发展基础仍需巩固，稳定经济政策加码值得期待。

分析认为，全球制造业PMI持续在50%以下，并创出阶段新低，意味着全球经济波动下行趋势没有改变。地缘政治冲突、通胀压力、银行危机等因素使得全球需求增长动力持续不足，全球经济继续弱复苏态势。从市场预期和通胀压力来看，当前经济运行存在一定的积极因素，如果预期兑现，全球经济存在止跌可能。

（来源：中新社等）



# 着力发展数控刀具产业的战略意义

中国机床工具工业协会工具分会 查国兵

当今世界正经历百年未有之大变局，体现在新兴市场国家和发展中国家的崛起速度之快、新一轮科技革命和产业变革带来的新陈代谢和激烈竞争，以及全球治理体系和国际形势变化的不适应和不对称前所未有。

国际环境日趋复杂，力量对比深刻调整，同时不稳定性和不确定性因素明显增加。受全球新冠疫情的冲击和俄乌冲突的影响，经济全球化遭遇逆流，世界进入动荡变革期，单边主义、保护主义、民粹主义以及霸权主义对世界和平与发展构成威胁。

在复杂多变严峻的国际环境下，我国自身产业结构正经历深刻调整，投资拉动型经济增长模式边际效用递减，创新驱动模式将是未来主要方向。围绕上述转变，国家陆续制定了“供给侧结构性改革”、“双循环”、“十四五规划和2035年远景目标”等一系列顶层战略设计，旨在引领我国产业转型升级、促进宏观经济高质量发展、维护产业链自主可控，实现产业基础高级化和产业链现代化。

在这样的时代背景下，中、美、日、德等经济大国分别出台了“中国制造2025”、“先进制造业领导力战略”、“国家工业战略2030”、“社会5.0”等政策，高端装备制造业正逐渐成为大国战略博弈的主战场之一。

在高端装备制造领域中，机械加工环节的技术水平和加工效率直接决定了某些关键核心装备是否受制于人，也决定了一国制造业整体的国际竞争力，所以，实现机械

加工环节的供给侧改革、攻克机械加工领域的某些“卡脖子”问题，是保障国家战略安全、促进形成先进供给、创造新增需求的可持续经济增长新模式的必要举措。

## 一、数控刀具产业的重要性

近年来，受国家政策鼓励和下游需求市场推动，数控刀具产业发展迅速。随着产业结构升级以及高端制造等国家战略的推进，各项国家鼓励政策的推出为我国刀具行业健康、稳定地发展奠定了政策基础。《战略性新兴产业分类》将“切削刀片深度加工（数控刀片、焊接刀片、普通可转位刀片等）、数控刀片（航空航天、汽车工业、高端装备制造）”列为重点产品和服务，而《产业结构调整指导目录》明确将“数控机床及配套数控系统：五轴及以上联动数控机床，数控系统，高精度、高性能的切削刀具、量具量仪和磨料磨具”列为鼓励类产业。数控刀具产业是为国民经济各领域提供工作母机的基础产业，是国家综合实力和国家强盛的重要标志之一，具有基础性和战略性地位。

在整个机械加工领域，材料切削加工几乎占到整个机械加工的70%以上，可以说切削加工是机械制造业的主要加工方法，它在机械加工板块中扮演着举足轻重的核心角色。



目前，现代化的金属切削加工可以由两个重要环节构成，一是数控机床，二是数控刀具，他们共同构成切削加工的基础工艺装备；其中，数控机床主要用于传递转速、扭矩、精度；数控刀具主要用于承载不同的加工工艺，并与工件发生直接物理接触。数控机床和数控刀具是一对“孪生兄弟”，相辅相成、相互配合，共同完成材料切削加工过程。从某些方面来看，数控刀具相比于数控机床而言，对实现高端装备制造机械加工同样具有不可替代和至关重要的作用，主要可以体现在几个方面。

### 1. 工艺的可实现性

金属切削数控机床，必须依靠数控刀具才能发挥作用。数控刀具是“车、铣、镗、钻、滚、铰”等不同切削工艺的载体，制造不同种类的零部件，需要不同种类的工艺组合之间的相互配合和衔接。对于高端精密装备，其零部件结构往往非常复杂，对于一些关键工序，亦需要非常复杂精密的切削加工工艺与之匹配。而要想承载这些复杂的切削加工工艺，必须能自主设计制造出相应的高端数控刀具，否则无论拥有多么先进的数控机床，都难以发挥应有的作用。目前，我国在一些高端装备制造领域，其机械加工工艺和对应的数控刀具仍然被国外厂商主导，特别需要涌现和培育一批精通机加工工艺的国内刀具企业来补足短板，缓解我国在一些高端精密机加环节的卡脖子问题。

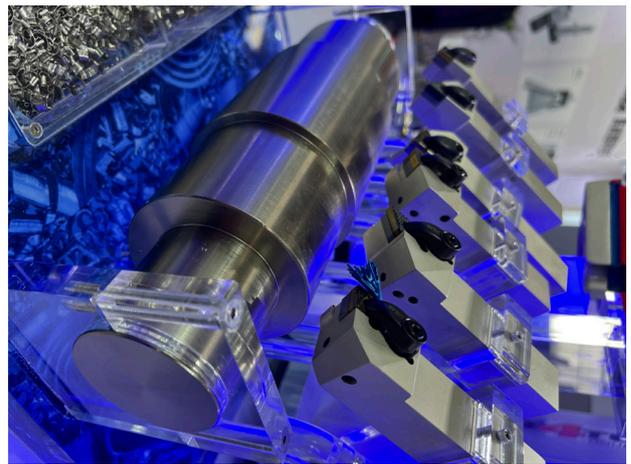
### 2. 加工效率的杠杆性

“工欲善其事，必先利其器”，数控刀具的性能和质量直接影响机械加工效率的高低和加工质量的好坏，进而直接影响整个机械制造工业的生产技术水平和经济效益。在切削加工工艺系统中，刀具是最活跃的因素之一。刀具体积小，投入相对少，相对改动机床，优化刀具实施和优化的可能性更大、制约条件少、花费时间短，因而刀具系统优化一般可产生显著效果。数控刀具对于加工

效率而言，拥有较强的杠杆效应，合理地选择和应用现代切削刀具是降低生产成本、提升经济效益的关键之一；据有关资料表明，数控刀具费用一般占企业综合制造成本的2.4~4%，虽然占比较小，但它对生产成本产生的影响是巨大的，花费较小成本对数控刀具进行优化，有机会较大程度降低生产成本，提升生产效率。

### 3. 高附加价值和技术含量

刀具产业是增加值较高的产业。根据Wind数据统计，2021年，A股上市数控刀具企业毛利率均值43.96%，同期上市数控机床企业毛利率均值约31.04%。毛利率水平可以侧面反应产品的附加价值、技术水平以及市场对于这种附加价值的接受程度；通过以上数据对比可以大致看出，数控刀具行业的附加价值整体上高于数控机床行业，这凸显出从市场的角度对数控刀具产业重要性的认知和认可。



## 二、全球局势对我国数控刀具产业的影响

### 1. 国际形势对我国刀具行业发展的冲击

随着中国本土机床工具产品技术水平的日益提高，西方发达国家对向中国出口高技术产品、与国内行业高新技术企业进行技术交流、合作的法律、政策限制越来越多。

设计制造方面，我国部分高端刀具的设计制造软件、关键制造设备、分析检测设备以及部分原材料还较多地依赖进口，影响我国高端刀具产业链的安全。刀具产业的健康发展还需要相关上游产业的进步。

市场方面，我国刀具产业40%的产能是出口。近几年，刀具出口产品升级明显，而中低端刀具出口明显下降，正在被东南亚、印度、土耳其等取代。一些国家进口刀具“去中国化和

寻求备胎”以及我国成本的上升加速了我国中低端刀具出口的下降。随着我国刀具制造水平的提升和产能的扩张，加快刀具产品出口升级是必由之路。而高端刀具出口在技术、本地化服务、快速供货方面有更高的要求。我国刀具企业，特别是有一定实力的企业，在做好国内市场的同时，应加快国际化布局，并加强与有关方面（包括国外伙伴）的合作。随着重要用户产业转移，我们刀具企业也须早做安排。

我国的刀具产品，产量大，制造效率高，性价比高，交货快，随着我们技术水平的提升，在全球是具有竞争优势的。刀具出口会有起伏，但只要我们能正确应对，前途是光明的。

## 2.国内形势对我国刀具行业发展的影响

近年来，受全球新冠疫情和俄乌冲突的冲击，对我国市场预期和经济金融稳定造成一定的影响。我国刀具工业经济下行压力不断增加，市场不确定因素尚难判定，外贸形势复杂多变，对行业运行支撑难以测算，企业生产经营成本持续走高，企业应收账款占同期流动资产的比重高达30%以上。我国高新技术企业发展的外部环境严峻，外向型高新技术企业深受影响，对外需相对收缩，内需动力不足，实体经济困难较大。

## 三、我国数控刀具企业的应对措施

我国刀具行业与工业发达国家相比，在科学技术开发、基础研究投入和高端人才储备等方面还有一定的差距。面对复杂多变的国际环境，刀具行业不少企业对全球供应链稳定运行面临巨大挑战的认识不深，对确保核心技术和关键零部件供应稳定可控的谋划不够，对国际形势的变化缺少警惕。刀具行业各企业须根据国内外的形势，随时做好风险应对预案和风险应急措施。

### （1）不断提升创新能力

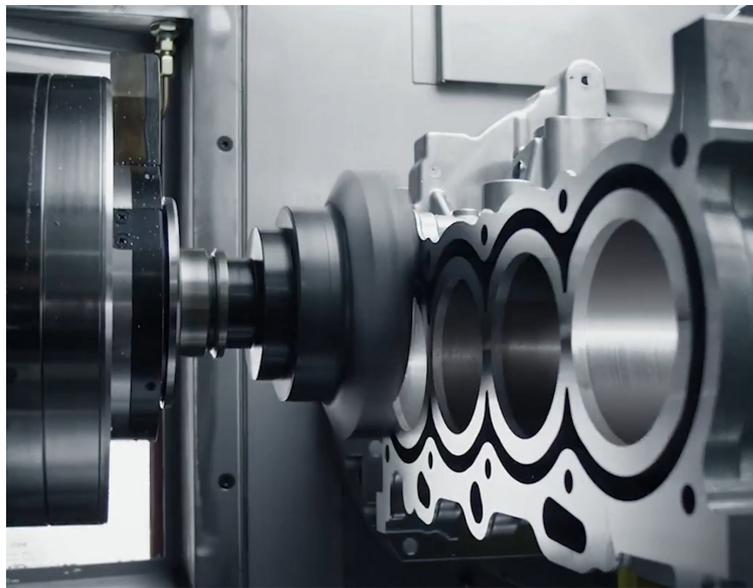
利用我国各级税收和财政支持政策，加大刀具企业研发投入，持续提升企业创新能力，掌握更多核心技术，降低核心关键技术的对外依赖度。

### （2）不断提升刀具企业国际市场竞争能力

积极实施“走出去”战略，充分参与国际竞争，不断提高自身技术、产品、服务质量和水平，为用户提供全面解决方案，由生产型企业向研发型、服务型方向转变，逐步形成比较优势，树立良好的品牌形象，提升国际市场占有率。

### （3）不断拓宽市场范围

刀具企业要加强市场调研，立足国内外两个市场、两种资源，充分了解尤其是国内市场需求，不断丰富产品类型，扩大产品组合，优化产品结构。



### （4）企业运营风险管理

刀具企业要不断强化风险意识，针对采购、市场、营销等环节梳理潜在风险点，形成风险清单，及时制定风险对抗预案和采取有效措施，降低风险损失。

## 四、结语

当今国际、国内形势发生深刻转变，全球经济、政治、金融、军事秩序面临系统性重构。产业链分工的变局与以新一代信息技术、人工智能为代表的新一轮科技革命萌芽交相呼应的新时代下，大力发展数控刀具产业，进而筑牢高端装备制造行业核心竞争力，是实现我国制造业高质量发展生存之道，也是保障国家核心零部件供应、确保高端装备制造产业链独立自主、保卫国家经济和产业安全、服务国家整体战略的关键要素。

今年是“十四五”规划实施的攻坚之年。我国装备制造业面临着提升整体制造水平的重要任务，为国家重点装备制造行业提供现代高效刀具是数控刀具产业的使命。面对增速换挡、结构优化、转型升级的关键期，数控刀具行业要主动推进供给侧结构性改革，为我国经济行稳致远发挥重要作用。

数控刀具企业要牢牢把握科学发展和稳中求进的总基调，不断提高适应市场的反应能力与应变能力，抓住发展机遇，积极研判形势，精心谋划方略，加大创新投入，发挥优势潜能，优化产品结构，注重知识产权和标准的研究，推动企业转型升级，着力在主攻高端、替代进口和国际化方面下功夫，用好科技平台，破解共性技术、核心技术难题，打造知名品牌，提升企业自主创新能力，推进发展动力由要素驱动向创新驱动转变。□

# 智能制造技术在高端机床上的应用情况

机床协会工业机器人分会 姜雪崑

第十八届中国国际机床展览会（CIMT2023）是“疫情后”国内首次举办的国际性先进制造技术和机床工具产品的盛会。展会期间，国内外展商云集，各大厂商携新产品、新技术竞相亮相，为客户及观众呈现了囊括机床主机、数控系统、功能部件、量具量仪、机床电器以及刀具、附件等产品的精彩盛宴。

本次展会，笔者通过对各展商推出的智能化技术与装备的深入了解和技术交流，发现机床企业在智能制造技术的研究进展和研究方向上虽有所差异，但主要集中在工艺过程数字化技术、产线（设备）管理数字化技术，和车间管理数字化技术上，同时应用互联网技术建立起数据管理平台，实现对产线（设备）数据的采集、分析、存储。这主要体现在以下几个方面：

## 一、智能化管理系统大放异彩

对于提升机床的精度和提高机床的性能，要取得突破性进步的难度越来越大。随着加工需求日益复杂化以及智能化技术的发展，智能化管理系统成为丰富和完善数控机床功能，提高企业管理水平和效率以及提升企业竞争力的关键因素。从本届展会来

看，智能化管理系统已经成为机床企业及软件开发企业研究的重点，其主要体现在对CAD/CAM、控制、仿真、检测、补偿、管理等软件的互联互通和集成上。

上海交大智邦科技有限公司展出的智慧工厂及智能产线整体解决方案，通过管理系统与高端数控机床的互联互通，实现数据采集、设备控制、数字化“双胞胎”等智能化产线技术，可实现对车间生产过程的全生命周期的管控，包括智能排产、自适应调度、状态监控、质量预测、加工优化、智能决策等功能。达到提升加工效率、降低加工成本、提高加工质量及提升加工过程管理水平的效果。

HEIDENHAIN（海德汉）公司推出“数字车间”解决方案，帮助用户实现360°全景监测生产车间。包括采集机床数据的“状态监控”软件，实时监测CNC数控机床的生产状态，可实现不同车间或不同生产基地的机床网络化，实时分析多个“状态监控”实例提供的生产数据。其最新推出的TNC 7数控系统成功的将数字孪生技术集成到数控系统当中，可用3D图形显示整个加工区内的实际情况，装夹期间为机床操作员提供直观显示机床的整个加工区，包括机床部件、工件夹具、刀具和工件。机床的仿真数字模型，可在海德汉编程站上

使用，并提供与车间实际机床相同的运动特性、参数和功能，可在办公室内用数字孪生系统进行设计、编程、仿真，节省在机床上设置、仿真和调试的时间，提高过程可靠性和生产效率。

MAZAK（马扎克）公司的SPS（Smooth Process Support）智能化工厂管理系统将信息技术用于产品设计、制造以及管理等全生命周期中，使得工艺、程序、计划等生产准备提前展开，能够帮助用户提升工厂管理水平，实现智能化制造。其中Smooth Scheduler模块可以提取Smooth编程软件中程序的加工工时，然后根据每台设备的产能及订单紧急程度进行自动排产，准确计算订单完成时间，将准确的生产计划、加工程序及工艺、作业指示等信息下发给机床，作业人员只需按照机床提供的信息即可轻松完成生产工作，达到提高制造效率和质量、降低制造成本、实现快速响应市场的目的。

西门子公司数字孪生整体解决方案Sinumerick ONE，借助NX软件实现数字孪生，可对机床在设计过程、加工过程等进行环境虚拟并进行仿真和优化。机床用户可以利用数字双胞胎模拟加工程序编程，对机床进行设置和操作，优化加工工艺，提高

生产效率。也可以应用数字孪生技术，实现产品开发规划、机床调试，优化产品的结构和功能，缩短产品的研发周期。

北京发那科（FANUC）推出了IOT数字化车间和MT-LINK i运营管理系统，包含设备可视、程序管理、系统集成、数据采集等功能，能够实现设备运行状态及数据可视化，机床加工程序管控，并打通了生产信息通道，使设备信息在各系统中实现共享。满足了智能化解决方案，数字化工厂规划，产线规划与实施，设备物联、智能决策等需求与应用。

广州数控和华中数控也推出了自己的设备管理系统，能够实时监控设备的生产状态，提供开机时间、无故障运行时间、开机率、加工件数等设备生产数据统计功能，故障信息发送功能，实现产线管理的数字化。

从本届展会可以看出，各企业的智能化管理系统集成了工业管理、生产等知识，建立了数据流动规则体系，打造了制造链的大脑和神经。智能制造使生产变得更加灵活，功能可以及时调整，其模拟、加速、优化和创新了传统制造过程。智能化技术改善了制造业的业务流程基础框架，是市场竞争以及改进业务的必要条件。

## 二、智能一体化解决方案争芳夺艳

越来越多的企业都在关注灵活的自动化生产流程，只有追求高生产力和高效率，才能在市场上保持强有力的竞争力。生产设备利用率越高、柔性化加工程度越高，其经济性和环境友好性也越高。本届CIMT展出的自动化解决方案在智能化技术与创新解决方案的整合上有了极大提高，为传统生产的智能化转型提供了便利。

通用技术集团展出的新能源汽车

解决方案，对新能源汽车典型零件的加工难点和痛点进行了分析和解读，并通过“成型+切削+自动化”的集成产品，为客户提供了效率与效益兼具的行业全链条解决方案，充分展现了在车身结构、底盘系统、电池及驱动系统等核心零件加工领域的技术成果和深厚底蕴，为新能源汽车在制造技术和工艺，如电池电驱系统、车身体轻量化等方面的重大变革，提供了新的制造技术，有力支撑和推动了新能源汽车行业在“双碳”目标下的转型升级，并有效推动了机床产品的转型升级。

DMG MORI（德马吉森精机）公司基于CELOS平台开发了集成数字化制造解决方案。包含生产计划、生产准备、加工生产、过程监控、产品服务五个阶段。通过在CELOS平台中集成CAD/CAM软件、仿真程序、数字化工具软件以及加工、监控、通讯等应用程序，实现了产品从计划、编程、加工到售后服务的工艺过程和设备管理的数字化。其展出的MATRIS light机器人自动化系统搭配NLX 2500车削中心和RPS托盘交换系统又搭配NHC 5000卧式加工中心。目前可提供来自13条产品线的57款工件或托盘运送的自动化解决方案，包括全面的硬件和软件解决方案。此外，也可提供AGV和AMR无人驾驶运输系统。

宁波海天智联科技有限公司推出的专注于金属加工行业的智能制造一站式解决方案，把关节机器人集成应用，桁架机械手上下料系统，智能仓储，智能检测系统和柔性换产等通过工业互联网平台与智慧工厂管理系统、供应协同、信息化单元等产业配套连接，实现融合。

宇环数控机床股份有限公司展出的精密零件双端面加工智能化生产线，由YHDM580H磨床、

YHMM300A磨床、YH2M8470高速研磨机及上下料输送线、多关节机器人及控制系统等组成，经过粗磨、精磨、研磨实现产品从来料到成品的全自动智能化磨削研磨加工。该生产线预留有MES接口，可由MES下生产订单，还可接入INC-Cloud企业私有云服务器，提供实时生产数据，具备设备监控，生产统计、故障报修及维护等功能，同时可以为使用外网特有功能提供数据支撑。

此外，还有上海铼纳克数控科技有限公司推出的精密五轴激光切割解决方案，浙江日发精密机械股份有限公司推出的卧式加工中心柔性生产线以及合肥合锻智能制造股份有限公司展出的复合材料成形液压机及生产线等。

通过展会可以看出，各企业以专有的技术特长为客户开发个性化的生产解决方案，并以丰富的创新产品为客户提供连续的工艺链条。智能化解决方案可以向上兼容ERP（企业资源计划）、APS（高级排产）、PDM（产品数据管理）、MES（制造执行系统）和CAD/CAM软件，为用户实现全面智能制造提供良好支撑和基础。

## 三、高端机床在智能制造技术发展上面临的问题

各企业在进行数字化解决方案集成创新时，都是基于企业自身的机床产品，网络连接和通讯相对容易。但是对于用户来说，各种设备来自不同的企业，联网接口和通讯协议多种多样，实现各种设备之间以及设备和管理系统之间的联网通信会更耗时耗力。降低用户实现互联互通的时间成本和经济成本，制定标准化的数控设备互联互通协议迫在眉睫。

（下转第34页）

# 从CIMT2023看机床行业总体发展趋势

机床协会钻镗床分会 王亮

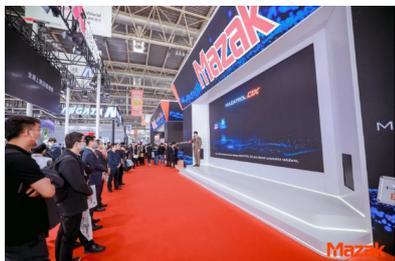
2023年4月10~15日，CIMT2023在北京中国国际展览中心(顺义馆)成功举行，展出面积14万平方米，来自全球28个国家或地区的1600多家展商携数万台套机床工具产品共襄盛会。

展会以“融合创新，数智未来”为主题，旨在促进信息化技术与制造技术的深度融合，探索未来数字化和智能化制造之路。展会主题紧扣制造技术发展方向和时代特点，在业内外引起了巨大的关注和共鸣。

## 一、展会六大亮点

### 1. 数字化贯穿制造链各个环节

德国HELLER(恒轮)集团通过五大步骤描绘了企业的核心发展路径，为机床领域各大企业提供了数字化转型的标杆与落地参考。



马扎克数字化解决方案：马扎克重磅推出了改变加工现场制造工艺

的最新MAZATROL DX软件，这是MAZATROL DX在中国市场的首次亮相。

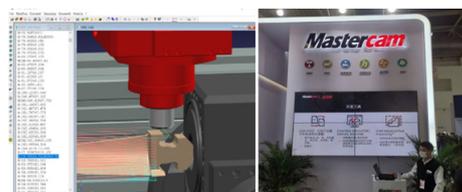
北京精雕科技集团执行总裁张保全在2023机床制造业CEO国际论坛上，作了“数字化技术改变了零件制造模式”的报告。他提出数字化技术的两大关键作用：一是赋能零件制造工艺；二是改变零件制造模式；并进一步阐述了单机自动化、自动化产线和数字化车间三个不同层次的数字化制造应用模式。



### 2. 工业软件精彩纷呈，助力提升企业核心竞争力

工业软件开发已成为软件开发企业以及机床工具企业研究的重点，包括CAD/CAM软件、控制软件、仿真软件、检测软件、补偿软件、管理软件等发展快速，已经成为产品设计、加工生产必不可少的数字化工具。奥奔麦公司(OPEN MIND)

推出的hyperMill软件的无碰撞优化多轴加工技术，基于NC代码的高效仿真技术等。还有一些机床生产厂家，一直深耕“三航两机”行业多年，很早就推出了自己的CAM软件，例如斯达拉格的RCS CAM软件，利吉特的LIECHTI Turbosoft plus CAM软件和C.B.Ferrari推出的TS85、TS35、PL05D软件，北京精雕的JDSoft SurfMill CAM软件，都是非常优秀的适合自身机床结构和性能的CAM软件。



### 3. 绿色技术，机床工具行业低碳转型的手段

展会期间，数控机床产业技术创新战略联盟组织联盟成员单位、行业知名院士专家、国内外相关企业召开以绿色为主题的“机床产品创新与设计高峰论坛”，与会专家针对机床产品绿色制造关键技术、数控机床数字化设计、绿色机床设计和绿色能源行业案例进行分享。

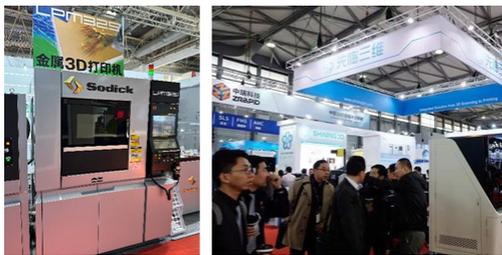


#### 4. 关注增材制造，拓展应用场景

增材制造技术作为一种前沿技术，受到了各个国家的高度重视，但受限于材料、成本、效率及制品的力学性能和表面质量等问题的困扰，其应用场景受到一定的制约。

在航空航天领域的应用，在于它能够生产出与使用传统方法和材料制造的部件具有同等强度的飞机部件，而重量却只有传统方法制造的一半。将是未来三航两机领域重要的制造方法之一。

在医疗领域的应用，3D打印技术的特性在于精确复制，而结合了数字化应用的3D打印为口腔领域内的牙科行业带来了高精度、高效率、低成本的优势。



中国航空制造技术研究院展出电子束选区融化设备（金属3D打印系统），其原理为对零件的CAD模型进行分层处理，形成加工轨迹。电子束按照预定轨迹逐层高速扫描预先铺放的金属粉末，使之完全熔化并与前一层面形成冶金结合，层层叠加，形成金属零件。

Rieckermann GmbH展出的增材制造专用设备，可以实现飞机结构

件、挂架、保护头罩、穹顶圆筒结构件、火箭推进器喷嘴、深海探测器压舱件和结构件、航天器燃料储备箱、核动力装置部件、地热发电装置部件等制造。



3M中国有限公司展出3D打印精密结构陶瓷CBN砂轮，可提供最大直径达750mm的高性能陶瓷CBN，与主流磨床品牌合作，广泛应用于汽车各类零部件的研磨，配合3M的金刚石修整滚轮以及362L、372L、279L系列精密抛光带，为客户提供整套研磨抛光解决方案。

#### 5. 集成复合方兴未艾，成为提升加工精度与效率的首选

本届复合类机床展品包括车铣/铣车复合加工中心和车铣磨复合加工中心，尤以车铣/铣车复合为主，展品超过20台套。提供展品资料的展商有秦川机床、通用技术集团、科德数控、齐重数控、天水星火、普利森、意美机械、众一智能、辽宁西格马、威力铭马科黛尔、斯达拉格、WFL、德马吉森精机、马扎克、大隈、迪恩机床、因代克斯、埃马克、米克朗、富信公司、兄弟机械、丽驰等。

例如瑞士威力铭马科黛尔公司408MT车铣复合加工中心。是一款高度融合车削和铣削性能的七轴五联动复合加工中心，尤其适用于加

工具有复杂几何形状棒料或零件，工件一次装夹能完成多个面加工，再通过全自动背面加工，即可完成工件六个面加工。



瑞士斯达拉格公司Bumotec 191neo五轴联动车铣复合加工中心，是一款经典高精度高效的复合加工中心，在机床内部实现复杂零件的全部加工，具有极为通用的模块化结构，可针对各种加工任务打造多种类型的机床。



WFL车铣技术公司M30 MILLTURN铣车复合加工中心，适用复杂轴类及盘类零件的六面加工，复合了车削、铣削及钻削加工工艺，能够实现五轴联动加工，还可以根据需要进行选择相应的模块，实现齿轮加工或深孔加工。

因代克斯贸易（上海）INDEX G420铣车复合中心，配备对置正副主轴、铣削主轴、双下刀塔，整体结构的大理石床身，五轴联动加工，独

特的设计可以实现三把刀具同时加工。



大隈机械(上海)有限公司MULTUS U3000 铣车复合加工中心,是MULTUS系列中智能化复合加工机床的典型产品,最大加工直径 $\Phi 650\text{mm}$ ,最大加工长度 $1000\text{mm}$ ,可选配 $1500\text{mm}$ 。具备同级别最大Y轴行程并采用高刚性立柱移动式结构,B轴分度角度 $-30^{\circ}\sim+210^{\circ}$ ,使主轴和副主轴拥有同等的加工区域。



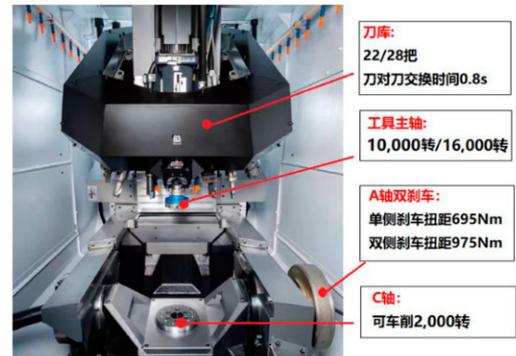
迪恩机床(中国)有限公司PUMA SMX2600ST 铣车复合加工中心。卡盘尺寸10英寸,最大车削直径 $\Phi 660\text{mm}$ ,最大车削长度 $1540\text{mm}$ ,共有9个轴,采用正交型Y轴结构,左右主轴及铣削主轴组合,铣削主轴安装在摆动B轴上,配备12位高刚性伺服刀塔,具有强大的切削性能。结合左右主轴、B轴铣削功能和下刀塔,具有更高的多任务处理能力,适用复杂零件和高精度要求零件的加工。采用人体工程学设计,前置刀库及触屏式ATC操作面板,更加便于操作和维护修理。



埃马克(中国)机械有限公司太仓分公司VLC 200 GT 立式车磨复合加工中心,使用高减震性能聚合物混凝土材料的床身,卡盘直径 $\Phi 210\text{mm}$ ,工件最大直径 $\Phi 160\text{mm}$ ,工件最大长度 $100\text{mm}$ ,一次装夹完成全部硬加工,硬车和磨削组合实现了更短的节拍时间、更高的加工质量并大幅降低了刀具成本。工件预车后只给后续磨削留下极少量的加工余量,砂轮修整频次低,能实现表面质量 $Rz < 1.6\mu\text{m}$ 加工,可配置自动上下料功能。



兄弟机械商业(上海)有限公司M200 $\times$ d1五轴联动车铣复合加工中心,采用龙门式结构,搭载具备车削主轴功能的倾斜转台,一次装夹完成铣削和车削加工。工作台直径为 $\Phi 140\text{mm}$ ,A轴旋转范围为 $+120^{\circ}\sim-30^{\circ}$ ,X/Y/Z轴快移速度为 $50\text{m/min}$ ,A轴最高转速为 $60\text{r/min}$ ,C轴最高转速为 $200/2000\text{r/min}$ (车削主轴)。A轴采用滚子齿式凸轮,C轴采用力矩电机,消除了背隙,实现高速高精度五轴联动加工。最高转速为 $2000\text{r/min}$ 的高输出车削主轴、车削刀具的双柱塞锁紧方式以及A轴采用机械+伺服夹紧方式,能发挥出高效的車削加工能力,C轴具有锁紧功能可以满足更大旋转方向上的负载和更苛刻的切削条件,提高机床的加工性能。



## 6.持续创新是行业发展的永续动力

技术创新是企业可持续发展的第一动力,在产品的生产方法和工艺水平的提高过程中发挥着举足轻重的作用,是企业增强市场竞争力的必然选择。其中,超声振动加工是解决硬脆材料、颗粒增强复合材料,以及纤维复合材料等难加工材料精密超精密加工的“利器”;摆线铣削工艺作为金属切削加工领域的代表性技术路线之一,缩短加工时间,具有更高的工艺安全性,特别适用于韧性材料以及难加工材料的高效粗加工。

例如汇专科技集团股份有限公司推出的UGT-500超声绿色高效钻攻中心、MVA500-5AXIS超声绿色高效五轴联动加工中心和ULM-600B超声高效精密雕铣中心;广东伯克希尔科技有限公司推出的超声波铣削系统;西安超克能超声技术研究院有限公司推出的超声技术刀具。这些企业对硬脆材料、复合材料等难加工材料提出高效解决方案。奥奔麦公司(OPEN MIND)推出的hyperMill软件针对粗加工和钻孔模块采用摆线式刀具运动轨迹的高性能切削加工方案,可以节约20%~70%的时间。



## 二、代表性的展商及展品

本次展会在三航两机领域中，国外参展厂商主要有德国兹默曼、奥地利WFL、瑞士斯达拉格，C.B.Ferrari，大隈、意大利C.B.法拉利，日本山崎马扎克等，国内企业有如大连光洋（五轴车铣），成都煜鼎特种加工技术有限公司（叶片五轴加工中心），湖南南方机床有限公司（涡轮盘榫槽拉床），意特利（上海）科技有限公司等。在新能源行业中有德马吉、GF、上海大侨誉远精密、普拉迪等，针对行业内具有代表性的企业进行详细介绍。

### 1. 德国兹默曼

#### （1）产品发展方向及技术特点

本次展会兹默曼共展出5款产品，包含4款桥式五轴机床，一款翻板铣。兹默曼公司一直致力于特殊型面的铣削加工。1938年成立以来，公司业务主要涉及不同材料外部轮廓的切削及修正。通过铣床的研发赢得了客户，通过满足客户的要求赢得了机遇，通过技术的发展赢得了产品的创新。

针对碳纤维加工，兹默曼的龙门铣床和卧式翻板加工中心在用于加工碳纤维材料时具有卓越的精度，尤其是复合材料的钻孔或铣削、蒙皮加工或结构件加工时。除了加工碳纤维所需的精度外，另一个重要因素是尽量减少机床周围有害粉尘的沉积。为了满足这种特殊的需要，兹默曼公司开发了一些功能，即在加工过程中吸尘。这样，直接位于铣头处的吸尘装置可确保优化、安全的铣削过程。

针对铝合金加工，加工程度高达96%，铝合金结构件的批量生产要求极高的加工性能。兹默曼设计的近乎完美铣削解决方案很好的满足了这一点。具备必要的刚性，结合优化的加

工性能，是开发综合系统的关键点。从有效处理机械加工中产生的切屑到减少机床内部的热变形，兹默曼的全功能解决方案考虑了铣削过程中的每一个因素，从而最大限度地提高了铣床的整体性能。缩短整个生产时间、把空闲时间降到最小和将机床使用效率最大化是经济高效铣削解决方案的关键。

针对钛合金加工，在加工钛合金等难加工材料时，最重要的是确保机床的刚性和稳定性。结果证明，兹默曼的铣削解决方案可以满足加工要求。例如，在低转速下实现锻造工件的高精密加工，或车削/铣削发动机零件。材料去除率的提高使大型飞机零部件的加工效率不断提高。高性能主轴和优化的刚性加强了机床的高速加工性能。经济效率是所有兹默曼解决方案的核心，无论是龙门铣床还是卧式翻板加工中心。



#### （2）行业布局情况

兹默曼公司产品不仅适用于碳纤维、铝或钛加工。同时具有“德国制造”质量认证的卧式翻板加工中心和龙门铣床也是行业内技术领先，兹默曼公司能够为航空航天行业提供完美的铣削解决方案，已经成为行业领先者。

### 2. 奥地利WFL公司

#### （1）产品发展方向及技术特点

WFL公司本次展出产品为M30车铣复合加工中心，演示罗茨转子的加工。WFL公司总部位于奥地利林茨市，现有员工400人，在德国、美国、俄罗斯、巴西及中国设有自己的代表处。WFL公司作为车铣加工中心的发明企业，也是世界上最大的车铣中心专业制造厂之一（只生产车铣中心）。WFL公司在八十年代初创造性地提出了车铣加工中心的构想，以最终实现对高精度复杂零件一次装夹、全部完工这样一个加工理念。目前WFL的全系列产品：M35、M40、M50、M60、M65、M80、M100、M120、M150可覆盖直径达 $\Phi 1500\text{mm}$ 、长度达10000mm的高精度复杂零件的加工，并在航空航天、船舶、铁路、汽车、印刷、工具、能源及其它通用机械等行业得到了广泛的应用。至目前为止，已有一千多台WFL车铣机床在全世界范围内的用户中使用，在中国也有百多个用户选择和使用WFL公司的车铣中心。



#### （2）行业布局情况

在航空航天领域，小批量、复杂、耐高温金属材料零件的加工是极其普遍的。对于复杂几何形状工件的可靠加工及最高级别的加工精度要求常常是这一行业特别关注的。加工过程中遇到的各种不同的技术挑战通常都需要专门的解决方案。为保证以最经济的方式满足以上加工要求，WFL机床全面复合加工的优势完美地契合了这一要求。其设计理念就是通过一次（或尽量少的）装夹，全部完成车—铣—钻（枪钻）—镗—铰—成型（齿轮、凸轮、叶片）—

测量—磨削等全部加工，以减小由于工序的转换而带来的精度损失及加工工时的浪费。

### 3. 大隈

(1) 产品发展方向及技术特点

发展方向：“智能化技术”是大隈机床的发展方向，大隈机床将“智能化技术”应用到MULTUS 系列车铣复合加工中心（航发和燃气轮机涡轮盘、涡轮轴，叶轮，整体叶盘）；MILAC 系列A轴摆头五轴加工中心（航发和燃气轮机机匣，整体叶盘）和MU系列立式摇篮五轴加工中心（航发和燃气轮机叶轮）上，将机床命名为“智能化复合加工中心”，大隈机床的“智能化技术”直接提高客户生产效率和加工精度。

技术特点：高精度，高效加工。

(2) 行业布局情况

大隈机床MULTUS 系列车铣复合加工中心主要用于航发和燃气轮机涡轮盘、涡轮轴，叶轮，整体叶盘加工；MILAC 系列A轴摆头五轴加工中心主要用于航发和燃气轮机机匣加工，整体叶盘和MU系列立式摇篮五轴加工中心主要用于航发和燃气轮机叶轮加工。

### 4. 斯达拉格

(1) 产品发展方向及技术特点

发展方向：bumotec-s191H七轴加工中心（航发和燃气轮机燃油嘴加工）具有可靠、柔性、功能强大、高精度及高技术等优点。努力实现数字化转型，使其能够与最新的生产技术兼容。

技术特点：高稳定性，高柔性。



(2) 行业布局情况

斯达拉格本次展会机床 bumotec-s191H七轴加工中心主要用于航发和燃气轮机燃油嘴的加工；LX系列主要用于叶片加工；NB系列主要用于整体叶盘的加工。

### 5. C.B.Ferrari

(1) 产品发展方向及技术特点

发展方向：A系列动柱式加工中心（航发和燃气轮机叶片）有顶尖的CAM软件和仿真模拟软件，拥有适合自己结构的更强大的软件是其未来的发展方向。

技术特点：紧凑的立式工作台布局，刚性铸铁结构，纤细的主轴鼻端，配有力矩电机的分度头，用途广，柔性高，自动托盘交换系统。



(2) 行业布局情况

C.B.Ferrari A系列四个型号 A152/56, A176, A196主要用于叶片加工。

### 6. GF

(1) 产品发展方向及技术特点

GF加工方案：Mikron MILL E 500 U高效五轴加工中心

Mikron MILL E系列设备采用坚固、稳定性好的铸铁C型框架结构，具有五轴联动加工，生产效率高的特点。



此系列设备配备大规格宽导轨、双支撑的回转工作台，不仅为用户产出最佳品质的零件，而且还能保证生产的最优化切屑去除率。

(2) 行业布局情况

Mikron MILL E 500 U 是汽车、能源、发电以及通用机械行业加工工厂和零件生产商的最佳选择。

此系列高效加工设备的目标客户是中小批量零件生产商，以及那些正在寻求以最高性价比设备来降低零件生产成本的厂家。

### 7. 上海大侨誉远精密

(1) 产品发展方向及技术特点

双主轴双盘面五轴加工中心DF-550。



大侨精机的专利产品——双主轴双盘面五轴加工中心，双主轴同时加工，成倍提高效率。

双主轴立式加工中心适用于新能源车转向节、减震塔等大批量小型精密零件的高效加工。

高速双主轴卧式加工中心DH-630R。



双主轴双工作台卧式加工中心也是大侨精机的专利产品，双倍的加工效率，适用于新能源车零部件等大批量精密零件的高效加工。

双主轴双工作台同时加工，效率翻倍的同时也大幅度减小了占地面积。

立卧复合型多面加工中心MHV-500。



大侨精机立卧复合型多面加工中心，可一次装夹实现多面加工，不仅能提高产品的精度稳定性，更能简化工序、减少人工。

本系列机型为立卧双主轴结构，立卧主轴都可以自动换刀，同时兼具立式加工中心和卧式加工中心的全部功能，不用转换工序即可在一台机床上实现立卧两种形式的加工。本机型具有多项国家专利，功能明显优于一般卧式加工中心，可在很大程度上替代市场现有的卧加。

## (2) 行业布局情况

针对新能源行业，近年来大侨精机研发出了一系列新产品，尤其是

MHV/DHV系列立卧复合型多面加工中心、DH系列双主轴双工作台卧式加工中心，内含多项专利，可显著减少工序转换、减少用人、提高工件精度稳定性，对于工序转换较多产品提供了更好的解决方案，非常适合箱体类零件的高效率加工。

## 8. 普拉迪

### (1) 产品发展方向及技术特点

普拉迪：箱中箱龙门加工中心PHC1630。



该设备工件一次装夹可连续完成铣、镗、钻、铰、刚性攻丝等多种工序加工。紧凑型机床，占地面积小，利于批量化生产下的厂房布置。应用领域主要集中在航空航天、国防军工、模具、船舶、高铁、工程机械、汽车等行业。

采用高刚性、高承载、两侧对称的“U”形床身结构。横梁与滑架铸造为一体，实现高刚性。

横梁与鞍座以“箱中箱”几何热对称结构设计，为良好的力流传导结构，改善挠曲变形，可提升结构刚性，确保高速加工之最佳精度表现，并可大幅减少热变形和重量变形之情形发生。

工作台、床身、横梁、滑座、滑枕均采用优质高强度铸铁材料，经二次时效处理，机床抗振性增强。

### (2) 行业布局情况

普拉迪产品主要应用于新能源汽车的动力电池加工领域和航空航天体的机身、机翼等加工领域；普拉迪产品在新能源汽车和航空航天核心零部件

领域完全实现了进口替代，在数控机床的关键核心部件，特别是五轴联动的动力头部件并已实现量产，从技术上解决了“卡脖子”问题。

## 9. 格力

### (1) 产品发展方向及技术特点

珠海格力：高速立式数控机床GA-GF3755



高阻尼大理石结构，稳定性高。

高速直驱传动系统，X轴直线电机驱动，高速移动最高可达100000mm/min。

高速高刚性电主轴，最高转速20000r/min，实现高速切削。

丰富的自动化通讯接口，配置PLC、HMI、第四轴、刀库断刀检测。

配置微量润滑冷却系统，消除乳液污染，延长刀具寿命。

### (2) 行业布局情况

目前格力机床主要针对国外新能源行业，2022年销售200余台高速立式数控机床 GA-GF3755，未来会以批量型产品打入国内市场。

公司在广东省珠海市设立了三个研发和生产基地，总面积约30万平方米，分别主要应用于工业机器人、数控机床、自动化设备、自动化生产线体的孵化和产业化，并将在武汉、杭州、重庆规划和建设多个基地。

未来三年，智能装备产业将继续巩固“1个研发中心、4大生产基地、7处技术服务中心”的产业格局，重点发展工业自动化设备、机器人、数控机床三大产业，全方位打造智能装备产业链。基地建成后公司年产值可

达百亿元。

## 10. 海天精工

### (1) 产品发展方向及技术特点



BFL2030H动柱高速铣削中心适用于新能源汽车“一体式压铸前机舱和后底板”零件的加工。产品标配五轴头，配合第四轴转台实现六轴加工；零件一次装夹可以完成整套工序的加工，提升零件加工效率。

### (2) 行业布局情况

针对新能源行业推出专业性产品，为用户带来更好的切削体验，海天精工以精益求精的发展之道，注意产品的实际应用，以积极的姿态，对机床的性能包括运动控制，冷却能力，排屑效果，人性化设计，维护便捷性，美观性，以及节能和机床模块化生产的推进，进行了认真研究和积极应对。

## 三、重点行业技术特色及行业布局情况

### 1. 重点行业主要技术特色和发展趋势

(1) 三航两机目前主要发展方向为以下两点：

#### 1) 复合加工

机床结构与功能、加工工艺和工作方式等进行集成和融合，获得高性能和高效率的产品，这已经成为技术创新的一个趋势。复合加工机床按照工艺集中的原则，将不同的加工过程

集成在一台机床上，实现一次安装完成全部加工，从而减少安装次数，提高加工精度和生产效率，特别适合一些形状复杂、精度要求高的零件。

#### 2) 软件开发

软件成为丰富和完善数控机床的重要功能。工业软件描述、集成、模拟、加速、放大、优化和创新了传统制造过程，形成一种新的工业智能模式。工业软件开发已成为软件开发企业以及机床工具企业研究的重点，包括CAD/CAM 软件、控制软件、仿真软件、检测软件、补偿软件、管理软件等发展快速，已经成为产品设计、加工生产必不可少的数字化工具。CAD/CAM 软件提供商不断丰富软件的功能，提高其性能，以满足当今数字化制造发展的需要。

国内机床在三航两机的发展，针对三航两机结构件加工所用机床如五轴龙门数控机床、五轴桥式龙门数控机床以及五轴卧式翻板加工中心等迅速发展，但精度、效率及加工质量与国外机床仍存在一定差距，比较有代表性的企业有通用技术沈阳机床航空航天分公司，中国航空制造技术研究院、南通航智装备科技有限公司、意特利（上海）科技有限公司等。在航空航天领域一些其他设备的研究也有了长足的进步，如复合材料自动铺放成型设备，高能束流加工设备，搅拌摩擦焊、机器人钻铆、制孔设备等，逐渐添补国内三航领域制造设备的空白。

(2) 3C行业目前发展方向为以下两点：

#### 1) 钛合金加工

由于手机中框的材质发生变化，由铝合金转为钛合金，原有钻攻中心机床不能满足钛合金手机中框的加工需求，3C行业对机床的需求会发生一些转变，首先钻攻中心主轴的变化，原有钻攻中心主轴，在加工钛合

金零件时，很难保证零件加工精度，即使能够控制的情况下，也会损失效率来实现，从2022年起，市场上开始出现针对钛合金加工的钻攻主轴，为了达到刚性需求，主轴轴承由传动的7008更改为7010，主轴刚性整体提升近50%，同时机床需要搭载大功率电机。目前，市面上主流配置为5.5KW的主电机。

#### 2) 超声加工

由于零件材料的变化，在消费电子、半导体等行业各种硬脆材料、难加工金属及复合材料广泛应用，目前面临的问题是高效精密加工时间长、刀具寿命短、工件表面质量及精度欠佳等难点，这也逐渐成为众多企业的制造瓶颈。超声加工是高效精密制造领域的主要发展方向之一。大量国内外工艺实验已经证明，与传统加工相比，超声加工具有提高刀具寿命、降低切削热与切削力、减少硬脆材料亚表面损伤、抑制颤振、抑制粘结、提高加工质量等众多优势。国内在超声加工最为突出的是汇专科技集团，他们机床具有两点特色，超声主轴及超声波发生器。本次展会将其超声加工列为CIMT2023六大看点之一。

#### (3) 新能源汽车需求旺盛

新能源汽车产业已经进入快速发展期，电动车产量突破700万辆，七年增长超过20倍，占全国汽车产量的25%，提前实现了2025年规划目标。从零件数量来看，整车零件减少近50%，大量使用一体化结构件，电池+电机代替发动机，发动机相关部件消失。从零件材料来看，铝合金、复合材料、高强度钢等轻量化材料逐步代替传统钢材。铝合金用量占整车15%~30%，并且会逐步增加。从零件形状来看，零件逐步向大型化、集成化、异性化发展，对于机床来说，需要向多轴、柔性、工序集成发展。

(下转第47页)

# CIMT2023刀具展品特点分析

机床协会工具分会 萧伟峰

2023年4月10-15日，第十八届中国国际机床展览会（CIMT2023）在北京中国国际展览中心（顺义馆）隆重举办。本届展会以“融合创新，数智未来”为主题，吸引了来自全球28个国家和地区的1600余家制造商参展，集中展示了全球机床工具行业的最新研制成果。

展会上，来自工具制造行业的国内外主流制造厂商，集中展出了包括切削案例、工具解决方案等在内的最新研制成果，刀具展品种类丰富，新产品、系列化刀具层出不穷。

具体来讲，本届展会工具展品主要具有以下特点：

## 一、针对特定领域开发的新品丰富多彩，并形成系列化

本届展会的一大特点为：多家工具制造商都针对不同加工领域或特定加工对象推出系列化的刀具，针对性强，性价比更高。例如上海工具厂有限公司推出针对航空航天复材加工的鱼鳞铣刀系列化刀具，针对有色金属加工推出的高性能挤压丝锥（带油槽）系列化刀具等，特色鲜明，性能优异，适应性强。YG-1根据被加工对象和行业推出相应的系列化螺



刀具，包括刀盘、刀杆专用丝锥（高硬度材质攻丝）、工程机械行业专用丝锥（螺旋槽，挤压）、风电行业大直径丝锥、工具制造专用丝锥（螺旋槽）、汽车轮毂单元专用丝锥（直槽、螺旋槽、螺尖）、汽车连杆专用丝锥（直槽、螺旋槽、挤压）等，使得螺纹领域的加工更加细分。

各家还根据被加工对象的硬度范围推出对应系列化刀具，例如上海工具厂有限公司推出针对40HRC以下的硬材料加工专用直槽丝锥系列，株洲钻石和YG-1推出适合50~70HRC高硬度材料加工涂层铣刀系列等，以更好适应市场需求。

## 二、硬质合金材料在螺纹刀具、齿轮刀具上的应用得到进一步加强

本届展会，在传统高速钢主要应用的螺纹刀具、齿轮刀具领域，硬质合金材料的应用得到进一步加强，多家国内外参展商纷纷推出针对特定加工对象的

硬质合金专用丝锥产品。例如上海工具厂有限公司推出了针对硅铝合金加工的整体硬质合金切削丝锥和铸铁加工的整体硬质合金切削丝锥，特定的排屑槽设计和表面抛光技术，有效提升刀具品质和加工寿命；针对有色金属加工的整体硬质合金挤压丝锥（可带内冷孔设计），带油槽设计，使用寿命长。梯玛公司也推出了针对铝和铸铁材料加工专用的整体硬质合金丝锥系列。蓝帜（LMT）公司推出的可换刀头的螺旋槽丝锥，基体高速钢，刀头硬质合金，主要以大规格为主，可用来加工回转支承，效率高。

在复杂刀具领域，装可转位刀片的齿轮铣刀这次推出的展商很多。京瓷、特固克等国外企业都推出了大规格装刀片的齿轮铣刀。在小规格齿轮刀具方面整体硬质合金使用较为普遍。国内汉江工具推出了硬质合金车齿刀，高速干切齿轮滚刀，杆式干切齿滚刀等。OSG推出了车齿刀，并详细展示了车齿刀加工后的各种零件。材料制作企业包括森拉天时等纷纷推出了齿轮铣刀、叶根铣刀、齿轮滚刀等刀具的毛坯，厦门金鹭展示了硬质合金叶根铣刀刀体，以共同推进复杂刀具的进步和发展。

### 三、标准系列产品性能得以进一步提升，并向通用型、“万能型”方向发展

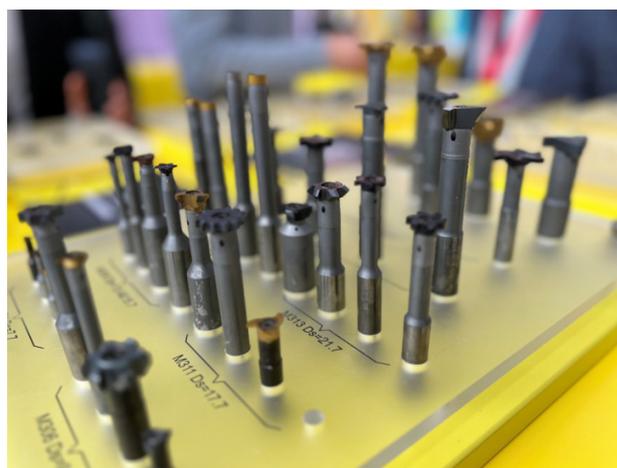
本次展会的一大特色为多家展商在原有标准品系列上进行提升，以适应目前快速发展的电商领域通用型，多领域适应的“万能型”加工需求。例如OSG针对螺纹刀具加工在本次展会上继续推出适应性强的A-TAP系列丝锥，包括螺旋槽丝锥、直槽丝锥、螺尖丝锥、挤压丝锥等，并在A系列中推出了A-XPF粉末钢系列多功能挤压丝锥，可实现切削速度30m/min，被加工材料硬度30HRC。YG-1公司针对螺纹加工领域推出了适应性强的Combo系列丝锥，包含多功能含钴高速钢丝锥（无涂层，氧化处理，TiN可选），规格组距M2~M30，适用于钢件、不锈钢、铸铁及有色金属加工，以最优化几何设计，防止过攻丝及攻丝不足，稳定的加工避免螺纹超差；YG-1公司推出的PRIME TAP X-COATING YG-1-X-COATING 多用途丝锥，涉及螺旋槽、螺尖、挤压，粉末冶金材料制作，用于多种延展性材料数控加工；VERGNANO(瓦格那)的V-TAPS，涉及通孔型、螺旋槽型、直槽型、挤压丝锥等，使用效果良好。上海工具厂有限公司在传统高速钢麻花钻的基础上，推出高热硬性涂层磨制麻花钻，可适应320HBW以下硬度的钢件、铸件、有色金属等材料的通用

加工，性价比高。

### 四、难加工材料加工刀具得以成熟推出，并取得明显成效

在展会上，多家展商纷纷推出在难加工材料领域的最新技术成果。例如伊斯卡公司推出的NEOLOGIQ系列钛合金用铣刀（带周齿），可有效解决钛合金加工过程中的一些难题。众多厂商也纷纷推出硬材料、高温合金加工的相关解决方案。例如株钻在此次展会上重点推出了盘古系列化刀具，包含：PG8、PG9、PGMH、PGMS四个系列高端产品。其中PG8：适合难加工材料高效加工的数控刀片，适合高温合金，耐热铸钢；（高硬度基体搭配高耐磨性、高耐热性纳米超晶格结构涂层及超光滑涂层表面处理技术）；PG9：适合高硬材料高效加工车刀（采用点阵异构涂层，具有极佳的耐高温氧化性和高温涂层硬度）；PGMH：适合高硬度高精度加工的整体硬质合金铣刀（梯度硬质合金）；PGMS：适合难加工材料专用锥度球头铣刀（不锈钢、钛合金、高温合金）等，反响热烈。

与此相适应，Balzers涂层公司也推出了适合钛合金、镍基合金及不锈钢加工的BALINIT TISAFLEX涂层。此涂层具备良好的抗氧化性，热稳定性和耐磨性。



### 五、针对特定领域的需求，推出相应解决方案

在本次展会上，很多公司都推出了成套的加工解决方案，以有效解决客户需求。例如厦门金鹭公司在汽车、航空、模具、通用机械、能源、医疗典型零件等方面提供解决方案；森泰英格公司在展会显示其能提供的汽车行业零件加

工整体解决方案、齿轮行业零件加工整体解决方案、车削加工整体解决方案、刀具夹持技术方案、变速器加工夹持整体解决方案（数控刀片、数控刀具、工具系统、精密夹具）等，为今后加工方式的变革提供了新的适用性选择。

## 六、特定领域刀具的最新进展

本次展会上，一些技术含量高、满足特定领域加工需求的刀具也得以展示。例如金州公司在展会上推出了0.01mm极小径铣刀和0.01mm超细微型钻头；伊斯卡推出了三尖带内冷可换端头钻头和可换端头超长枪钻；Emuge公司推出了钻攻一体刀（该类型的刀具目前只适用于加工铝合金）；OSG展示了微细模具镜面加工铣刀和极小径硬质合金短刃钻头。

## 七、参展方式及客户群体的新动向

本次展会，在刀具领域参展方式及客户群体有如下态

势，包括：

（1）一线品牌，以山特系、肯纳ISCAR等，已放弃通过CRMT这类集中展销式的展会推广模式，转向以专题报告会、新产品推介会、路演、开放日等，更具有指向性、目标性的专业推广模式。

（2）进口品牌展出的展品主要以推新为主，展览的型式更具体化、清晰化、主抓专用行业市场。比如把被加工零件和刀具通过专业设计的搭配方法，共同展示。

（3）国产品牌如株钻、金鹭、阿诺、森泰英格等在展览模式上更贴近于进口品牌的设计和理念，更舍得投入成本。国产品牌馆较往年人流量也更多，除了众多国内观众外，诸多来自中亚和俄罗斯的参观团体，流连于国产展馆，寻求合作伙伴。

（4）机床厂商在展览的过程中，更多的采用现场真实加工的演示方法和固有的刀具品牌合作，采用现场路演、讲解，展示了设备和刀具完美结合，达成了双赢局面。□

上接第24页

由中国机床工具工业协会牵头，联合高校、研究院和企业研制的“数控设备互联通讯协议标准（NC-Link）”，采用先进的通讯技术，确保来自不同控制系统的机床数据，通过开放的、标准化的连接进行快捷网络传输。携汇智联公司已经针对NC-Link标准形成成套技术和产品，让机床装备兼容使用标准变得简单。同时，正在探索建立商业模式，为使用NC-Link协议的机床企业、用户企业创造价值，并在市场上形成了一定影响力。目前，很多机床企业及相关标准组织，正在洽谈加入NC-Link生态和应用推广，如华中数控、i5、广州数控、科德数控、西门子数控、发那科数控和倍福数控系统等。

NC-Link的实施，在机床装备层面，能帮助机床实现从物理空间到数字空间的映射；在产业层面，能为数

据应用的规则化、资产化、价值化提供通用数据基础，实现装备之间、装备与控制系统之间以及企业之间的相互连接和信息交换，推动数字经济在机床产业以及相关制造领域的实施，从而进一步推动和促进大数据、人工智能等新兴技术与装备技术的融合。

## 四、总结

2023年2月27日，中共中央、国务院印发了《数字中国建设整体布局规划》，指出建设数字中国是数字时代推进中国式现代化的重要引擎，是构筑国家竞争新优势的有力支撑。在产业数字化飞速发展的当下，互联网、大数据、区块链、人工智能等新一代信息技术加速突破，与制造业深度融合创新，推动制造业生产方式、发展模式和企业形态发生根本性变革。

本届展会的主题为：“融合创新数智未来”，这一主题准确反映了市场需求的发展趋势，共同迈向智能制造。CIMT的展品涵盖了产品设计、产品制造、生产管理等多个层面，贯穿了从产品规划、设计、制造、销售到售后服务等全生命周期的各个环节。从智能制造技术在高端机床上的应用情况上看，把传统产业与新一代信息化技术深度融合，需要产业链上下游企业的广泛联盟，跨领域、跨行业之间的协作，最大限度实现资源共享、资源互配、资源互补。机床产品是加工技术和工艺的载体，数字化的属性越来越清晰，机床数字化是迈向智能化实现智能制造的必要条件。打造数智机床，构建机床产业数智化新生态，以数智机床推动智能制造领域的技术突破，赋能中国制造业高质量发展是我们共同努力的方向。□

# CIMT2023数显装置（位移测量装置） 行业展品评述

机床协会数显装置分会

CIMT2023参展的国内外数显装置（位移测量装置）行业企业约30余家，其中国外企业10家左右，国内企业20家左右。数显装置分会组团参展，代表企业来自我国六省一市，共计14家，参展企业中有国家级制造业单项冠军示范企业、国家级专精特新“小巨人”企业。数显展团主要产品为位移传感器及测量仪器，包括光栅编码器、光栅尺、磁栅传感器、容栅量具、测量仪器等产品及相关设备及仪表。主导产品广泛应用服务于数控机床、电梯、伺服电机、机器人、纺织机械、航空航天等领域，是位移反馈关键功能部件及测量设备。

国内参展的企业主要有长春禹衡光学有限公司、桂林广陆数字测控有限公司、无锡市科瑞特精机有限公司、北京航天九斗科技有限公司、成都思迪机电技术研究所、东莞市特马电子有限公司、欧道（扬州）自动化有限责任公司、长春荣德光学有限公司、广州市信诺光栅数显有限公司等。

国外行业头部企业到会参展有：约翰内斯·海德汉博士（中国）有限公司、西班牙发格自动化公司、雷尼绍公司、三丰精密量具（上海）有限公司等。

## 一、数显行业发展趋势及特点

（1）国内行业领军企业重点发展高端位移传感器产品，推动技术进步和产业升级。

以绝对式光栅尺、高精度角度编码器、绝对式旋转编码器、高精度测量仪器为代表的高端位移传感器及测量仪器产品，是数显展团的亮点。近年来，随着高档数控机床与重大专项等多个国家项目的立项实施，数显装置分会企业的这些高端产品，得到重点发展和示范推广应用，形成

自主知识产权，同时制定位移传感器产品及通讯协议等国家、行业和团体标准，满足了我国高端数控机床工业母机等重大装备自主可控的迫切需求，实现了国产化替代，补短板，保障了国家重大装备产业链安全。数显展团典型行业产品正在经历技术迭代和产业升级，高端产品的市场需求快速增长，契合国家产业政策指引，代表着行业技术进步与发展方向，市场应用前景非常广阔。

（2）国外参展的行业头部企业，整体技术水平与国内行业相比仍处于一定的优势地位。

（3）从国内位移传感器企业现状看，企业发展出现分化，部分企业停留在低端产品区域，产品同质化，市场竞争力较弱。

（4）从本届展会位移传感器产品的应用来看，有如下特点：

第一、高端数控机床全部采用全闭环控制，配套位移传感器主要是光栅和磁栅。现今的位移传感器的准确度和分辨力可达到各个档次的数控机床和测量仪器的要求，其发展趋势为更好的环境适应性，如抗污染性能、抗震动性能；同时，国产高端位移传感器要解决与国内外数控系统配套应用的问题，以期在数控系统和数控机床上得到更多的应用。

第二、除了光栅、磁栅位移传感器在数控机床、测量仪器上应用之外，位移传感器的应用是多方面的。本次展会上，容栅仍然是数显量具的主流，新型光栅量具产品亮相展台。

第三、低端增量式编码器和光栅尺等产品关注度有所下降。球栅位移传感器在本次展会已经很少见了，原因是近年来数显机床上应用日渐减少，而球栅的数控应用技术没有突破。

## 二、重点展商及展品

### 1. 德国海德汉 (HEIDENHAIN) 公司

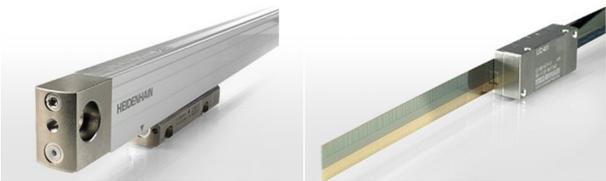
德国海德汉公司成立于1889年，主要研发和制造光栅尺、角度/旋转编码器、长度计、数控系统，测头和数显表等。产品遍布全球，具有广泛应用，包括机床、自动化设备制造、半导体和电子器件设备制造、航空航天、纺织和印刷机械以及电梯等行业。为了更好地为中国客户提供优质服务，海德汉在2001年成立了中国公司。



#### (1) 光栅尺

封闭式光栅尺能有效防尘、防切屑和防飞溅的切削液，是用于机床的理想选择。敞开式光栅尺与读数头和光栅尺或钢带间没有机械接触。这些光栅尺的典型应用包括：测量机、比较仪和其它长度计量精密设备以及生产和测量设备，例如用在半导体工业中。

增量式光栅尺决定当前位置的方式是由原点开始数测量步距或细分电路的计数信号数量。海德汉的增量式光栅尺带有参考点，开机时必须执行参考点回零，操作非常简单、快捷。绝对式光栅尺无需执行参考点回零操作就能直接提供当前位置值。光栅尺的绝对位置值通过EnDat接口或其它串行接口传输。



①LC\LF\LS\LB系列封闭式直线光栅尺（标准光栅尺外壳）技术指标：

	绝对式 LC 115 <sup>1)</sup> /LC 185 LC 195F/M/P/S <sup>1)</sup>	LC 211/LC 281 LC 291F/M
测量基准 栅距	DIADUR玻璃光栅尺 20 μm	METALLUR钢带光栅尺 40 μm
接口	<b>LC 115:</b> EnDat 2.2 <b>LC 185:</b> EnDat 2.2带 ~ 1 Vpp信号 <b>LC 195:</b> 发那科α/三菱/松下/ DRIVE-CLiQ	<b>LC 211:</b> EnDat 2.2 <b>LC 281:</b> EnDat 2.2带 ~ 1 Vpp信号 <b>LC 291:</b> 发那科α/三菱
信号周期	<b>LC 185:</b> 20 μm	<b>LC 281:</b> 40 μm
精度等级	± 5 μm, ± 3 μm <sup>3)</sup>	± 5 μm
测量长度ML	至4240 mm	至28040 mm <sup>5)</sup>
参考点	-	-

②LC\LF\LS系列封闭式直线光栅尺（紧凑型光栅尺外壳）技术指标：

	绝对式 LC 415 <sup>1)</sup> /LC 485 LC 495F/M/P/S <sup>1)</sup>	增量式 LF 485	LS 487 LS 477	LS 388C LS 328C
测量基准 栅距	DIADUR玻璃光栅尺 20 μm	铜基体的SUPRADUR相位光栅尺 8 μm	DIADUR玻璃光栅尺 20 μm	DIADUR玻璃光栅尺 20 μm
接口	<b>LC 415:</b> EnDat 2.2 <b>LC 485:</b> EnDat 2.2带 ~ 1 Vpp信号 <b>LC 495:</b> 发那科α/三菱/松下/ DRIVE-CLiQ	~ 1 Vpp	<b>LS 487:</b> ~ 1 Vpp <b>LS 477:</b> □ TTL <sup>2)</sup>	<b>LS 388C:</b> ~ 1 Vpp <b>LS 328C:</b> □ TTL
信号周期	<b>LC 485:</b> 20 μm	4 μm	<b>LS 487:</b> 20 μm	<b>LS 388C:</b> 20 μm
精度等级	± 5 μm, ± 3 μm	± 5 μm, ± 3 μm		± 10 μm
测量长度 ML	至2040 mm <sup>3)</sup>	至1220 mm	至2040 mm <sup>3)</sup>	至1240 mm
参考点	-	一个或距离编码		距离编码

<sup>1)</sup> 也可提供功能安全特性版  
<sup>2)</sup> 带510/20倍细分  
<sup>3)</sup> 测量长度超过ML 1240 mm时，必须使用安装架或固定件  
DRIVE-CLiQ是西门子的注册商标。

③LIP、LIF敞开式直线光栅尺，技术指标：

	增量式 LIP 382	LIP 281 LIP 211	LIP 6081 LIP 6071
测量基准 栅距	Zerodur玻璃陶瓷基体的DIADUR相位光栅 0.512 μm	Zerodur玻璃陶瓷基体的OPTODUR相位光栅 2.048 μm	玻璃或Zerodur玻璃陶瓷基体的DIADUR相位光栅 4 μm
接口	~ 1 Vpp	<b>LIP 281:</b> ~ 1 Vpp <b>LIP 211:</b> EnDat 2.2 <sup>1)</sup>	<b>LIP 6081:</b> ~ 1 Vpp <b>LIP 6071:</b> □ TTL
信号周期	0.128 μm	<b>LIP 281:</b> 0.512 μm	<b>LIP 6081:</b> 4 μm
精度等级	± 0.5 μm	± 1 μm    ± 3 μm	± 1 μm    ± 3 μm
基线误差	≤ ± 0.075 μm/5 mm	≤ ± 0.125 μm/5 mm	≤ ± 0.175 μm/5 mm
细分误差 <sup>2)</sup>	± 0.01 nm	± 0.4 nm	± 4 nm
测量长度 ML	70 mm至270 mm	20 mm至1020 mm	370 mm至3040 mm
参考点	无	一个	一个

<sup>1)</sup> 参考点回零后提供绝对位置值    <sup>2)</sup> 仅限1 Vpp或EnDat 2.2接口的光栅尺

④电磁感应磁栅尺

海德汉的另一子公司AMO公司的产品是基于电磁感应工作原理，防护等级可达到IP67，因此能够在粉尘、油雾、潮湿等恶劣环境中正常工作。在使用新一代处理原件后，产品信号质量进一步提高，普遍适用于较差环境的应用，如水切割、激光切割等。

(2) 角度编码器



封闭式角度编码器、空心轴和内置定子联轴器的角度编码器

①RCN2000和RON200系列、RCN5000系列，技术参数：

	绝对式 RCN 2380 RCN 2580	RCN 2310 <sup>1)</sup> RCN 2510 <sup>1)</sup>	RCN 2390F RCN 2590F	RCN 2390M RCN 2590M	增量式 RON 225 RON 275	RON 285 RON 287
接口	EnDat 2.2 <sup>2)</sup> ~ 1 Vpp信号	EnDat 2.2 <sup>2)</sup>	发那科α	三菱	□ TTL	~ 1 Vpp
位置值/圈	<b>RCN 23x0:</b> 67 108 864 ( 26 bit ) ; <b>RCN 25x0:</b> 268 435 456 ( 28 bit )				-	
信号周期数/圈	16384	-			18000 <sup>3)</sup> 90000/180000 <sup>4)</sup>	18000
系统精度	<b>RCN 23x0:</b> ± 5' ; <b>RCN 25x0:</b> ± 2.5'				± 5'	± 5' ; ± 2.5'
机械允许转速	≤ 1500 rpm				≤ 3000 rpm	

②RCN8000（高精度）、RON700和RON/RPN800系列，技术参数：

	绝对式 RCN 8380 RCN 8580	RCN 8310 <sup>(1)</sup> RCN 8510 <sup>(1)</sup>	RCN 8390 F RCN 8590 F	RCN 8390 M RCN 8590 M	增量式 RON 786	RON 886	RPN 886
接口	EnDat 2.2 <sup>(2)</sup> 带 ~ 1 Vpp信号	EnDat 2.2 <sup>(2)</sup>	发那科oi	三菱	~ 1 Vpp		
位置值/圈	536870912 (29 bit)				-		
信号周期数/圈	32768	-	-		18000, 36000	36000	180000
系统精度	RCN 83x0: ± 2"; RCN 85x0: ± 1"				± 2"	± 1"	
机械允许转速	≤ 500 rpm				≤ 1000 rpm		

③RON905超高精度，技术指标：

	增量式 RON 905
测量基准	DIADUR圆光栅磁盘带增量到轨
线数	36000
系统精度	± 0.4"
单信号周期位置误差	≤ ± 0.3"
接口	~ 11 μApp
参考点	一个
截止频率 -3 dB	≥ 40 kHz
电气连接	1 m电缆，带M23接头（针式，9针）
供电电压	5 V DC ± 0.25 V/s 250 mA（负载）
电缆长度 <sup>(1)</sup>	≤ 15 m
轴径	盲孔轴
机械允许转速	≤ 100 min <sup>-1</sup>
启动扭矩	≤ 0.05 Nm, 20 °C时
转子转动惯量	0.345 · 10 <sup>-3</sup> kgm <sup>2</sup>
被测轴允许的轴向窜动	≤ ± 0.2 mm
固有频率	≥ 350 Hz
振动55至2000 Hz	≤ 50 m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-6)
冲击6 ms	≤ 200 m/s <sup>2</sup> (EN 60068-2-27)
工作温度	10 °C至30 °C
防护等级EN 60 529	IP 64
重量	≈ 4 kg

## 2.英国雷尼绍（RENISHAW）公司

RENISHAW公司是一家跨国公司，成立于1973年，专门从事高精度检测仪器与设备的制造。位移测量主要的产品是直线光栅尺、角度光栅编码器以及磁旋转编码器和直线磁栅尺。RENISHAW的位移传感器为非接触直线光栅及圆光栅测量系统，光栅是金属反射光栅，它采用了开放式、非接触、小型紧凑结构的光学测量系统，能在高速、高分辨力的工作条件下还具有抗光栅表面被污染的能力。该公司能够提供品种繁多的高速增量式和绝对式直线光栅系统，在机床、测量机、直线电机和半导体专用设备方面得到广泛的应用。



RENISHAW的钢带光栅尺在测量机和仪器上使用很广泛，精度等级± 5 μm/m，如海克斯康(Hexagon) 测量长度最长可达30~50m。26位的角度编码器也大量用于数控机床的机床旋转工作台和机床倾斜头，角度编码器精度等级（玻璃光栅取决于直径大小）2.78"，金属光栅精度等级± 0.5"（取决于直径大小）。现在也有绝对式的光栅尺，长度为10m，通信接口是IC-HAUS的BISS-C。新推出的FORTiS封闭式绝对直线光栅，其搭载雷尼绍经验证的绝对式光栅技术，采用异常坚固的封闭式设计，可在极其恶劣的环境中实现优异的测量性能，适用于对加工精度有较高要求的机床。FORTiS™光栅系统采用雷尼绍成熟的绝对位置测量技术。密封式读数头内部放置一个微型超高速数字摄像机，可读取单码道、精细栅距（30 μm）钢栅尺，具有出色的位置反馈、运动控制、测量及抗污性能。

## 3.西班牙发格自动化有限公司（Fagor Automation S.Coop）

西班牙发格自动化有限公司（Fagor Automation S.Coop）成立于1972年，是从制造数显表，光栅尺开始成为专门从事生产数控产品的公司。研发、创新及基础设施的不断投资，使发格自动化取得了今天的成功，公司能解决具有高度战略意义的项目，例如，用于生产刻线玻璃的光刻术的新设施，刻线玻璃广泛地应用在发格的线性反馈系统中。多年以来，发格自动化用于研发和创新的年均费用都超过销售额的10%，官网称“世界第二大数显表，光栅尺，编码器制造商，世界前四名数控系统制造商”。



光栅尺采用封闭式和敞开式。精度等级± 3 μm、± 5 μm、测量长度玻璃光栅3040mm、钢带光栅50m。绝对尺兼容BISS-C及发那科、三菱等多种协议。角度编码器精度等级± 1"、± 2.5"、± 5" ± 10"等。有绝对式和增量式输出。

## 4.长春禹衡光学有限公司

长春禹衡光学有限公司（以下简称禹衡光学）经过半个多世纪的发展，现已发展成为国家制造业单项冠军示范企业、国家首批专精特新“小巨人”企业，是光栅编码器、光栅尺及旋转变压器的专业制造商。本次展会公司推出多款高端位移传感器产品。

### (1) 高精度整体式角度编码器

高精度整体式角度编码器是长春禹衡光学有限公司经过多年技术积累和研发投入，研制出准确度 $\leq 5''$ 的高端整体式角度编码器系列，可实现光栅直刻32768线，刻划误差 $< 50\text{nm}$ 。采用的高精度回转轴系可有效地进行轴向和径向承载，并保证优秀的回转稳定性。编解码技术先进，大冗余，产品抗污染能力强，防护等级IP65，支持多种协议，如：Drive-CliQ、BiSS等。



高精度整体式角度编码器主要指标：准确度 $\pm 1''$ ， $\pm 2.5''$ ， $\pm 5''$ ；分辨力26bit或28bit；输出协议：Biss、DQ、Canopen。

### (2) 绝对式光栅尺

绝对式光栅尺亮点：

①独特的绝对式编解码技术：采用伪随机码与游标码的结合，增加了解码冗余度，提高了位置信息的安全性和可靠性。

②自主知识产权的高集成化光电扫描芯片及全阵列扫描技术：是模拟信号质量的保障，信号的PHD保持在0.05%以下，最高细分达14bit。

③高精度标尺光栅接长及复刻技术：光栅精度达 $\pm 1$ 微米内，是光栅尺测量精度的重要基础。



高精度绝对式光栅尺主要指标：最大量程4040mm；精度 $\pm 3\mu\text{m/m}$ ； $\pm 5\mu\text{m/m}$ ；定位精度 $\pm 0.1\mu\text{m}$ ；分辨率 $0.0025\mu\text{m}$ ；运动速度 $\leq 180\text{m/min}$ ；通信接口：BiSS-C、DQ。

### (3) 金属光栅角度编码器

金属光栅角度编码器亮点：大空心轴直径，质量轻，转动惯量小；附加启动力矩较小；高精度、高分辨力、高重复性；分体式安装；可提供定制尺寸。



金属光栅角度编码器主要指标：金属光栅尺寸 $\phi 52\text{mm}$ 至 $\phi 550\text{mm}$ 多种尺寸；应用领域为数控转台、DD马达等；通讯协议BiSS-C、SSI；绝对位数21bit-28bit。

## 5. 苏州怡信科技有限公司

苏州怡信科技有限公司自1995年成立以来，以测量仪器为起点、高速加工中心设备为基础，从两大制造设备板块出发，围绕量测自动化、高速CNC加工自动化、机器人、视觉、激光、智能仓储、数据闭环自动上传和分类、判断，对工厂的设备、工艺拥有全方面专业的认知，拥有CNC数控系统设计与开发能力、机械设计能力、制造生产、自动化控制设计能力，PLM、APS、ERP、WMS、MES、SCADA综合部署实施能力。在3C、汽车、半导体、医疗、新能源、航空、航天等领域有着20年的服务经验和技术开发积累。公司集合多领域优质人才专家共同开创可以实现梦想的平台，以“秉承创新、智能、实事求是、合作共赢”的服务理念为相关制造业提供自动化升级、柔

性化改造、以及一站式智能工厂解决方案设计与部署，建设自动化+信息化+智能化生产车间，提升产能，提高质量，增强企业效益。

亮点产品：苏州怡信光电科技有限公司智能工厂集成自动化系统与设备，自动实时数据采集；实现制造过程的可视化透明化，实现全流程自动化和闭环管理。从MES销售订单创建、生产订单排产和下发，SCADA机台计划下发，线体总控指导产线生产，质量检测，再反馈到MES的闭环管理，实现工序级排程管理，生产更加有序。自动化集成可以控制整个生产过程，通过生产点检物料、NC代码，提前保证生产；自动生产计数和报工，实时生产进度监控，结合生产计划和叫料需求，实时生成上料配送和下料配送指令，指导AGV自动导引运输小车转运；整个生产过程实现在线设备管理，数控设备实现自动数据采集能力，设备实时状态管理，电子化设备点检管理，系统性管理设备运维、保养，形成设备档案，设备效率分析，针对性改善。同时可实现在线质量管理，创建检验计划，指导检验流程管理，自动生成检验任务单，避免遗漏，通过检验模板，提升检验效率，检验数据统计和分析，实现持续改善。



## 6. 欧道（扬州）自动化有限责任公司

欧道数显表产品型号众多，可接入磁栅、光栅、球栅、电感、容栅等各种信号的主流位移传感器；显

示方式多样,有LED数码管、LCD液晶屏、TFT彩色液晶屏、外接显示器等;扩展接口丰富,有UART,USB,CAN,蓝牙,以太网等;另有其他多种扩展功能,如传感器报警提示、传感器限位提示、机床主轴控制、机床工作灯、水泵等控制。同时可以根据客户需求提供个性化定制。

欧道数显表选用超高主频FPGA芯片做信号采集,最大位移速度高达25m/s。主芯片采用ARM Cortex-M内核微控制器,可靠性高,外部扩展接口丰富。欧道产品均在专业机构做10余项EMC测试项目,保障产品的安全、可靠、稳定。



### 7. 东莞市特马电子有限公司

亮点产品:

(1) 全彩屏IP67防水防油数显卡尺: 是一款全表盘电子指针数显卡尺, 采用彩色LCD显示屏, 电子指针与数码同步显示, 显示面板可进行多样式切换, 六种分度显示, 三档背光亮度, 六档息屏时间, 客户可根据自己的使用习惯和环境选择适合的显示。产品采用电感测量系统, 锌合金外壳, IP67防护等级, 确保产品在恶劣的环境中也能可靠工作。内置蓝牙数据传输(可选择), 示值锁定, 公差判定等功能。大容量充电电池, 磁吸式充电接口。



(2) 全系列三点内径千分尺。款式包含: 枪式、握式、传统螺旋副三点内径, 测量范围6~350mm(握式6~100mm), 分度值0.001mm, 硬质合金测量面(12mm以上), 恒定测力, 可测不通孔, 可连接加长杆进行深孔测量(最大孔深308mm)。



### 8. 广州市信诺光栅数显有限公司

广州信诺成立于2018年5月, 成立于2018年, 是一家专业开发、研制、生产数控装备的民营高科技企业, 公司总部位于广州市荔湾区。公司专业生产光栅线位移传感器、光栅数显表和编码器等产品。2019年9月公司成功并购广州市诺信数字测控设备有限公司, 整合了一批具有商业价值的专利、商标等无形资产。年销售额5000万元。

特色产品: 机器人全自动三维光学扫描系统。是由马克斯机器人和高精度转台组成精密载具平台, 兼容多种光源类型的计量级三位扫描仪的自动化非接触式三维扫描测量系统。



### 9. 成都华量传感器有限公司

将编码光栅应用于量具, 主要产品有高精度数显指示表, 位移传感器, 直进式光栅杠杆千分尺, 数显双轴水平仪等,

亮点产品:



### 10. 成都思迪机电技术研究所

推出系统精度±2.5" 的角度编码器产品, 分辨率0.036", 增量式输出, 圆光栅刻线数18000线, 用于高精度测角行业。

### 11. 无锡科瑞特精机有限公司

推出磁环型编码器产品, 绝对式和增量式, 系列化的磁环外径82~458mm, 应用于环境适应性较宽泛的场合。

### 12. 通用技术集团国测时栅科技有限公司

推出圆时栅角位移传感器, 主要技术指标: 精度±3"、±5"、±10"; 分辨率18~26bit;

推出紧凑型增量式直线时栅位移传感器, 主要技术指标: 精度±10μm; 分辨率0.5μm; 最大量程750mm。□

# 高精度、高刚性、产品多样化

## ——CIMT2023车床类展品观后感

通用技术集团沈阳机床有限责任公司 陈洪军

### 一、概述

2023年4月10-15日，以“融合创新 数智未来”为主题的CIMT2023在北京成功举办，为全球业界及上下游产业呈现一场高水平的数字与机床完美融合的智造盛宴。

据初步统计，本届展会车削类机床参展商60多家，参展的车床产品超过120台。其中，境内展商包括通用技术集团、北一机床、江苏亚威、科德数控、宁波海天、重庆机床、浙江日发、天水星火、山东威达重工等境内主流机床工具企业。境外展商包括马扎克、德马吉森精机、大隈、牧野、WFL、埃马克、哈斯、哈挺、迪恩机床（原斗山）等国际知名企业。

本届展会参展的车床总体表现为精度高、刚性高、产品多样化等特点。

### 二、代表展商及展品

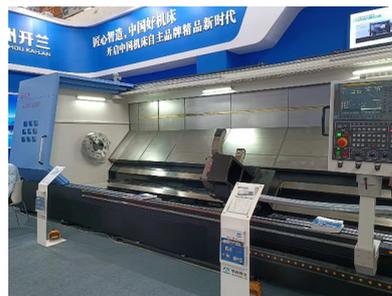
#### 1. 数控卧式车床系列

传统意义上的二轴数控卧式车床展品不多，但也不乏典型产品。二轴卧式数控车床因自身性能缺点，逐步升级为集成多种加工工艺的三轴以上车削机床、车铣加工中心。

◆齐重数控装备股份有限公司CK61125E×50/6P-NC数控卧式车床。床身上最大回转直径 $\phi 1250\text{mm}$ ，刀架上最大加工直径 $\phi 900\text{mm}$ ，最大工件长度5000mm。机床进给导轨X、Z轴均采用双山导向导轨结构，淬火并磨削，导向精度高，精度保持性好，反向运行间隙小；X轴进给采用伺服电机—精密减速器—滚珠丝杠结构；Z轴进给采用伺服电机—精密减速器—滚珠丝杠结构；主轴箱采用抗振式箱体，传动噪声低；空心主轴采用高精度滚动轴承支承；尾座移动为山形和平导轨组合形式。机床广泛应用于大型轴类、圆筒类等回转类零件圆柱面、圆锥面、平面、切槽、切断、螺纹及回转曲面等工序的高精度车削加工。

◆杭州开兰重工机械有限公司KX80-6000大型斜床身数控车床。最大车削直径 $\phi 800\text{mm}$ ，最大车削长度6000mm，是一款大型的精密数控加工设备。机床采用整体45°斜床身硬轨齿轮箱主轴的设计；主轴箱为液压自动四档齿轮传动设计，在保证大扭矩输出的情况下，同时保持主轴的高回转精度；机床的X、Z轴均采用硬轨设计，机床的导轨接触面均采用人工刮研，可以保证机床在加工长

轴类零件时，零件整体的尺寸公差稳定；尾座移动可通过编程来控制，尾座顶紧压力可调。



◆因代克斯贸易（上海）有限公司INDEX C200车削中心。该机床装配有两个高功率的电主轴，3个刀塔和42把刀具，专利设计的W型刀具定位槽，刀具定位准确快速，可以实现2个或3个刀塔同时加工，并可进行高质量的背部加工，加速度1g，快速移动50m/min，INDEX平面移动导轨有良好的吸震性，垂直床身保证了排屑流畅，可配龙门式工件自动卸料系统。

◆北京北一机床有限责任公司LBR-370数控车床。该机床采用30°斜床身，床身和底座为分离式结构，使床身受底座热变形、振动的影响降到最小，提高了床身导轨精度的稳定性；X、Z轴导轨为淬硬滑动导轨，刀塔采用电机驱动，换刀速度达到0.1s/相邻刀具，内藏式电主

轴，最大扭矩328N·m，满足高温合金、钛合金、不锈钢等难加工材料的粗精加工。

◆中国通用技术（集团）控股有限责任公司（大连机床）DT40HY车削中心。三轴联动、半闭环控制，高刚性床身导轨40°倾斜布局，的床鞍及尾座滑体均为直线导轨，磨擦系数小、动态特性好。控制系统采用i5系统和交流伺服驱动。可对直径φ350mm以内的轴类零件及盘类零件进行各种车削、钻削、铣削加工。



◆浙江海德曼智能装备股份有限公司T55MS高精度数控车床。其主轴和刀塔部件分别采用了自主开发的同步电主轴及伺服刀塔，刀塔采用伺服电机粗定位，高精度牙盘精定位，液压卡紧，保证了刀塔部件的高精度和高速度分度要求。配置伺服尾座，尾座移动距离和顶紧力可以在程序中任意设定。可根据具体需求，配备高速机器人，实现自动化生产。



◆浙江金火科技实业有限公司TT7580数控车床。这是一款斜床身刀塔车床，床身上最大回转直径φ650mm，拖板上最大回转直径φ400mm，最大车削长度800mm。采用整体倾斜30°结构床身，床身横

截面积大，导轨跨距大，使切削过程更加稳定；主轴轴承前端由双列圆柱滚子轴承与双列角接触推力球轴承组成，后端为双列圆柱滚子轴承，保障了主轴高刚性及稳定性；大规格伺服刀塔，标配32刀方，φ50圆刀座，保障了大切削量的刚性需求；可编程伺服尾座，采用活顶尖，尾座整体移动。

◆安徽新诺精工股份有限公司SHL60B车削中心。床身上最大回转直径φ610mm，最大切削直径φ450mm，最大切削长度565mm。45°整体斜床身结构，导轨采用水平阶梯布局，主轴箱水平放置，提高了机床的稳定性；结合有限元分析，增强了主轴箱、床鞍滑板刚性；12工位动力刀塔可满足用户对车铣复合加工的使用需求；采用后排屑，前方留出布置流水线的空间，满足自动化的操作需求。

◆山东鲁南精工机械有限公司TCK6065数控车床。机床床身最大回转直径φ600mm，最大加工直径φ500mm，最大切削长度650mm。45°斜床身与底座一体铸造成型，经充分的二次时效及自然时效，确保了机床使用的稳定性；主轴材质为铬钼合金，主轴轴承选用双列圆柱滚子轴承和成对轴承的配合，确保高速、高精、高可靠性能；配置液压或伺服刀塔，刀盘的夹紧和松开由液压缸完成，刀具可根据用户习惯选择正向或反向安装。

◆宝鸡西力精密机械有限公司STN50数控车床。最大车削直径φ330mm，最大加工长度520mm，卡盘尺寸8英寸，12工位伺服刀架，可编程伺服尾座。高刚性高精度的主轴设计实现强力重切削，采用45°混合斜床身结构，通过刀架与滑鞍合并，增大床鞍导轨的跨距等手段，提高了机床的整体结构刚性。伺服刀

塔，伺服尾座，提高了机床的工作效率。



## 2. 数控立式车床系列

从机床结构特点看，立式床身排屑更加方便，有助于减少由切屑热对工件变形的影响，但是其机床的防护要求较高，存在很多工艺难点，在这方面国内企业有很大欠缺。今年立式车床境外厂家展品有所增加，中国台湾东台、油机有代表性的出展了样机，国内也有一些企业展出系列产品。

◆南阳煜众精密机械有限公司LC-600数控立车。最大回转直径φ820mm，Y轴行程（动力轴）150mm，针对涡轮增压器壳体研制的设备，通过追加Y轴/B轴功能，可实现独立于刀塔之外的动力装置。多种夹具选择，可选配标准油缸卡盘，也可定制非标液压工装，最多可实现6路高压油及两路气，在主轴高速旋转状态下通到夹具，用于工件夹紧及气密检测。主轴在Cs模式进行分度提升至0.001°，可实现五轴控制加工。



◆巨鑫机床有限公司JXLC63盘类数控双主轴立车。双系统双控制，独立操作，左右加工区域完全隔离，相互不干涉，各自配置8工位伺服刀塔，采用滚柱导轨，加长滑块，刚性强。最大工件高度350mm，最大车削直径 $\phi 550\text{mm}$ 。适用于盘类及壳类零件的加工。



◆济南第一机床有限公司VL-600ST数控立式车床。该系列机床采用模块化设计，满足刹车盘单刀架标准车削要求，也可满足其他零件标准车削要求；采用卧式刀架和对置式伺服轴联动上刀架，上下刀架可同时对刹车盘两面进行高效车削加工。

◆埃马克（中国）机械有限公司太仓分公司VT 4-4轴类立式车床。四轴配置、短行程及高功率主轴可实现大批量加工时高效率。双刀塔同时加工使加工时间大幅缩短。两个拥有11个刀位的刀塔既可配备车刀，也可配备动力刀具。两个刀塔上各预留一个位置为工件夹持器，可以分别同时从毛坯库取件和把加工后成品取出并送走，零件上下料可同步进行。另一展品VL8，为自动化的倒立式自动上下料车床，专为加工精密盘类零件而研发。



◆通用技术集团沈阳机床股份有限公司IVT22m 复合型倒置立式车床，最大加工直径 $\phi 120\text{mm}$ ，最大高度250mm，铣主轴摆动范围（B轴） $-20^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ，铣主轴最高转速4000 r/min，车主轴最高转速1500r/min。采用桥式结构布局；机床配有机内料线，配合桁架机械手及自动料仓，可实现单机或多机自动化，同时配备i5智能数控系统，实现智能化操作及管理；主要用于球笼中钟形壳以及星型套零件的复杂球道以及球面加工。



### 3. 数控纵切机床系列

数控纵切机床的开展主要有瑞士托纳斯、日本西铁城、日本Star为代表，切削范围在在 $\phi 13 \sim \phi 32\text{mm}$ ；国内主要有津上、宁江、山东、广州等地的厂家，该类机床是精密、高效机床的代表，主要领域是汽车、电子、仪表等行业，国内国外差距较大，还是以工艺集中为产品特点，从棒料到成品一台机床上实现全序加工。

◆托纳斯贸易（上海）有限公司MultiSwiss 8×26多主轴自动车床。该机床融合了多轴车床和单轴车床的

优势，配有8个工位（根主轴），针对各个工位实现独立转速和分度和C轴定位，每个工位最多可容纳4把刀具，总刀具容量最多可容纳31把；背轴安装在两个移动轴线上，可以使用至少4把刀具完全独立工作，其中2把为动力刀；配备液态静压轴承。一体式机床布局设计理念，包括棒料送料机、油箱、高压泵、排屑器、集油盘和过滤装置。配备Tornos TB DECO或TISIS ISO编程软件，实现辅助工件编程，优化加工节拍，实现工业互联。

◆托纳斯贸易（上海）有限公司SwissNano 7瑞士型自动车床。其加工范围 $\phi 0.1 \sim \phi 7\text{mm}$ ；运动结构包含6个直线轴，该设计理念的核心是安装在三个直线轴上的背轴和2个独立刀具系统。可容纳最大18把刀具，其中5把为动力刀，可执行滚削、多边车削加工、螺纹铣削以及内外旋风铣削。模块化设计，适用于医疗器械和植入类零件、钟表零件及电子零件的加工。

◆西铁城（中国）精密机械有限公司L20 数控纵切车床，最大加工直径 $\phi 20\text{mm}$ ，刀具安装数量40把；模块化设计，可选配搭载旋转B轴，选配搭载ATC装置（L20XII），灵活对应复杂工件；搭载西铁城独创（LFV）低频率振动切削技术，解决难加工材料的缠屑和粘刀问题。

◆四川普什宁江机床有限公司CK1101 II 数控纵切机床。主轴采用内置主轴电机结构（电主轴），轴承采用高精度向心推力角接触球轴承，具有高刚性、高稳定性等特点；电机采用内置主轴电机，升、降速时间短，具有Cs轴控制和分度功能；主轴最高转速16000 r/min，专业用于小零件的高精密加工。可对冷拉棒料或磨光棒料进行连续上、下料的自动循环加工。



◆因代克斯贸易（上海）有限公司TRAUB TNL12走心和走刀式自动车床。具有两个相同的主轴（主轴和副主轴）和两个刀架，两者都有一个插补Y轴； $\phi 13\text{mm}$ 的主轴通孔可以配备一个前端加工模块以及一个复杂的后端加工模块；提供了多达38个可用的刀位；TRAUB TNL12可以在走心和走刀之间来回快速切换。刀架、前后加工模块都是由CNC分度，两个刀架和前后加工附件，可实现同时高效加工，超大尺寸和符合人体工程学的工作区域，刚性、稳定的铸铁床身和热对称设计保证高精度和稳定性，无液压系统，没有液压的热量影响。



◆因代克斯贸易（上海）有限公司INDEX MS22-8多轴数控多功能机床。该机床配备八个主轴，最多两个同步副主轴，以及多达十六个刀架，它们可以自由配置十字X/Y/Z滑台，以实现高效加工。核心部件由集成在主轴轮毂中的六个液冷电主轴组成，主轴轮毂通过使用端面齿匹配确保每

个位置的最高精度。套筒采用静压轴承支承，Z轴无磨损，液压锁紧且快速的同步回转主轴能实现多种方式的背面加工。可选配机器人上下料和卡盘装夹工件。

◆宝力机械有限公司SR-20RIV（type A）日本「Star」瑞士型CNC自动车床。其最大加工直径 $\phi 20\text{mm}$ ，主轴/副主轴最高转速 $10000\text{ r/min}$ ，主轴/副主轴实行C轴控制分度，主轴最大行程为 $205\text{mm}$ （带导套）/ $50\text{mm}$ （无导套），27位置的刀具安装位置处，最多可安装41把刀具，背面专用刀座上标配Y轴控制，type A配备角度调整型动力刀具单元1 Pos.（正面3把+背面3把）可进行最大 $100\text{mm}$ 的深孔加工，具备高刚性高精度。

#### 4. 数控专用数控车

◆安阳鑫盛机床股份有限公司ADPT300斜床身数控管螺纹车床。机床采用 $45^\circ$ 斜床身，配置前后双卡盘，液压刀架，精密手动中心架，液压尾座，集中润滑，自动排屑。回转直径 $\phi 820\text{mm}$ ，顶尖距 $3000\text{mm}$ ，最大车削直径 $\phi 750\text{mm}$ ，主轴通孔 $\phi 300\text{mm}$ ，卡盘直径 $\phi 630\text{mm}$ 。机床主要适用于中大型油管类各种牙型的管螺纹以及零件的端面、外圆、两端内孔的粗、精加工；机床可选配气动卡盘，挡料机构，接料机构，带卡盘大通径移动尾座，可方便组成管类零件加工自动线。

◆台州屹捷数控机床股份有限公司YJ-CK90ST中驱型数控车床。通过配置两套左右对称结构的刀塔和共用主轴箱的方式，结合中驱动双向电主轴结构，实现高精度双头数控车床的中驱总体布局，实现一次装夹同时完成工件两端加工，解决异形轴类零件加工及双面加工同轴精度问题，并提高了生产效率和加工精度。

◆安徽力成智能装备股份有限公司DNL082双头数控车床及自动化。机床采用立式整体式框架机身，刚性好，易排屑；特殊结构的中置主轴，可响应高转速和切削刚性的需要；左右独立式排刀单元或刀塔，配可伸缩刀具，可有效解决刀具干涉。床身上最大回转直径 $\phi 300\text{mm}$ ，夹持直径范围 $\phi 15 \sim \phi 70\text{mm}$ ，工件总长度范围 $300 \sim 500\text{mm}$ ，主轴夹持最大直径 $\phi 70\text{mm}$ 。零件一次装夹两端同时加工，双通路控制器，可搭载桁架式或关节式机器人，支持自动化连线。

◆天水星火机床有限责任公司CK8011F轮对自动化加工数控车轮车床。轨距 $1435\text{mm}$ ，加工轮对直径 $\phi 600 \sim \phi 1100\text{ mm}$ ，加工轮箍宽度 $120 \sim 145\text{mm}$ ，最大工件重量 $3000\text{kg}$ 。机床X、Z轴均采用精密减速器和丝杠传动方式，配置自动测量装置，可实现轮对内测距、车轮直径、轮缘高度、轮缘厚度、轮对QR值及轮廓磨耗、多边形和等效锥度等测量数据，具有车轮轮廓曲线的编程、加工、存储、调用及显示功能。

◆云南CY集团有限公司CY-K72DW轮毂车床。该机床是一款针对铝合金轮毂车削加工的专用车床，床身上最大回转直径 $\phi 720\text{mm}$ ，最大切削直径 $\phi 620\text{mm}$ ，标准加工轮圈22英寸，标准加工轮圈宽12英寸。采用 $45^\circ$ 重载高刚性硬轨床身，配置轮毂加工专用设计加厚主轴和皮带轮，大功率主轴电机及进给电机，强力型、高刚性卧式12工位伺服刀塔，并采用特制刀座，减少了加工过程中产生的振动，提高切削稳定性和精度，扭矩大，切削力强，加减速时间短，提高加工效率。

◆陕西诺贝特自动化科技有限公司JXK200WA双主轴双排刀精密数控车床。第一、二主轴通孔直径 $\phi 25\text{mm}$ ，最大夹持外径 $\phi 60\text{mm}$ ，

最大加工长度60mm。在日本北村300WA的基础上,设计开发的高效、紧凑型平行双主轴车床。机床由两个电主轴并排布局沿Z轴前后移动,X轴与Z轴垂直,左右移动,通过桁架机械手进行取料、上料、放料,从而实现全过程自动完成零件的加工、工件上料装夹、工件清理等工序的高效执行,适合大批量小型盘类、轴套、隔圈、小型轴承内外圈等零件的加工。

## 5. 超精密车床

针对特定高精度行业,宁江、江苏博谷智能等企业展会上展出高端超精密车床,展品床身采用天然花岗岩和人造大理石,采用静压主轴、静压导轨,使机床具有良好的热稳定性、抗振性和刚性,保证机床获得较高的精度,机床加工工件表面达到镜面效果。

◆江苏博谷智能科技有限公司MICROTECH 100SP超精密以车代磨硬车削机床。这是一款超精密的数控车床产品。采用天然花岗岩床身和主轴座、超精密液体静压导轨、超精密液体静压主轴、床身及供油系统恒温冷却、C0级滚珠丝杠驱动并结合光栅尺精密反馈,可以满足硬车削的精密超精密加工任务。其尺寸精度及形状精度控制在 $1\mu\text{m}$ 左右,最高可达 $0.2\mu\text{m}$ ,加工黑色金属表面粗糙度小于 $Ra0.4$ ,最高可达 $Ra0.1$ ;加工有色金属表面粗糙度小于 $10\text{nm}$ ,最高可达 $1\text{nm}$ 。此外,博谷智能还展出了液体静压车削主轴、液体/气体静压万能轴头、液体静压磨削主轴等精密功能部件。



◆高松机械工业株式会社SW-130精密车床。机床具有2个平行主轴,2个刀塔,是一款拥有高性能并省空间的精密车床。最大加工直径 $\phi 280\text{mm}$ ,X/Z轴行程为 $150/160\text{mm}$ 。采用方形滑道, $\phi 100\text{mm}$ 大直径主轴轴承,确保了主轴刚性。通过在机身中加入功能材料抑制振动,冷却循环系统抑制床身的热位移,实现了高精度加工。配置3轴装载机和适合8英寸卡盘的旋转工具单元,最多可以20把回转刀具,以满足复合加工工艺集成的需要。

◆肖布林(上海)机床有限公司202TG车铣磨一体高精度复合中心,车床的出厂精度:主轴径向跳动 $<0.5\mu\text{m}$ ,主轴端面跳动 $<0.5\mu\text{m}$ ;加工产品的粗糙度可达 $Ra=0.1\sim 0.4\mu\text{m}$ ,有色加工定制可达 $Ra0.04\mu\text{m}$ ;硬车可达65HRC;可提供对小微型难加工零件夹具刀具的一体化解决方案;可提供以车代磨或实现车铣磨一体化加工的柔性制造系统以及智能制造系统。



## 6. 五轴车铣复合加工中心

五轴车铣复合加工中心是车床产品皇冠上璀璨的明珠,车铣复合加工中心是在三轴车削中心基础上发展起来的。可以在一台车铣中心上一次装夹,完成全部车、铣、钻、镗、攻螺纹,甚至热处理、激光等加工,其工艺范围之广和能力之强,已成为当今复合加工机床的佼佼者。是解决叶轮、叶片、船用螺旋桨、重型发电机

转子、汽轮机转子及大型柴油机曲轴等加工最高效的手段。

### (1) 卧式车铣复合加工中心

本次展会展出的卧式车铣复合产品厂家比较多,除了知名的WFL、MAZAK、DMG等,国内主要机床厂家亦推出系列复合车铣加工中心,可以看出国内对复合机床的需求旺盛。比较有代表性的机型如下:

◆奥地利WFL车铣技术公司M30 MILLTURN铣车复合加工中心。最大车削直径 $\phi 520\text{mm}$ ,最大加工长度 $2000\text{mm}$ ,车削主轴最高转速 $4000\text{r/min}$ ,铣削主轴最高转速 $6000/9000/12000\text{m/min}$ 可选,B轴摆角范围 $-110^\circ\sim 110^\circ$ 。配置智能化刀具管理系统,能自动修改刀具数据。机床适用复杂轴类及盘类零件的六面加工,复合了车削、铣削及钻削加工工艺,能够实现五轴联动加工,还可以根据需要选择相应的模块,实现齿轮加工或深孔加工。



◆因代克斯贸易(上海)INDEX G420铣车复合中心。机床配备对置正副主轴、铣削主轴、双下刀塔,整体结构的大理石床身,独特的设计可以实现三把刀具同时加工,加工直径 $\phi 102(\phi 120\text{可选})\text{mm}$ 、长度 $1600(2300\text{可选})\text{mm}$ 的棒料,卡盘直径 $\phi 315(\phi 400\text{可选})\text{mm}$ 。机床的静态部件质量和移动部件质量之比超过了 $5:1$ ,快移速度 $50\text{m/min}$ 。配备的三个滑台均带有Y轴,16个运动轴、刀库可选115刀位,总刀位数达139,增加了加工的柔性。刀塔可选配中心架用于加工长轴类零件,另外可选配集成的上下料系统或二轴机

器人单元iXcenter。

◆大隈机械(上海)有限公司MULTUS U3000 铣车复合加工中心。最大加工直径 $\phi$ 650mm,最大加工长度1000mm,可选配1500mm。具备同级别最大Y轴行程并采用高刚性立柱移动式结构,B轴分度角度 $-30^{\circ} \sim +210^{\circ}$ ,使主轴和副主轴拥有同等的加工区域,B轴驱动采用了零反向间隙的滚子齿形凸轮驱动,主轴和副主轴均可实现精密分度的高精度C轴,C轴定位精度4",旋转刀具主轴转速50~12000r/min,主轴转速50~5000r/min,X、Y/Z轴快速进给速度50/40 m/min;双滑鞍机构可将加工时间缩至最短,支持倾斜轴的车削,可选用齿轮加工程序包,只需输入刀具种类、齿轮规格、加工条件等参数,即可实现高精度制齿。



◆德马吉森精机机床贸易有限公司CTX Gamma 2000TC铣车复合加工中心。最大工件直径 $\phi$ 700mm,最大工件长度2000mm,最大棒料直径 $\phi$ 127mm,X/Y/Z轴行程800/420/2050mm。内置主轴驱动,扭矩达4000N·m,车/铣主轴最高转速12000r/min,扭矩220N·m,超紧凑车/铣主轴满足复杂车削和铣削加工要求,可选配第二刀架、刀塔中心架及刀塔顶尖。



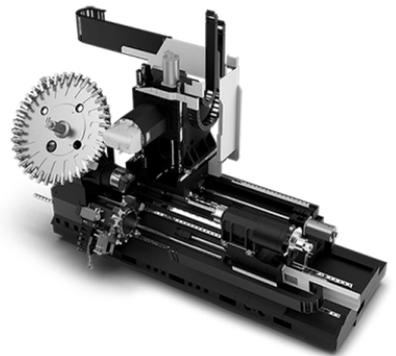
◆山崎马扎克(中国)有限公司INTEGREX i-500S 铣车复合加工机。融合齿轮成形、滚铣加工、长钻头加工等专用机床的能力。主副主轴端最大间距2500mm,最大加工直径 $\phi$ 700mm,车削主轴/副主轴最高转速4000r/min;铣削主轴最高转速12000r/min,搭载了高功率输出及高扭矩内置电机的主轴、缩短全长的紧凑型铣削主轴,车削主轴及铣削主轴采用模块设计,扩大式样选择范围。可配置高速移动机器人应对自动化及多关节机器人等相关需求。

◆山崎马扎克(中国)有限公司INTEGREX i-250HS 铣车复合加工机。主副主轴端面最大间距1500mm,最大加工直径670mm,车削主轴/副主轴最大转速5000r/min,铣削主轴最大转速12000 r/min;为马扎克复合加工机INTEGREX系列的高端机型,采用增强自动化设计,平行式下刀塔增强了多任务处理能力;采用搭载了支持AI、数字孪生和自动化的新型CNC装置MAZATROL SmoothAi系统;配置Ai热屏蔽功能,使连续加工精度保持稳定。备有桁架机械手、棒料输送机、自动卡爪交换装置等丰富的自动化选配件。

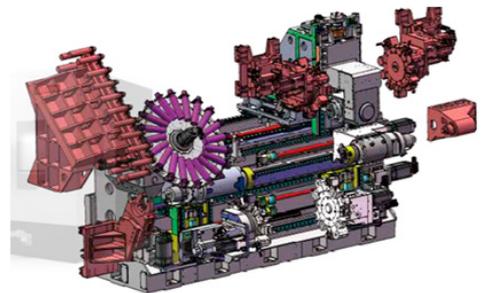
◆迪恩机床(中国)有限公司PUMA SMX2600ST 铣车复合加工中心。最大车削直径 $\phi$ 660mm,最大车削长度1540mm,共有9个轴,采用正交型Y轴结构,左右主轴及铣削主轴组合,铣削主轴安装在摆动B轴上,配备12位高刚性伺服刀塔,具有强大的切削性能。采用人体工学设计,前置刀库及触屏式ATC操作面板,更加便于操作和维护修理。



◆科德数控股份有限公司KTX1250 TC五轴卧式铣车复合加工中心。机床平斜床身立柱移动的结构,配合单摆直角头、双工件主轴和中心架或下刀塔;主轴转速最高为12000r/min;B轴摆动范围为 $-120^{\circ} \sim +120^{\circ}$ ,最高转速为60r/min。工件最大回转直径为 $\phi$ 700mm,最大车削直径为 $\phi$ 630mm。采用八角滑枕整体结构,应力分布均匀,刚性好。

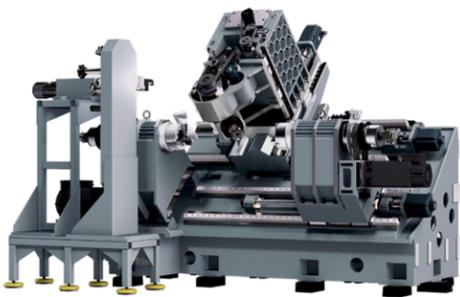


◆科德数控股份有限公司KCX 1200 TM五轴卧式铣车复合加工中心。配置对置的双车削主轴、双下刀塔以及铣削主轴。最大加工直径 $\phi$ 400mm,最大加工长度(两卡盘支撑时)1200mm;车削主/副主轴箱均采用内冷却力矩电机,同时配备高精度电磁角度编码器+液压夹紧,控制系统采用科德GNC62系统,可选配BMT65动力刀塔、编程尾座顶尖,尾座的顶紧力能够跟零件直径尺寸大小进行编程控制。



◆沈阳众一智能装备科技有限公司LM400-800 卧式五轴铣车复合加

工中心。最大车削直径 $\phi 400\text{mm}$ ，最大车削长度 $800\text{mm}$ ，床身上最大回转直径 $\phi 550\text{mm}$ ，B轴转角 $-105^\circ \sim +120^\circ$ ，铣削主轴最高转速 $3500\text{r/min}$ 。实现五轴同步联动加工，集成了车、铣、钻、镗、攻丝功能于一身的高柔性机床。



◆秦川集团宝鸡机床 BHR800V 卧式铣车复合加工中心。床身上最大回转直径 $\phi 820\text{mm}$ ，车削主轴最高转速 $2700/1680\text{r/min}$ ，铣削主轴最高转速 $5000\text{r/min}$ ，B轴摆动范围 $-110^\circ \sim 90^\circ$ 。主轴箱采用双电机主从模式，连接齿轮箱，两档变速，主轴输出最大扭矩 $3340\text{N}\cdot\text{m}$ ，主轴夹紧力可调；采用独立仓储式刀库，配备机器人实现刀具及附件头的快速更换；可实现各种车、铣、镗、钻、铣齿、磨等复合高精加工，擅长于深孔加工，最大加工孔深可达 $1500\text{mm}$ ，应用于能源领域、航空航天领域、大型船用柴油机领域的传动轴等加工。

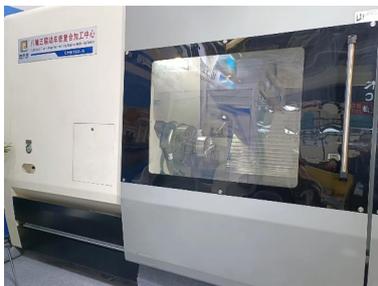


◆天水星火机床有限责任公司 CNCX630 五轴铣车复合加工中心。是星火与其全资子公司法国SOMAB合作研发，床身最大回

转直径 $\phi 630\text{mm}$ ，最大加工长度 $4000\text{mm}$ ，控制系统为华中HNC-840DI，全闭环控制。配有自定心液压卡盘、自定心液压中心架、程控液压尾座、B轴动力刀塔和自动刀库。用于高强度钢制零件的车削、钻孔、铣削、铣螺纹、攻丝等加工。



◆山东普利森集团有限公司 CH6163-5 铣车复合加工中心。最大加工直径 $\phi 630\text{mm}$ ，最大加工长度 $1000\text{mm}$ 。主轴单元有分别控制的液压阻尼和液压制动系统，保证了机床在高速铣削和低速重力铣削时主轴平稳抗振；Y轴为互为 $60^\circ$ 夹角的X轴和U轴插补虚拟轴，行程大，刚性好；24位刀库安装在下滑板后部与Z轴同时进给，可以在Z轴行程的任意位置装刀换刀，减少了传统固定刀库的装刀换刀动作故障，并且大大缩短了换刀的辅助时间。



### (2) 立式车铣复合加工中心

立式车铣复合加工中心此次展会展品比较多，从用户需求看，也是一种发展趋势，典型加工样件：叶盘、复杂模具、机匣等，尤其适用于航空航天狭长件、叶轮等，通用性较强。

◆埃马克（中国）机械有限公司太仓分公司 VL 200 GT 立式车磨复合加工中心。使用高减震性能聚合物混凝材料的床身，卡盘直径 $\phi 210\text{mm}$ ，工件最大直径 $\phi 160\text{mm}$ ，工件最大长度 $100\text{mm}$ ，一次装夹完成全部硬加工，硬车和磨削组合实现了更短的节拍时间、更高的加工质量并大幅降低了刀具成本。工件预车后只给后续磨削留下极少量的加工余量，砂轮修整频次低，能实现表面质量 $Rz < 1.6\mu\text{m}$ 加工，可配置自动上下料功能。



## 三、观后感

通过长期对CIMT展会的观察与过内外展品对标对比，让我们看到了中国车床行业发展的希望。应该说，中国车床行业的发展有了长足的进步，但和国外顶级制造商还有一定的差距。

高档功能部件高度依赖国外进口，越是高端的机床，越看不到国内配套件的身影，这是一个制造强国的悲伤。高端机床上的线轨、丝杠、轴承、动力刀架、测头等，尤其是五轴车铣复合的核心部件B轴刀塔，国内仍没有成熟的技术。部分机床功能部件国内虽然能够生产，但精度和质量还不能满足客户的需要。

以用户为中心的理念越来越深入地渗透到机床制造者的设计理念中。机床行业从以用户为中心求生存，逐步转变为以用户为中心求发展。展会上各家产品都不同程度的体现了以客

户为中心的设计理念产品，人机交互界面更加顺畅，机床操作门槛有了更大幅度的降低。

当下市场竞争属于国内竞争国际化，国际竞争国内化。从展品价格角度考虑，DMG MORI、LGMAZAK等企业机床产品价格是国内企业同档产品的1.5~2倍，台湾韩国机床价格与国内企业基本接近，国内企业已经失去了价格优势。另一方面随着DMG，LGMAZAK，doosan等企业在华厂产能的不断提高、国产配置的批量采用，必将导致其用价格降低来扩大市场占有率，侵蚀国内企业市场份额。因此国内中高端机床产品存在潜在的产业安全风险。

本届展会全程观展，感触很深。

### 1. 智能化、数字化

从展会前的CEO论坛报告，到

中外展商的展品，智能化的进步可以说体现的淋漓尽致。而且，不仅仅是机床产品的智能化的进步，从论坛报告中，很强烈的反映出当前企业管理的进步，管理的数字化和生产的智能化。ERP、MES、FMS等，各种软件的应用逐渐普及，预示着智能化、数字化时代的到来。这已经不是趋势，而是现实了。比如海德曼的智能工厂、海天精工的智能工厂、宁波伟立的数字化柔性制造系统（DFMS）等。

### 2. 产品高端化

个人感觉，与上一届展会展品相比较，产品档次有了明显的上升。五轴类高端产品在本届展会中非常的普遍，不管是老牌企业还是新兴的民营企业，都纷纷展出了自己的五轴产品，各企业在五轴产品研发中也都准

备加大投入，随着市场的进一步验证，可以期待，中高端机床产品可以实现进口替代。比如北京博鲁斯潘的立式五轴联动加工中心、山东普利森CH6163-5车铣复合加工中心、江苏博谷智能的超精密以车代磨硬车削机床、天水星火机床的五轴车铣复合加工中心等。

### 3. 产品专用化

以用户需求为导向，在市场需求各细分领域，很多企业都有着自己的发展思路和发展方向，在求同存异的大的指导思想下，去强化自身的优势领域，避免同质化竞争，行业进入高质量发展阶段。比如天水星火机床的多轴联动数控缠绕机床、云南CY集团有限公司CY-K72DW轮毂车床、台州屹捷数控机床股份有限公司YJ-CK90ST中驱型数控车床等。□

上接第31页

### 2. 行业布局情况

三航两机行业布局，国内外主要展出的设备以五轴卧式车铣复合加工中心，摆头五轴加工中心，立卧转换五轴加工中心，七轴五联动加工中心，立式摇篮五轴加工中心为主。

针对3C行业，北京精雕本次共展出六款机床，全部是五轴产品。其早期产品全部是雕铣类产品，主要加工3C行业内零件，加工精度及稳定性受到业界认可，在此基础上，北京精雕开始研发五轴产品，由于三轴产品的基础技术非常扎实，五轴产品一经推出很快占领市场，受到市场好评，目前北京精雕产品在3C、医疗、精密模具等行业占有不可撼动的地位。

创世纪也是在3C行业发展起来的机床企业，创世纪凭借9万台钻攻产品的销量，稳居国内钻攻产品第一的位置，其产品更新换代较快，响应客户速度较快，慢慢的占领了3C行业市场。随着其规模的逐渐增大，创世纪产品开始丰富，立加产品、卧加产品、龙门、五轴、走心机等逐渐推向市场，其最新推出DT系列高精度立式加工中心有两个亮点：第一，中空冷却丝杠，有效地减少了温度带来的机床精度误差；第二，DT-40为一款600规格钻攻升级机型，提升了主轴刚性及扭矩，可应用于钛合金加工、压铸铝加工，是3C行业及新能源行业目前正需要的一款机型，是未

来几年市场的热销产品。

新能源行业布局，无论大小企业都有针对新能源零件的解决方案，目前来看新能源汽车电池系统结构件、电机壳、前后副车架、电机轴、球笼等零件都有专用机床来加工。龙门类机床、卧式五轴类机床以及型材加工类机床在本次展会中明显增多。

例如普拉迪在原有的型材机基础上研发PHC1630箱中箱龙门加工中心；格劳博展出框架结构件和底盘工件加工中心 G700F；上海大侨誉远精密机械股份有限公司展出DF-550双主轴双盘面五轴加工中心/DH-630R高速双主轴卧式加工中心/MHV-500立卧复合型多面加工中心等。□

# 融合创新 数智未来

## ——CIMT2023部分五轴加工中心展品评述

机床协会钻镗床分会 聂艳

2023年4月10~15日，第18届中国数控机床展览会（CIMT2023）在北京成功举办。本届展会的主题是“融合创新 数智未来”。该主题准确、鲜明地反映了我国机床行业发展和产业市场的时代特征，以及本次展会的背景。

通过展会走访笔者发现，近年来机床产业多以高速、高效、高精度为目标，各厂商在巩固完善现有产品的基础上，其机床设计的重心在提高切削速度、缩短换刀和托盘交换时间等方面不断发力，最终目标是提高生产效率。机床在模块化、集成化方向不断发展，减少机床占地面积，增大工作空间。同时，很多机床可组成FMS生产线，消除上下料时间，不断为用户创造附加价值。现分享几款五轴加工中心机床，为大家提供一些参考。

### 一、境外部分五轴加工中心展品

境外卧式加工中心展品整体技术较成熟、性能较稳定，但销售价格较高，具有相对固定的目标用户。境外展商比较有代表性的有：德马吉森精机、马扎克、牧野、大隈、埃弗米等，虽然一些展示的五轴加工中心并非首次亮相，但是其技术细节上较之

前又有进步。而且境外展商在本届展会上除展出各类具有技术优势的新品外，还有一个新的特点：部分境外知名企业着重推出在中国生产的本地化产品，以求更加贴近中国用户需求。

DMG森精机机床贸易有限公司展出的是他们第三代五轴机床DMU50（见图1），该机床是一个为车间加工、培训、实验室、夹具及工具行业应用开启新时代的机型。该型CNC数控万能铣床的突出特点是其创新的机床结构。全部轴都采用数字驱动技术，快移速度24m/min和电主轴18,000r/min，因此DMU50动态性能好。



图1

除标配刚性工作台外，还可选配手动工作台，液压夹紧的电动回转摆动工作台和联动工作台。最新配置加强筋铸铁立柱的横向滑座为该机提供了高精度和高刚性的基础。它采用最新数控技术DMGERGO<sup>®</sup> fine<sup>®</sup> 控

制面板，19"显示器和3D软件，为最高工作速度，精度和可靠性提供保证。DMGMORI的DMU50是5面/5轴联动加工的理想选择和经济的入门机型。DMU50适应广泛—多种工作台选配，从固定工作台到5轴联动加工所需的回转摆动工作台工件承重大和加工精度高，因为机床自身的回转摆动工作台的两个旋转轴全部配大直径轴承，占地小，加工区接近性能好，排屑好，大坡度落屑板，加工区相对该机床规格较大刀库配16/30或60刀位（选配），大功率电主轴，最高转速18,000r/min（选配），扭矩130N·m和功率35kW（40%DC）。DMU50主要用于石油天然气行业，刀具行业，液压行业等领域，其加工应用案例如图2所示。



图2

DMU50主要技术参数如表1所示:

表1

X/Y/Z行程 (mm)	650/520/475	主轴最高转速 (r/min)	18000
B轴行程 (°)	-35° /+ 110°	B轴进给 (r/min)	22

山崎马扎克(中国)有限公司展出的VARIAXIS i-800 NEO五轴加工中心(见图3)。



图3

该机床是以高精度和高附加值为目标的立式五轴加工中心。通过工件的一次装夹,实现多面铣削加工,大幅度缩短转序时间,利用先进的刀具和高速加工技术,可大幅减少加工时间,广泛应用于半导体、汽车,航空,模具,一般机械等领域的高效高精度加工。通过采用结构简单、可靠性高的凸轮驱动式双臂ATC,实现4.5s换刀时间,具有高刚度、高转速主轴,切削范围广的特点,能实现从铁基金属的重切削到铝等有色金属的高速切削。其搭载的数控系统利用AI技术对铣轴的振动进行补偿,改变切削条件使加工面更加光洁;使用AI热屏蔽,可根据主轴转速和机体上的温度传感器信息抑制刀尖位置的变化,使连续加工的精度保持稳定。Smooth智能主轴安装的振动传感器会自动检测出加工中发生的震颤振动,选择生产效率较高的加工条件抑制震颤,实现高品质加工面并提高生产效率。该机床还备有双托盘交换装置和MPP多层托盘栈,支持机器

人、空压夹具等丰富的自动化选配件。其加工应用案例如图4所示。



图4

VARIAXIS i-800 NEO主要技术参数如表2所示:

表2

主轴最高转速 (r/min)	10000	A轴摆角 (°)	150
X/Y/Z行程 (mm)	750/890 /600	工作台回转	0~360

牧野机床亮相的有五轴卧式加工中心a800z(见图5)。该机床是牧野机床2022年研制开发的一款新型五轴联动机床,机床的立柱及工作台采用对置倾斜结构设计,这种刚性结构可以有效地抵消切削中的反向阻力,使机床拥有可靠的切削能力。此外,a800z还具有很多人性的设计,比如该机床加工室内壁为垂直的不锈钢内壁,不锈钢材质可以大大地减少切削的附着性,而垂直的结构设计消除了切削积存,实现了不依赖冷却液的排屑处理方式。



图5

另外,a800z在水箱上配备一个搅拌器,通过水流搅拌防止碎屑堆积,水流带动的碎屑通过大容量二次过滤装置从冷却液中分离出来,并从机器中排除。a800z五轴卧式加工中心主要应用于航空航天、模具等领域,其成功的应用案例如图6所示。

转运腔体



航空零部件



图6

a800z主要技术参数如表3所示:

表3

工作台尺寸 (宽x长) (mm)	630x630	A轴回转角度(摆动范围) (°)	±180°
X/Y/Z行程 (mm)	1280/1200 /1325	主轴最高转速 (r/min)	10000

## 二、境内部分卧式加工中心展品

本届展会,展出五轴加工中心的境内展商主要有:通用技术集团、北京北一、秦川机床、纽威数控、创世纪、宁波海天精工、北京精雕、科德数控等。展品在整体技术、结构外观等方面较上届都有提升,五轴联动加工中心产品结构形式各异,各有特点,产品性能趋于稳定。图7所示为四川普什宁江机床股份有限公司展出的THM63160V精密卧式五轴加工中

心，其广泛使用于航空航天、军工、船舶、汽车、水利、风力发电等行业的零件加工。适合加工铝合金、钛合金、合金钢等难加工材料。



图7

该机床在工件一次装夹后，可完成钻、扩、铰、攻丝、铣、镗等粗精加工，并能一次装夹完成5个面的加工。床身采用T型整体三点支撑结构，立柱采用一体式龙门设计，确保加工刚性和稳定性，具有绿色、环保、节能等特点。其典型的加工案例如图8所示。



图8

THM63160V主要技术参数如表4所示：

表4

工作台直径 (mm)	φ 1600	X/Y/Z轴行程 (mm)	2100/1250 /2100
主轴最高转速 (r/min)	15000	C轴旋转范围 (°)	-3~250

秦川机床工具集团股份有限公司展出了五轴联动卧式加工中心SAJO12000（见图9）。该机床是在国际先进技术基础上，传承秦川“三精”制造优势打造的五轴联动精品装备，机床采用模块化设计，可提供多种功能部件实现车、铣、镗、钻、扩、攻丝等多种加工，适用于各类回转体、箱体、盘环类复杂零件的精密加工，在单批次、生产线批量化生产应用方面，具有高效、高精及高可靠性的优势。



图9

机床配置丰富，可提供工件测量系统，实现工件在线自动测量。具备激光机内对刀仪、兼具断刀检测、主轴监控、主轴防碰撞、主轴热伸长自动补偿、自适应加工、RTCP自动标定、RFID刀具芯片读写、远程运维等功能。SAJO12000的特点有：采用T型结构形式，摆动头驱动采用双齿轮消除结构，扭矩大，精度高；摆动头采用气动钳夹系统，响应速度快，夹紧扭矩大，提高可靠性及使用安全性；转台采用蜗轮蜗杆驱动结构，回转精度高，刚性好，最大承重5000kg；可配自动交换工作台，组成柔性生产单元（FMC）和柔性生产线（FMS），满足不同用户差异化需求，针对外形结构复杂，加工难度大，加工时间长的零件提供最佳解决方案。SAJO12000D应用案例如图10所示。



图10

SAJO12000主要技术参数表5所示：

表5

主轴转速 (r/min)	6000	B轴旋转范围 (°)	360
X/Y/Z行程 (mm)	1500/1250 /1400	B轴旋转速度 (r/min)	0~8

作为一家专注于精密数控机床研发、生产和销售的民营高科技企业，北京精雕主营产品为精雕数控加工中心（简称精雕机）。北京精雕从零开始，经过二十多年的发展，现已成长为中国机床行业的头部企业。精雕高速加工中心作为旗舰产品，其核心部件均为精雕自主研发和制造，可稳定实现“0.1 μm进给，1 μm切削，nm级表面粗糙度”的加工效果。正是由于具备如此高精度的加工性能，精雕高速加工中心被广泛应用至精密超精密加工、精密模具加工、精密磨削加工、金属零件批量加工等多个领域。本次展会精雕集团呈现了多台展出的五轴高速加工中心。

图11所示的双主轴五轴高速加工中心JDMRET400DZ是精雕集团针对复杂零件的高效加工需求而推出的很有代表性的一款展品，该机型生产效率可达到单主轴机床的1.8倍，零

件加工精度可以稳定在15 μm以内。

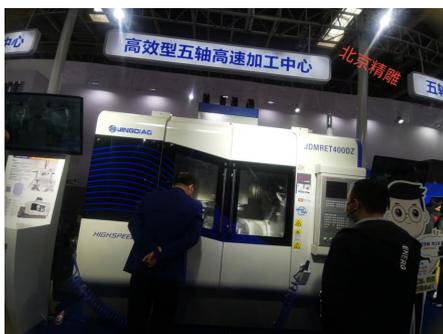


图11

和单主轴高效型五轴高速加工中心相比，JDMRET400DZ有两个典型的变化，第一个变化是设备配置了两个型号相同的主轴，两个主轴可以同时切削加工。第二个变化是设备配置了两个C轴转台，按照相同的指令同步旋转。为了支持高效加工，设备在运动速度、刀库结构、排屑过滤系统方面也做了同步改进。为了确保连续生产的稳定性，JDMRET400DZ在产品的设计方面引入了一些专用的技术。单轴双驱技术：这台设备的Y轴采用同步双驱技术，A轴采用了双直驱技术。双直驱技术的对称驱动技术确保了设备在高速运动过程中，左右两个零件的加工效果基本一致。高效高精控制技术：JD50数控系统采用高速高精运动控制技术，不仅实现了小线段连续运动的高效率，而且实现了稳定的加工精度和表面效果。双主轴同时换刀技术：配置了自拾取式链式刀库，容量为2×34把，支持双主轴同时换刀。双Z轴独立控制技术：设备配置双Z轴结构，可以独立运动控制。这种结构可以支持双主轴同时工作，也可支持一个主轴工作另外一个不工作。双主轴工作时，可以分别建立刀具长度补偿，弥补刀具实际长度的偏差。快速定位技术：

JDMRET400DZ提升了X/Y/Z轴最大定位速度，可以达到48m/min，可以进一步缩短换刀定位等辅助加工时间。高效切削主轴：JDMRET400DZ配置了两个相同规格的JD180S电主轴，刀柄接口HSK-A63刀柄。两个主轴具有具备相近加工性能，保障双工位零件加工结果的一致性，双工位零件加工尺寸偏差小于10 μm。该机型大量使用于模具、液压等需要高效高精度的行业。图12为其应用案例。

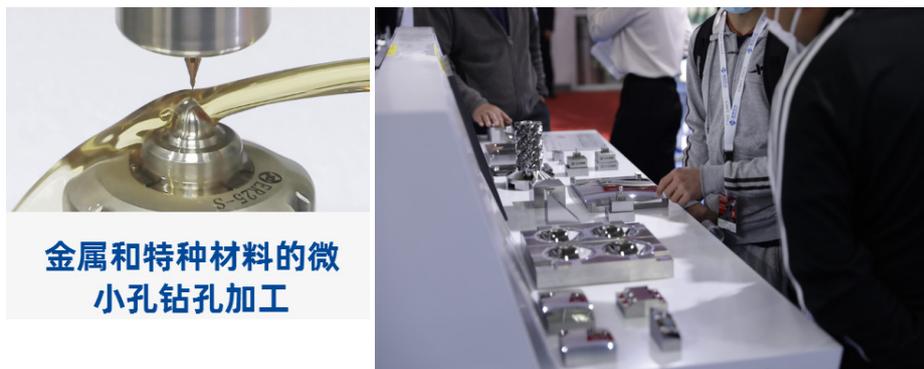


图12

JDMRET400DZ主要技术参数表6所示：

表6

主轴转速(r/min)	15000	A轴回转角度(°)	360
X/Y/Z行程(mm)	430/500/470	双主轴间距(mm)	400

### 三、结束语

五轴联动加工中心能够对繁杂的室内空间斜面开展高精加工，工件一次夹装就可进行多方面的异形加工，让加工步骤及其复杂性降低，减少了公司的产品成本。

作为机械设备加工业中的关键设备，近些年，五轴加工中心在种类、特性、作用层面有非常大的发展，五轴加工中心可用于航空航天零件加工；有专业用以磨具加工的性能卓越的五轴加工中心；有适用轿车、摩托大批零件加工的高速五轴加工中心，生产制造高效率且具有柔性生产。又有高端五轴数控系统的加持，再加上各种机器人，机械手的参与，五轴加工中心将来的发展趋势会愈来愈快速，市场前景越来越广阔。

CIMT2023在春风吹拂，万物新生的时节成功举办，这预示着疫情后时代，机床行业乃至制造业都将迎来一个全新的发展。□

# CIMT2023车铣复合机床产品评述

机床协会钻镗床分会 郭静

## 一、概况介绍

4月10日至15日，第十八届中国国际机床展览会（CIMT2023）如期亮相，众多来自国内外的机床企业在北京中国国际展览中心（顺义馆）汇聚一堂。本届展会展出总面积达14万平方米，共有来自28个国家和地区的1600余家机床工具制造商参展，为全球业界及上下游产业呈现了一场高水平的数字化与机床完美融合的智慧盛宴。

经统计，本届展会车铣类加工中心机床主要参展产品累计超过40台，主要参展商共33家，其中国内展商24家，占比72.7%，包括科德数控、秦川机床、山东普利森、天水星火、山东大汉、温岭大众、巨鑫机床、超同步、齐重、武重、沈阳众一、沈阳精锐、云南精机等；国外展商参展9家，包括山崎马扎克（日本）、大隈机械（日本）、瑞士斯达拉格、村田机械（日本）、魏因加特纳（奥地利）、因代克斯（德国）等。

展出的产品主要有以下几个特点：智能、高效、五轴、自动化、服务重点行业。国际或国内大厂均对产品体现出了足够的重视，国外车铣复

合产品整体技术领先，侧重智能化功能、高效高精、复合加工，国内机床发展迅速，产品主要面向航空航天、医疗、汽车、模具等领域，且国内车铣复合相关功能部件也是日趋成熟，车铣主轴、车铣复合防护罩等也有展出。

## 二、代表厂商及展品

### 1. 卧式车铣复合中心

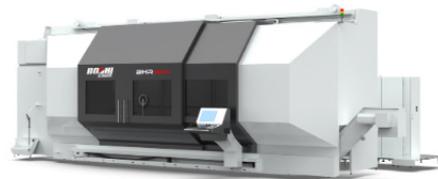
#### (1) 天水星火机床有限责任公司



该公司展出的CNCX630五轴车铣复合加工中心能够实现X、Y、Z、B、C五轴联动，其中X、Y、Z、为

三个直线轴，主轴配备C轴分度功能，B轴摆动功能，X、Y、Z、B、C轴全闭环控制。配有自定心液压卡盘、自定心液压中心架、程控液压尾座、B轴动力刀塔和自动刀库。结构设计应合理，保证有足够的静态、动态、热稳定刚度和精度，系统具有良好的动态品质，伺服执行元件精度高、可靠性好、响应速度快，并且应有良好的可操作性、维修性和安全性。CNCX630五轴车铣复合加工中心机床可实现X、Y、Z、B、C五轴数控控制，并可实现五轴联动，自动化程度高、可靠性好等优点，用于高强度钢制零件的车削、钻孔、铣削、铣螺纹、攻丝等加工。

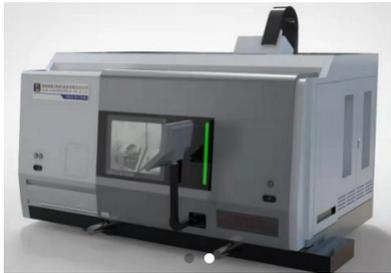
#### (2) 秦川机床工具集团股份公司



秦川机床展出的BHR800V卧式车铣复合加工中心是一款五轴联动卧式车铣复合加工中心，机床配置有X、Y、Z、B、C五轴，可实现各种车、铣、镗、钻、铣齿、磨等复合加

工；尤其适用于直线度、圆柱度、平行度、跳动要求小的高精加工、深孔加工及重型零件的加工。致力于复杂零件加工要求的分析，开发相关附件为每个用户提供可定制的有效整体解决方案。

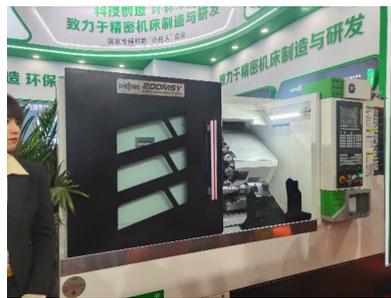
(3) 山东普利森集团有限公司



CH6163-5车铣复合加工中心是一种高柔性多用途复合加工中心，机床通过控制X、Y、Z、B、C五轴联动，能够完成任意角度和形面的车削、铣削、钻削、镗削、磨削、攻、铰、扩、滚齿等任务。机床配置大功率主轴和B轴动力刀塔及24位自动刀库使机床具有超凡车铣加工能力。

该机床采用了高刚性、高抗振性的前倾45°后倾15°的梯形包砂铸造斜床身，床身导轨为特殊设计的大尺寸重载荷滚柱直线导轨；装配有液压阻尼和液压制动分别控制的主轴单元，保证了机床在高速铣削和低速重力铣削时主轴平稳抗振；Y轴为互为60°夹角的X轴和U轴插补虚拟轴，具有行程大、刚性高；24位刀库安装在下滑鞍后部与Z轴同时进给，可以在Z轴行程的任意位置装刀换刀，减少了传统固定刀库的装刀换刀动作故障，并且大大缩短了换刀的辅助时间。

(4) 台州东部数控设备有限公司



本公司展出的200MSY型虚拟轴车铣复合中心是以车为主，铣、镗、钻和攻丝等为辅的多轴联动数控机床。机床采用模块化设计，根据客户的需求，灵活选配同步副主轴、可编程尾座、自动对刀仪及自动化设备等功能部件，增强产品适应性和灵活性，满足了用户多样性和个性化要求；机床采用实时监控热变位补偿技术，无需对机床硬件进行更改便可实现补偿功能，补偿精度完全满足数控车床要求，极大提高了产品加工精度。

200MSY型车铣复合中心是一款7轴4联动数控机床，可实现一次装卡完成全部或者大部分加工工序，大大缩短产品制造工艺链，提高了生产效率，是一款具有高速、高效、高精、高刚性特点的通用型数控机床。

(5) 滕州市山东大汉智能科技有限公司



该公司展出了三款车铣复合加工中心，分别是TCK2100LY大型车铣复合（插补y轴）、TCK63Y-1500大型车铣复合加工中心和TCK56SY-BMT55大型车铣复合（双主轴）。其中TCK63Y-1500大型车铣复合加工中心，尺寸426×210×260cm，重量5000kg，配置有上银滚珠线轨岐山丝杆BMT65三和Y轴刀塔超同步A2-8电主轴及华中818F系统。一次装夹可完成车、铣、钻孔、滚齿等工序的复合配置BMT65动力刀塔，其刚性可替代小型加工中心，最大回转直径可达720mm，适用范围广泛，搭配37kW高刚性电主轴，是大型车铣复合最具性价比的选择。

TCK56SY-BMT55大型车铣复合（双主轴）加工中心尺寸320×190×240cm，配置双电主轴，使车削工艺更简便，一机可完成双头多种工序加工，避免了重复装夹的累计误差，动态对接精度0.008mm。副主轴可采用A2-6主轴，通用性更强。对数控系统进行深度二次开发，可实现镜像加工。简化了用户编程及操作步骤，大大提升加工效率。

(6) 科德数控股份有限公司





该公司展出了两台卧式铣车复合加工中心。其中KCX1200TM控制系统采用科德GNC62系统，实现高速的CNC功能，可同时控制16轴，五轴联动；整机顶置式正交结构设计，采用X/Y/Z三个直线轴正交结构，重力无障碍式排屑。铣削主轴最高转速12000r/min，HSK-A63刀具接口。刀库自主研发的圆盘刀库/链式刀库，换刀动作准确，速度快，可靠性高。

KTX1250TC五轴卧式铣车复合加工中心工件最大回转直径700mm，最大车削直径630mm。整机结构经过优化设计，具有更大的作业空间，更小的干涉，更强的切削刚度，更紧凑的安装空间。成熟平斜床身立柱移动的总体规划，采用高性能铸铁材料，有良好的静态、动态热态刚度；床身前端导轨45°布置，排屑顺畅；动柱直线导轨配有5块滑块，使机床的车削主轴到床身拥有最高的稳定性和最佳的力学传递；整体应用八角滑枕，应力分布均匀，刚性好，保证切削的稳定性；自主技术可控强力、高精度内置车削主轴。

(7) 沈阳众一智能装备科技有限公司



该公司展出的LM400卧式五轴车铣复合加工中心最大车削直径中

400mm，最大车削长度800mm，床身上最大回转直径中550mm，第一主轴最高转速4500r/min，第二主轴最高转速5000r/min，X轴行程440mm，Y轴行程±100mm，Z轴行程900+200mm。作为公司自主研发设计的可在加工中实现五轴同步联动加工的高复合性产品，是一款集成了车、铣、钻、镗、攻丝功能于一身的高柔性机床。LM400采用机、电、液、气一体化结构，整体布局紧凑合理，便于保养和维修，该机床关键的外购件都选用国际知名厂家的产品，保证机床的精度和可靠性，整机采用封闭式全防护结构，复合人机工程学的原理，宜人性好，便于操作。该机床可为航天、军工、船舶、铁路、汽车、印刷、工具、能源及其他通用机械等行业的高精度复杂形状的零件加工提供更加柔性、高效、高性价比的解决方案。

## 2.立式车铣复合机床

(1) 温岭市大众精密机械有限公司



该公司展出的DVL400-4及DVL400-II数控车床。其中DVL400-4机床最大回转直径580mm，最大加工外径420mm，主轴通孔直径50mm，主轴端部型式及代号A2-8，主轴转速范围30~1800r/min，主电机功率15kw，主轴扭矩300N·m，X轴快速移动速度14m/min，X轴最大行程190mm，X轴定位精度0.01mm，X轴重复定位精度0.005mm。DVL400-II为立式双工位长轴车床，最大回转直径400mm，最大加工外径350mm，主轴电机15kW，主轴最高转速1800r/min，12寸液压三爪卡盘。DVL400-4采用动柱式结构设计，可有效提高机床刚性和抗振性，从而保证机床的精度和稳定性；床身导轨采用阶梯式结构，使移动部分轻量化，同时优化了机床受力结构；导轨采用进口品牌直线滚柱式导轨，能够长期保持良好的刚性和精度。可广泛应用于汽车、兵器、液压配件行业的精密加工，占地面积小加工精度高等特点。

(2) 巨鑫机床有限公司



该公司展出的JXLC45型数控立式车床是采用数控系统控制的两坐标数控机床，最大工件高度300mm，最大切削直径360mm（回转450mm），最大切削余量单边5mm（直径100mm），主轴转速范围50~1500r/min。能自动进行各种盘类零件的内、外圆柱面、圆锥面、圆弧面、切槽、倒角、螺纹（公、英制螺纹，锥螺纹，端面螺纹）及钻、铰、镗孔等工序的切削加工。本机床对于汽车配件、轴齿类零件小型电机行业电机及电机壳盘件都有更强的优越性。是一款高刚性、高精度、优良的精度保持性、生产效率高、操作宜人性好、造型美观、防三漏效果理想的全功能数控机床。

(3) 科德数控股份有限公司



科德数控KMC800W系列重切型产品搭载了企业自主研发的大扭矩高效机械主轴，主轴内部采用1:4的齿轮减速比，配备同样自主研发的水冷主轴电机，额定扭矩84N·m，主轴电机可实现最高转速10000r/min，机械主轴采用BBT40接口，相较于BT40能实现更高扭矩的切削。

整机为桥架式机床结构，机床的床身采用矿物树脂一体成型技术，使两侧的立柱与床身成为一体，Y轴滑台位于两侧立柱的上方，其结构类似于“桥”，桥架式机床的运动部件重量轻、Y轴导轨间距宽、机床结构刚性好。滑枕安装采用了完全对称的结构设计，其热变形影响很小，机床Y轴驱动丝杠位于滑台中心，机床的受

力均匀，运动平稳，可以达到比其他结构机床更高的运动速度和定位精度。机床Z轴导轨采用三滑块高刚性的滚柱线轨，线轨置于滑枕两侧，减少了主轴与滑鞍的悬伸长度，提高了机床的整体刚性。这样高刚性轴承布局形式，提高了床身的刚性，是机床整体刚性可提升20%。

(4) 秦川机床工具集团股份有限公司



该公司展出的VMT100A五轴立式铣车复合加工中心功能复合化，主轴可立卧转换并可连续插补运动，且具有高精度，在全行程2000mm范围内（VDI标准），定位精度≤0.006mm，重复定位精度≤0.004mm，回转工作台定位精度≤6"，重复定位精度<4"；转台扭矩最大可到18000N·m，摆动主轴最大扭矩≥700N·m；可实现自动对刀、在机测量、RTCP自动标定、主轴主动热补偿、过程监控、自适应加工等自动化特点。具有一次装夹实现钻、扩、铰、镗、攻丝、铣等多工序集成加工功能。

3. 国外车铣复合加工机床代表

(1) 山崎马扎克（中国）有限公司



该公司展出了INTEGREXi-630V、INTEGREXi-250HS、INTEGREXi-500S三款车铣复合加工机床。其中INTEGREXi-630V机床X轴行程1425mm/56.10in，Y轴行程1050mm/41.34in，Z轴行程1050mm/41.34in，最大加工直径1050mm/41.34in，最大加工长度1000mm/39.37in，车削主轴最大转速550 r/min，铣削主轴最大转速10000 r/min，刀库容量43。高效摆线加工、修抛加工、铣、车、钻、五轴联动加工以及斜角锥度孔都可以Done in one在一个工序加工完成。可缩短加工节拍，实现生产加工的高精度与工序集约。采用基于人机工程学的设计，可实现舒适的操作性。

(2) 村田机械（上海）有限公司



村田机械的对向双主轴车铣复合加工机MT系列，是一款可灵活对应多种上下料方式的多功能自动化复合机床。全部刀塔可搭载Y轴、动力刀座，将车削、打孔、精加工等多道工序集为一体，1台设备既可复合加工也可正反加工，实现复杂工件工程集约化。同时既可搭载高速伺服棒料堆载装置，又可通过新型高速门型机械

臂规格对应多样的上下料装置，以高操作性实现的工件加工自动化。除汽车零部件行业外，还广泛应用于工程机械、通用机械等行业的大批量加工生产，为客户扩展更高更复杂产业领域。

(3) 魏因加特纳机械制造有限公司(奥地利)



该公司展出了MPMC车铣复合加工中心，系列400到系列800，最大车削和铣削直径可达2800毫米，最长加工长度可达20m，可以满足对尺寸规格的一切需要。

(4) 因代克斯贸易(上海)有限公司



该公司展出的INDEX G420车铣中心可用于机械工程、汽车和航空航天等领域的高效加工，主要加工复杂多品种的大型工件。三滑台配置均带有Y轴，强大的铣削电主轴，以及2个刀塔，带有多达139刀位的刀库，为产品加工提供了最大的柔性。总计多达16个运动轴确保了工件加工的各种可能性。加工区域适用的车削长度可达1600/2300mm。强力主轴和副主轴设计用于棒料直径102mm或者直径120mm，或卡盘直径315mm/400mm的加工。刀塔可选配中心架用于加工长轴类零件。并

且，INDEX G420配备了功能强大的INDEX电动铣削主轴，可以五轴联动加工复杂零件。可以选配集成的上下料系统，用于轴类零件和法兰零件的上下料。而且，这个系列的机床都可以选配机器人单元iXcenter，使毛坯和成品零件的上下料变得灵活。

(5) 大隈机械(上海)有限公司



该公司的MULTUS Useries智能化复合加工机床包括MULTUS U3000、MULTUS U4000、MULTUS U5000。该系列智能化复合加工机床该系列机床具备了可实现各种需求的丰富多彩的规格种类，可为用户推荐适合所加工工件的最佳规格。

本次展出的MULTUS U3000铣车复合加工中心X、Y轴行程645/1100mm；主轴转速50~5000min<sup>-1</sup>；B轴分度角度-30°~+210°；C轴控制角度360°；旋转刀具主轴转速50~12000min<sup>-1</sup>。可以从各个方向进行灵活的加工；无论铣削、车削均能实现最高的加工效率；将加工时间缩至最短的双滑鞍机构；超出了复合加工机床限制的工序集约；可维持长时间稳定的加工精度；将机床能力发挥到最大；简单易行的首件加工缩短了生产周期。

(6) 瑞士斯达拉格公司



该公司展出的Bumotec 191neo五轴联动铣车复合加工中心，主轴通孔直径有三种规格：42mm，50mm和65mm，背面加工单元有四种不同的类型：“P”型-单虎钳机构，“PRM”型-多副虎钳和夹具组合，“R”型-立卧转换背主轴结构，“RP”型-背主轴虎钳或顶针结构。由此可见，191neo向市场提供的不是一种单一的生产方式，而是基于一个平台的12种配置。191neo在生产中极其稳定，无需任何人为干预，提供了惊人的生产力。换刀时间减少了约15%，进一步提高了对最严苛加工节拍要求的响应。此外，斯达拉格开发和生产的铣削主轴扭矩更大，背面加工单元的运动由电机控制，速度提高12%，位置控制更严格、更精确。

### 三、观后感

从本次展会来看，车铣复合类产品呈现出了产品多样化、高精度、高刚性、高效率 and 智能化等特点。

#### 1. 国产机床水平全面提升

国产机床整体水平提升显著，逐步迈向高端化，主要表现在精度、外观、产品结构等方面的提升。在加工精度方面，国产机床稳步提升。例如秦川机床展出的VMT100A五轴立式铣车复合加工中心具有高精度，在全行程2000mm范围内（VDI标准），

定位精度 $\leq 0.006\text{mm}$ ，重复定位精度 $\leq 0.004\text{mm}$ ，回转工作台定位精度 $\leq 6''$ ，重复定位精度 $< 4''$ ；可实现自动对刀、在机测量、RTCP自动标定、主轴主动热补偿、过程监控、自适应加工等自动化特点。另外，得益于近年来国内的材料、钣金技术、工艺水平提升，国产机床与国外机床在外观方面的差距也在逐渐缩小，本届展会上也有国内厂家的车铣复合防护罩展出。

## 2. 注重工序集成和绿色低碳技术

本届展会上很多国内外主流的机床产品展示了在复合加工、工序集成等方面的成熟应用，复合工艺种类越来越多。例如山东普利森集团展出的

CH6163-5车铣复合加工中心是一种高柔性多用途复合加工中心，机床通过控制X、Y、Z、B、C五轴联动，能够完成任意角度和形面的车削、铣削、钻削、镗削、磨削、攻、铰、扩、滚齿等任务；台州东部数控展出的200MSY型车铣复合中心是一款7轴4联动数控机床，可实现一次装卡完成全部或者大部分加工工序，大大缩短产品制造工艺链，提高了生产效率。



在绿色低碳方面，很多国外机床厂商注重碳排放，展示了其系统性地减少碳足迹的行动。如马扎克展示了NEO系列产品，环保流畅的冷却系统兼顾了淤积物回收和节能，搭载节能设备，可通过模拟计算实现冷却液排出量的最佳控制；MAZATROL CNC系统可实现能量节约和AI热屏蔽等。

从本届展会上来看，当前制造技术发展趋势是，提高自动化水平、广泛应用数字化技术、采用网络化管理、向智能化迈进；各企业都在寻求自动化与复合集成，助推制造效率提升，同时更加关注细分市场提升服务能力，为用户提供个性化系统解决方案。□

## 资讯

### 济南二机床禹城数字化工厂项目C车间奠基



4月23日上午，济南二机床集团有限公司禹城数字化工厂项目C车间奠基仪式在迈特力公司园区举行。禹城市委副书记、市长苏兰武等市委市政府领导，济南二机床董事长张世顺等公司负责人及有关人员出席了奠基

仪式。

张世顺董事长在致辞中指出，禹城数字化工厂项目C车间是继今年2月份E车间之后，济南二机床快速提升产能、实现跨越发展的又一重要布局，也是企业加快数字化转型，建设

高端装备制造基地的示范性工程。

苏兰武市长在致辞中讲到，济南二机床开工建设数字化工厂项目C车间，是双方深入合作的重要一环，也是对禹城投资环境的认可与肯定。各相关单位和部门，要强化服务意识，为企业发展保驾护航，为禹城高质量发展注入更加强劲的动力。

据悉，禹城数字化工厂项目C车间总建筑面积1.08万 $\text{m}^2$ ，建成后将作为钢板切割下料车间，实现钢板转运、切割全自动化生产，与焊接、时效抛丸车间融为一体，成为数据驱动、高效协同的数字化标杆工厂。





以党的二十大精神为指导  
奋进新征程 建功新时代  
实现机械工业高质量发展



# 汽车覆盖件A面造型对表面质量的影响分析研究

长春汽车工业高等专科学校机械工程学院 高文婧 潘远安  
中国第一汽车集团有限公司 刘健 王腾飞 贾晓峰

**【摘要】**在红旗某车型的表面质量评审中，后门外板把手前侧被评价为B类缺陷，整车质量将受影响。通过分析缺陷的成因，先后排除了工艺因素和回弹的影响，最终发现缺陷区域附近A面造型较已往车型低约0.02mm，通过对A面造型的特征提出产品设计变更，提高缺陷区域0.02mm以上，并仿真模拟至缺陷消失。结果表明：修改A面特征的产品，缺陷消除，完成满足AUDIT评审评价需求。

随着汽车行业的深入发展，行业和客户对整车质量的要求，也由传统的三大件，逐渐转移和上升到电子电器及更多的细节体验上来。汽车车身作为整车质量的重要部分，尤其是覆盖件的感知质量，对整车质量的保证和提升也起着重要的支撑作用<sup>[1]</sup>。而汽车冲压覆盖件的表面质量，决定着整车外观的精细化程度，影响着产品的竞争力。目前汽车行业竞争日趋激烈，对车身覆盖件的面品质要求越来越高，周期也越来越短<sup>[2]</sup>，因此，对于模具行业来说，很难有大量的周期来进行反复试验，逐渐优化表面质量。龚玉禄等<sup>[3]</sup>基于AutoForm软件对顶盖加强板同步工程分析，预测开裂、起皱、回弹等成形性及工艺性问题，缩短了模具开发周期，降低生产成本。王丽珠<sup>[4]</sup>等利用AutoForm软件预测翼子板常出现的缺陷并进行优化，消除了棱线不顺、整形开裂及翻边过渡区波浪等问题。许晶等<sup>[5]</sup>则基

于AutoForm软件对汽车后背门外板工艺分析，通过“套冲”新工艺优化，降低生产成本的同时提高材料利用率。但通过修改A面特征消除产品质量缺陷的方法很少有人研究。本文通过修改A面特征，制定合理的方案，快速解决问题，提高产品质量。

## 一、后门外板结构和把手前部的评审缺陷

本文分析研究的车门外板，具体是后门外板，其结构形式和车门把手样式如图1所示。

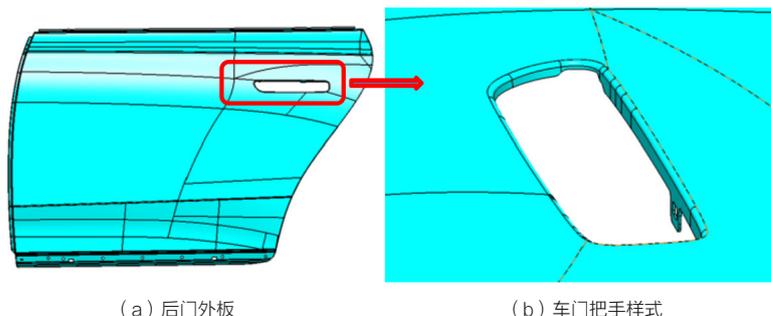


图1 后门外板结构和车门把手局部图

但是在后门外板进行表面质量评审过程中，在油石检查条件下，目视可见存在评审缺陷，缺陷等级为I区B类项，为整车不可接受缺陷，将影响整车的质量等级。



(a) 把手前部评审缺陷 (b) 油石检查下的目视缺陷

图2 后门外板存在的评审缺陷示意图

## 二、缺陷分析过程和结果

提到门外板手扣波浪，业内人员往往想到的是拉伸成形时走料不均，因成形原因呈现的质量缺陷。处理的方式常常是提高着色率，将模具的型面强压处理，或者通过型面的修改，把因成形出现的手扣波浪，扩大，减轻。然而，区别于大多数凹坑式的把手结构，此车型门外板把手采用隐藏式结构，相比传统结构，隐藏式门把手只有翻边成形，不涉及拉伸成形，故不会出现传统的常见缺陷——拉伸手扣波浪。

技术人员和专家开始排查缺陷成因：

(1) 缺陷可能由工艺或回弹带来<sup>[6-7]</sup>，分析拉伸型面光滑，模面呈现凹型趋势，但油石连续；分析修边工序，利用AutoForm软件切掉数模中手扣所在的孔后，剩余的型面，型面光滑，但切掉的部分仍呈现凹型，而且因为更多的凹型被切掉，剩余部分出现坑的特征；分析翻边工序和修边工序状态一致；各序着色的检查结果，也证明压料随形，状态满足工艺要求。判断缺陷的结果如图3所示。AutoForm软件给出的分析结果，缺陷并非工艺原因而产生。

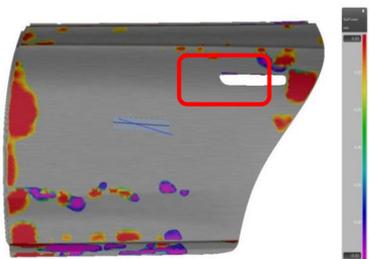


图3 AutoForm缺陷分析示意图

(2) 模具同样也需要进行检查，包括模具的基准和着色状态。经过现场验证，符合模具的品控要求，故排除模具的影响。

(3) 排除了工艺和模具状态的影响后，推测缺陷可能由A面造型特点带来，而AutoForm缺陷预测的原理也支持这个结论，如图4所示，可知，如果输入的产品在回弹前，是可能被判断带有A面缺陷的情况下，软件会判断此结构为产品造型需要，不会将它判断为缺陷。

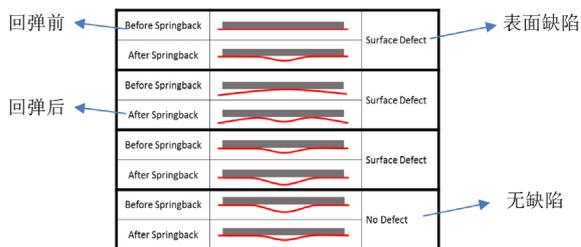
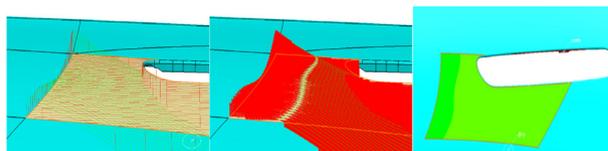


图4 AutoForm缺陷分析原理示意图

进一步查看后门外板的A面质量和造型特点，如图5所示，不管是定性的使用高斯曲率，还是定量地使用线状曲率判断，缺陷所在的区域，都存在曲率反转的情况。理论上，这种反转并不是A面设计缺陷，而是造型需求。

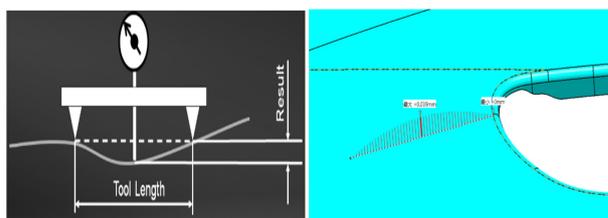
此处的造型，如果没有手扣结构，A面出现凹凸变化，是正常的造型需求，也不会被评价为质量缺陷。但是，因为外观上手扣的结构被设计在造型的凹面处，所以在手扣孔和翻边结构被制作出来之后，原有的凹凸走势被切断，被误判为冲压件质量缺陷。



(a) 线状曲率示意 (b) 线状曲率反转示意 (c) 高斯曲率示意

图5 门把手前端曲率检查示意图

然而，虽然缺陷处形面是造型需求，但在冲压零件进行表面质量评审时，仍然要进行评审评价。如图6所示，在零件3D曲面数据上，效仿油石评价方式的原理，可以测量出此处曲面的深度，其最深处数值为0.039mm，根据现场生产与实践经验，局部深度大于0.02mm以上的造型，不论是油石检测，还是在目视条件下，都会被视为缺陷。如图7所示，针对把手前部曲面的光照分析，也支持这个结论。



(a) 测量缺陷严重程度原理示意 (b) 测量缺陷的严重程度示意

图6 测量缺陷严重程度原理和结果示意图

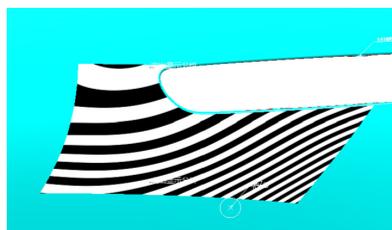


图7 后门外板手扣前部的曲面光照分析示意图

(下转第64页)

# Y7520X1500螺纹磨床磨头轴承改造方案

南京工艺装备制造有限公司 彭朝胜

**【摘要】** 拟对丝杠车间精磨工段上海机床厂Y7520X1500螺纹磨床的主轴单元进行改造，磨头部分利用滚动轴承装配方式代替原有的滑动轴承（静压主轴），解决维修周期长、维修困难、维修费用高的缺点，同时能够达到同样的磨削表面质量。

## 一、设备原有砂轮磨头单元结构简介

Y7520X1500螺纹磨床是上海机床厂早期产品，其砂轮磨头磨削单元配置的是静压主轴，采用静力润滑的滑动轴承称为静压轴承。主轴单元装的静压轴承（见图1），主轴直径60mm。由外部的润滑油泵提供压力油来形成压力油膜，以承受载荷。静压轴承的主要特点之一，是在完全静止的状态下，也能建立起承载油膜，从而保证在启动阶段摩擦副两表面也没有直接接触。因此，启动采用静压轴承的转子时，必须先启动静压润滑系统。利用压力泵将压力油泵入轴承和轴之间的微小间隙的滑动轴承（见图2），当油泵开动后，待压力油进入轴承，各油腔达到规定的压力时（0.8MPa左右），主轴才开始工作。启动和运转期间摩擦副均被压力油膜隔开，滑动阻力仅来自流体粘性，摩擦因数小、工作寿命长。静压轴承有“均化”误差的作用，能减小制造中不确定性产生的影响，摩擦副表面上的压力比较均匀，轴承的可靠性和寿命较高，但缺点是：维修周期长、维修困难、维修费用高。该设备也是因为年代已久，偶尔出现主轴“抱死”现象，主轴也受过伤，磨削表面质量很差，振纹严重。随着公司的发展要求，静压主轴不能适应生产保障需要。

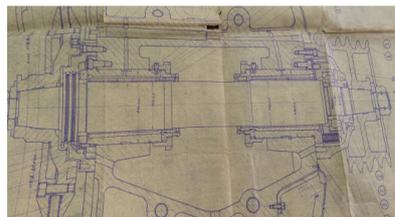


图1

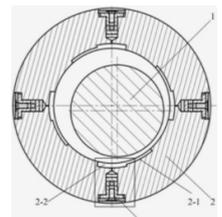


图2

## 二、Y7520X1500螺纹磨床磨头静压轴承改滚动轴承简介

目前市场上主流螺纹磨床如上海机床厂有限公司、三井精机、MATRIX等螺纹磨床的砂轮磨头磨削单元均采用滚动轴承结构形式。基于上述机床在实际使用过程中的表现来看，滚动轴承结构形式的主轴磨削的表面质量良好，同时主轴维护保障及时性也能得到极大的提升。基于上述情况，实际测绘Y7520X1500螺纹磨床磨头的结构尺寸，选择合适的滚动轴承设计滚动磨头。

采用滚动轴承结构制造出的滚动磨头与静压磨头相比，滚动磨头具有下列优点：

(1)应用设计简单，产品已标准化，并由专业生产厂家进行大批量生产，具有优良的互换性和通用性。

(2) 起动摩擦力矩低，功率损耗小，滚动轴承效率高（0.98~0.99）。

(3) 负荷、转速和工作温度的适应范围宽，工况条件的少量变化对轴承性能影响不大。

(4) 大多数类型的轴承能同时承受径向和轴向载荷，轴向尺寸较小。

(5) 易于润滑、维护及保养。结合上面优点，随着这几年滚动轴承精度的不断提高，有必要对其轴承方式进行改造，以提高工厂生产效率和减小维修成本。

### 三、Y7520X1500螺纹磨床磨头静压轴承改滚动轴承改造方案

#### 1. 磨头结构的选择

滚动轴承结构形式的主轴（磨头）在机床上有较为广泛的应用，比如数控车、加工中心等机床主轴支撑根据主轴部件的转速、承载能力及回转精度等要求的不同而采用不同类型的轴承。在各种类型的轴承中，以滚动轴承的使用最为普遍，而磨床主轴滚动轴承的常见配置形式如下几种：

第一种，如图1所示，前支承采用双列短圆柱滚子轴承和60°角接触球轴承组合，承受径向载荷和轴向载荷，后支承采用成对角接触球轴承，这种配置可提高主轴的综合刚度，满足强力切削的要求，普遍应用于各类数控机床，只是在精度上面弱一点。

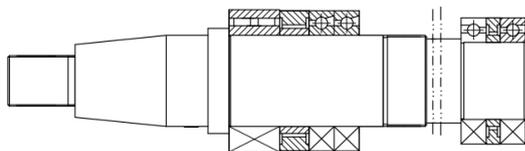


图1

第二种，如图2所示，前轴承采用角接触球轴承，由2~4个轴承组成一套，背靠背安装，承受径向载荷和轴向载荷，后支承采用双列短圆柱滚子轴承，这种配置适用于高速、重载的主轴部件。

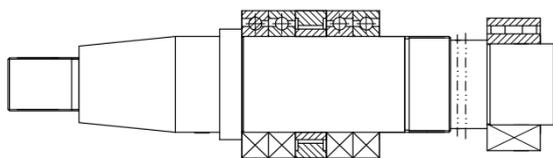


图2

第三种，如图3所示，前后支承均采用成对角接触球轴承，以承受径向载荷和轴向载荷，这种配置适用于高速、轻载和精密的数控机床主轴。

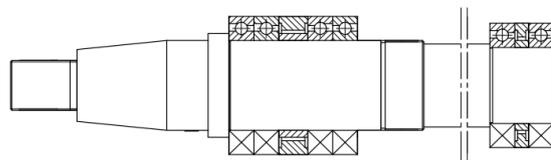


图3

根据螺纹磨床磨头高精度、轻载、高速的使用需求，我们选择了第三种的结构配置方案。在第三种结构上进行优化，考虑到螺纹磨床属于成型磨削，在磨头轴串和径跳要求都很高，基本上磨头径跳0.002mm以内，轴串为0.最终选择结构为前4后2的结构形式。前面4只万能配对的角接触球轴承（见图4），后面2只万能配对的角接触球轴承支持形式（见图5）。

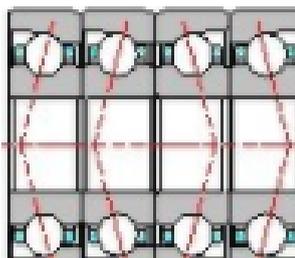


图4

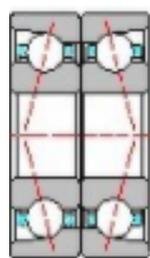


图5

#### 2. 磨头结构中配置形式中的预紧问题

螺纹磨磨头要求运行顺畅，同时还要保障良好的精度，这就要求在滚动轴承安装过程中掌握好预紧的问题。使滚动体与套圈滚道处于适当的预压紧状态，称为滚动轴承的预紧。轴承预紧的目的是为了提高运转中的转动精度和支承刚度，减小振动和噪声，并且减轻由于惯性转矩等因素所引起的轴承滚动体相对于轴承内、外滚道的相对滑动。角接触轴承及对旋转精度和刚度有较高要求的轴系通常都采用预紧方法。对主轴滚动轴承进行预紧和合理选择预紧量，可以提高主轴部件的回转精度、刚度和抗振性。在磨头装配后可以通过单手盘动主轴的方式来判断预紧力是否合适，在其他螺纹磨床的滚动磨头经验来看，通常是8~10转参考预紧力。注意预紧力过大会使磨头温升异常，降低磨头使用寿命，同时磨削表面质量也得不到保证。

#### 3. 轴承的选型

根据螺纹磨床磨头的高精度和高速的工况需求，考虑市场上的主轴轴承。主轴轴承是由实体内圈、外圈、球、以及实体窗式保持架组成的单列角接触球轴承。主轴轴承不可拆分，主轴轴承的公差范围非常小，非常适合于高导向精度和高速工况下的轴承布置。在接触角方面，考虑承载属于轻型承载，故主轴轴承的接触角=15°（后缀C）。

在基于原有主轴尺寸情况下，主要考虑磨头需要克服

的磨削力，其他如冷却油阻力、螺旋角造成的阻力等可以忽略。考虑该机床的加工范围，丝杠直径20~80mm，球径15.875mm以内(砂轮使用16mm)。磨削砂轮线速度(工艺要求)不小于30m/s；丝杠材料为Gr15，淬火硬度60~62HCR，现将丝杠加工时的磨削力计算如下(参考外圆磨普通砂轮)：

(1) 磨削力的计算

$$F_n = k * F_t = k * U_c * a_e * V_w * b / V_s$$

其中：

$K=4$  (淬火工件)；

$U_c$ =比磨削能60J/mm<sup>3</sup>；

$a_e$ =磨削深度：最大0.08mm；

$V_w$ =进给最大速度83mm/s(丝杠外圆线速度)；

$b$ =砂轮最大接触宽度16mm；

$V_s$ =磨削线速度30m/s；

计算得到： $F_n=849.9N$

考虑到丝杠的双R且偏心如图6所示，需将近似圆弧转换到直线截型计算，从图中砂轮半圆下方15°，从而近似计算磨削力为：

$$F_n' = F_n * \pi * R / 2R * (180 - 15 * 2) / 180 = 1.3F_n = 1104N$$

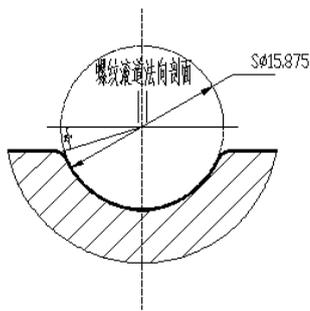


图6

(2) 磨头主轴轴承转速计算

螺纹磨削使用的新砂轮外径500mm，最小使用到350mm，满足砂轮线速度恒定30m/s的要求，则以最小砂轮直径350mm计算主轴转速，转速计算公式：

$$n = V_s / (3.14 * \text{砂轮直径}) * 60 = 1637r/min$$

(3) 轴承型号确定

考虑到原有主轴的刚性满足度，仍然保持原有主轴的直径60mm不变，在此基础上设计磨头结构，综合考虑轴承的装配工艺性，确定前端2组B7012-C-T-P4S-UL(4只)后端1组B7010-C-T-P4S-UL(2只)。

4. 磨头设计与制造

(1) 测绘原有磨头壳体尺寸，整体考虑布局设计磨

头，装配图如图7所示。

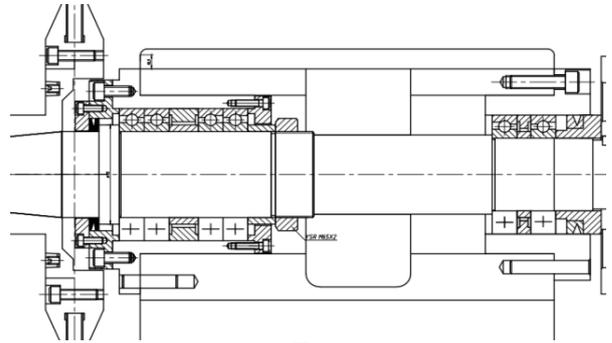


图7

(2) 磨头主轴的设计与制造

①磨头主轴设计：磨头主轴(图7)是本次改造项目的最关键零件，特别是主轴的材料选择和工艺，对项目的成功起到决定性作用。

其余 6/3  
未注比例：1X45

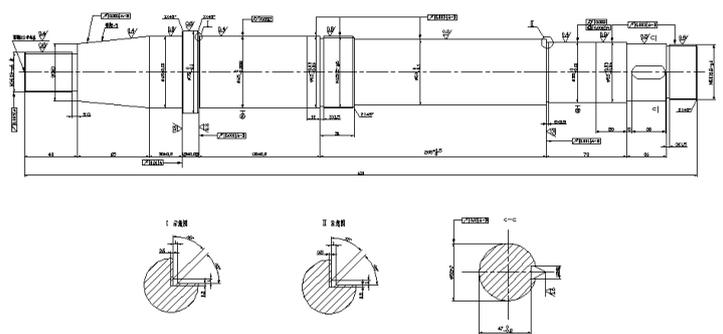


图8

②主轴材料及工艺：基于考虑该主轴有很高的心部强度、优良的耐疲劳性能、畸变量小，同时表面有很高的硬度，避免装配和使用过程中与轴承磨损，选择38CrMoAlA材料。38CrMoAlA是高级氮化钢，是在普通碳素钢基础上，在一定温度下一定介质中使氮原子渗入工件表层，使其获得高耐磨性、高疲劳强度、高强度、耐腐蚀、耐高温等特性。

工艺路线：锻造 → 正火 → 粗车 → 调质处理 → 精加工(铣床、钳等) → 高频淬火(渗氮淬火) → 精磨，其中锥度1:5与锥规套配磨作色检查、其接触面不得小于85%、且大端先接触。

(3) 磨头主轴及其轴承的安装

利用原有的铸件壳体进行改造加工，制做前后轴承安装法兰、压盖等，完成安装。主轴轴承寿命短或过早的丧失精度，在相当大的程度上是由于没有严格按照主轴轴承使用要求进行安装。轴承安装注意事项：

①安装前必须要清洗轴承，清洗干净后再涂上干净优质或耐高速高温的润滑脂。

②在主轴轴承安装内圈时，一般都由轴肩在一面固定轴承的位置，而另一面则用螺母、止动垫圈或弹簧档圈等固定，所以在预紧力方面一定要控制，使用力矩扳手进行预紧。

③轴承的安装最好用冷装法，即将主轴放冰箱冷冻后装上轴承，避免了敲击引起的轴承精度丧失。同时注意装配时主轴冷凝水的处理，避免主轴、轴承生锈。

④装配后，主轴的径跳0.002mm以内，轴向窜动：0.000mm，间隙0.001mm，完全满足生产工艺要求，且试转后温升不超过38℃。

### 5. 轴承承载力和转速的校核

轴承的承载力往往体现在轴承寿命方面，在此结构基础上验证轴承寿命。

$$L_h = 106/60 * n * (f_1 * C/P)^\epsilon$$

$$L_h = \text{基本额定寿命 (h)}$$

$$n = \text{主轴工作转速 (1637r/min)}$$

$$f_1 = \text{温度系数, 工作温度小于120}^\circ\text{C, 取1}$$

$$C = \text{基本额定动载荷, 查表为62.1X2=124.2KN}$$

$$P = \text{当量动载荷, 考虑砂轮主轴与主轴轴承的力矩关系} \\ (65/2+30+15+72) * F_n' = P * 72 \text{ 可得 } P = 2292N$$

$$\epsilon = \text{寿命指数, 球轴承取3}$$

综合上数据计算轴承 $L_h = 27131$ 小时 $\approx 3$ 年，满足使用要求。

在油脂润滑方式下，查得极限转速3800r/min，满足最大工作转速要求。

## 四、改造效果

该设备经过改造后，使用和维护成本大幅降低，维修要求也降低不少，本单位维修钳工就能完成更换轴承，维修效率高。由于该项改造滚动轴承的支撑力强，整个磨头主轴刚性增强，可以进行大吃刀磨削，且没有出现磨削表面振纹现象，经过检测磨削滚道表面光洁度不低于Ra0.4。

## 五、小结

这几年随着滚动功能部件行业的发展，现在角接触球轴承的制造精度也越来越高，无论它的工作精度和自身的刚性都能满足精密和超精密加工了，以前的滑动轴承存在使用环境要求高、维修困难、维修成本高、精度丧失难恢复等缺点，应渐渐让滚动轴承替代。以后我们计划把单位里面的老旧的静压主轴逐步改造为滚动轴承形式，不断提升企业自身设备改造能力。□

上接第60页

## 三、措施和结论

综上所述，冲压零件的表面质量问题，除了传统认知下的因工艺和模具原因引起，造型的设计，即A面的特征也是会被评审评价为表面质量缺陷的，这就要求我们在分析冲压覆盖件缺陷成因时，一定要多种因素综合考虑，找到具有说服力的证据，对应着发现造成缺陷的真因，才能最终解决问题。

针对产生问题的原因，制定的应对措施如下：

(1) 申请产品设变，改善A面造型特征，降低造型深度在0.02mm以内，或让A面特征优化到不会被评价为缺陷为准。

(2) 模具各工序型面随着产品造型的更改而修改，达到与产品造型

保持一致。

最终，此处缺陷得到减轻，从B缺陷下降到C缺陷，整车质量评价不扣分。

## 四、结束语

造型特征和A面结构形式会对零件的表面质量产生较大的影响，影响程度不亚于工艺及模具调试带来的缺陷。故在冲压覆盖件生产准备的过程中，前期CAS数据及造型A面的评审，对后期的零件表面质量要求的达成有着重要的联系。虽然本文案例通过设变解决了缺陷问题，提升了整车质量。但如果在造型设计时期，CAS数据锁定前进行评价和预测，能够提早发现问题，申请设计变更，消除造型对评审评价的影响，节省后期的周

期和人力等成本，这对于越来越追求高质量短周期的冲压行业，是有重要意义的。□

参考文献：

- [1] 贾晓峰,董家玲,贾文彬.后车门总成尺寸问题影响因素研究[J].模具工业,2021,05:72-74
- [2] 2021年2月汽车工业经济运行情况[J].世界制造技术与装备市场,2021(02):90.
- [3] 龚玉禄,胥媛媛.基于AutoForm的顶盖加强板同步工程剖析[J].锻造与冲压,2022(08):46-50.
- [4] 王丽珠,容胜忠,苏飞宇,阳学,杨欢.基于AutoForm预测及改善汽车外覆盖件翻边整形的表面缺陷[J].模具工业,2021,47(11):52-54+59.DOI:10.16787/j.cnki.1001-2168.dmi.2021.11.011.
- [5] 许晶,刘宁,周亮.基于Autoform软件对汽车后背门外板工艺分析及优化[J].锻压技术,2021,46(11):137-142.DOI:10.13330/j.issn.1000-3940.2021.11.019.
- [6] 张峰,韦庆峰,韦韡.成形汽车顶盖表面质量缺陷原因分析[J].模具工业,2019,45(5):12-15.
- [7] 孙东继,贺亮,赵金龙.汽车覆盖件表面凹陷的CAE识别方法[J].模具工业,2014,05:22-25

# 加工中心刀具破损监测的一种实现方法

北京工研精机股份有限公司 肖博 刘贺强 戴玉红 吴同宣 于光旭

**【摘要】** 针对具体的刀具，在正常加工工况下充分采集主轴电机的负载值并进行预设，形成针对所有刀具的主轴电机负载表，即数据表，进而可得极限负载值。在实际加工过程中，用读取的实际负载值和极限负载值进行比较，判断刀具是否破损。

## 一、问题的提出

刀具的破损主要表现为：刀具的磨损、崩刃和折断。加工中，如果刀具出现破损，则会对加工效率和加工质量造成一定程度的影响。比如，工件的加工精度降低、表面粗糙度增大、切削温度升高、切削振动、切削负载增大、无吃刀等。针对这种情况，希望能及时的进行监测，以便于操作者可以及时地采取相应的措施。

有统计表明，机床停机时间的 20%是由刀具的破损引起的<sup>[1]</sup>。研究表明，准确可靠的在线监测系统可增加切削速度 10%~50%，总的加工成本可以节省 10%~40%<sup>[2]</sup>。这往往需要增加相关传感器，数据的分析处理设备，并且涉及到安装和维护，这意味着增加成本和调试难度。

本文提出了一种基于主轴电机负载的刀具破损监测方法。该方法充分挖掘应用数控系统中的特征数据，无需额外增加硬件设备，具备较高精度，可以满足通常的使用需求。文章以FANUC Oi-MF数控系统为例进行介绍。

针对具体的刀具，在正常加工工况下充分采集主轴电机的负载值，并将采集到的数据写到指定的地址中，形成针对所有刀具的主轴电机负载表，简称为数据表。通过数据表进而可得极限负载值，包括上极限负载值和下极限负载值。在实际加工过程中，读取的主轴电机实际负载值，并和上、下极限负载值进行比较，进而判断刀具是否破损。刀具破损和主轴电机负载的关系简化为<sup>[3]</sup>：

(1) 刀具磨损或崩刃后，电流的最大值增大，负载会明显增大。

(2) 刀具折断常常有完全折断和部分折断两种：①完全折断：电流和空运行一样，电流很小，负载很小；②部分折断：接触工件前，和空运行一样，负载很小；接触工件后，和崩刃相似，负载明显增大。

该方案的技术路线如图1所示。

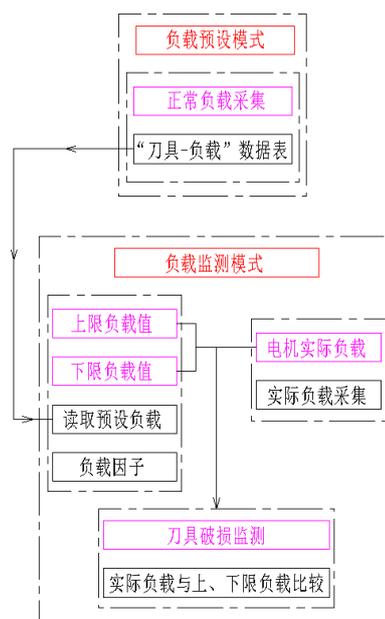


图1 技术路线

## 二、负载预设的实现

当加工内容、刀具的规格与型号、加工的工艺参数（比如主轴转速、进给速度、吃刀量…）等确定之后，便

可以进行负载的预设。为了方便描述，本文以1号刀具为例进行说明。

选择预设模式。在切削加工条件下，当主轴转速到达以后，每隔一秒进行一次主轴电机负载数据的采集，并将采集到的数据写到以D2000为首地址的数据表中。即便此时刀具没有破损现象，主轴电机负载处于正常状态，但是也可能由于材质不均等其他外部因素，导致负载会在一定范围内波动。因此，负载数据的采集工作通常需要在多次切削加工中重复进行，力求采样数据充分完备，如图2流程所示。

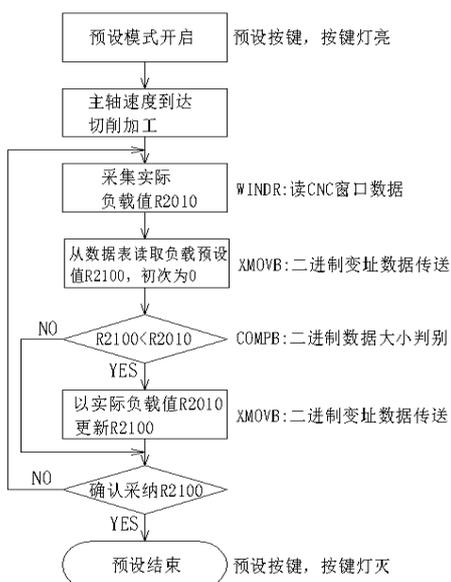


图2 负载预设流程图

### 1. 负载预设模式

为了方便操作，在机床操作面板上设计了“预设”按钮。按一下该按钮，按钮灯亮，即进入预设模式；再按一下按钮，按钮灯灭，即进入到了正常的监测模式。这里选择预设模式。

### 2. 采集实际负载值

采集的实际负载值为当前加工状态主轴电机的负载值。FANUC系统提供了一种可以对CNC的数据进行读写的功能指令——窗口功能。这里用来读取“主轴电机的负载值”。应

用时，需要对该功能指令的输入数据进行设置，数据结构如图3所示<sup>[4]</sup>，其中，读取主轴电机负载信息时，对应的功能代码是“153”；数据数N为0，表示读取第一主轴负载；数据属性为0。采集到的实际负载值存储在数据区R2010中，负载值为无符号的二进制数，占用2个字节。梯形图如图4所示。

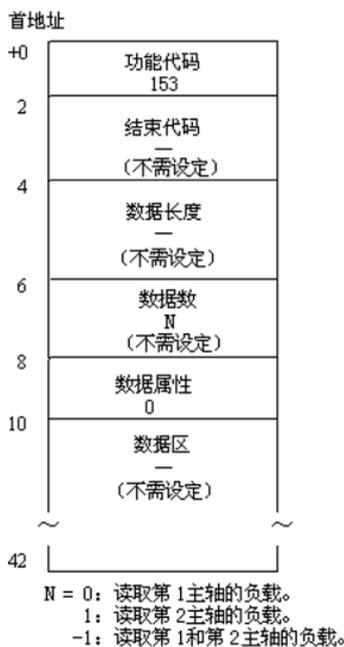


图3 读取主轴电机负载值时的输入数据结构

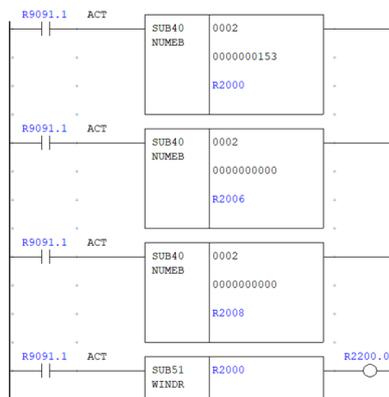


图4 窗口功能读取

### 3. 负载预设过程

无论是读数据，还是写数据，都要用到数据表。数据表的实质是规划的一片D地址区域，这里的D地址用来存储负载值，该负载值是主轴电机

负载，且对应于主轴刀号。表容量、首地址、表内号是数据表常用的概念。

①表容量：这里数据表的表容量存储在D0006中，设置24。用D地址来存储表容量，这样即使梯形图在写入ROM后依然可以快速改变表容量。

②首地址：这里数据表的首地址为D2000，每个负载值占用2个字节，数据表D地址范围为D2000~D2044。

③表内号：数据表的表内号从0开始，这里表内号范围为0~23。“表内号-主轴刀号-采样值存储D地址”之间的对应关系见表1。

执行换刀操作T1M6后，主轴刀号D0000=1，表内号D0015=D0000-1=0。

表1 数据表-预设前

表内号 (D0015)	主轴刀号 (D0000)	采样值 存储D地址	负载值
0	1	D2000	0
1	2	D2002	0
2	3	D2004	0
3	4	D2006	0
...	...	...	0
23	24	D2046	0

#### (1) 读数据

指从数据表中读取相应刀具的主轴电机负载值，基于表内号来进行。应用功能指令XMOVB<sup>[4]</sup>。

1号刀具对应表内号0，因此，将D0015=0时对应负载值（初次读取时负载值为0）读到R2100。

#### (2) 比较数据

指用R2100和读取的实际负载值R2010进行比较，所用的功能指令为COMPB<sup>[4]</sup>：二进制数据大小判别。该指令可比较1、2、4字节长的二进制数据之间的大小，比较结果存放在运算结果寄存器（R9000）中。

当数据表中对应的负载值R2100大于读取的实际负载值R2010时，R9000.1=0。

当数据表中对应的负载值R2100小于读取的实际负载值R2010时, R9000.1=1。

此时1号刀具对应R2100=0, 实际负载值R2010=4011, 可得R9000.1=1。

(3) 写数据

R9000.1=0时, 数据表不被更新。

R9000.1=1时, 数据表会被更新。

这里的更新, 即写数据, 将读取的实际负载值写入数据表对应的地址, 应用功能指令XMOV<sup>[4]</sup>。

这里, 1号刀具对应的实际负载数据为R2010=4011, 且R9000.1=1, 表内号D0015=0, 对应的数据表地址为D2000, 见表2。

表2 数据表-写数据

表内号(D0015)	主轴刀(D0000)	采样值存储D地址	负载值
0	1	D2000	4011
1	2	D2002	0
2	3	D2004	0
3	4	D2006	0
...	...	...	0
23	24	D2044	0

同样的道理, 对其他刀具进行负载采集, 并且往往需要进行多次加工循环的重复地、充分地采集, 梯形图如图5所示, 最终形成的数据见表3。其中, 数据表中为0的数据, 表示相应的刀具号在加工程序中没有用到。

至此, 负载预设完成。退出负载预设模式, 进行负载监测。

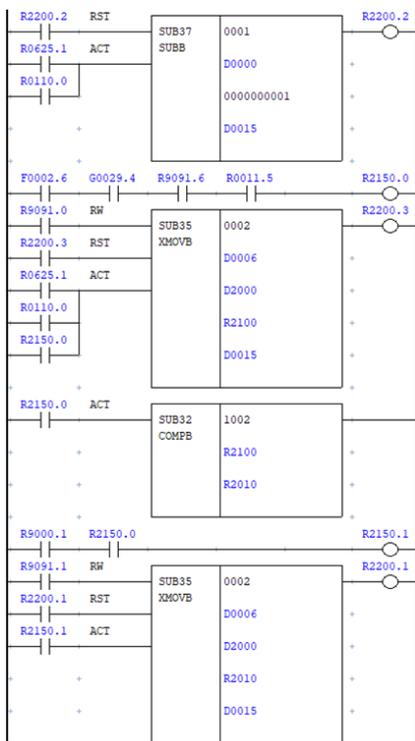


图5负载预设模式

表3 数据表-预设完成

号. 地址	数据	号. 地址	数据
0 D2000	4540	12 D2024	3323
1 D2002	0	13 D2026	0
2 D2004	4201	14 D2028	4002
3 D2006	0	15 D2030	0
4 D2008	3905	16 D2032	3996
5 D2010	0	17 D2034	0
6 D2012	4860	18 D2036	3951
7 D2014	0	19 D2038	0
8 D2016	4432	20 D2040	3002
9 D2018	0	21 D2042	0
10 D2020	4749	22 D2044	4193
11 D2022	0	23 D2046	0

### 三、负载监测模式

切削状态下, 当主轴转速到达以后, 读取主轴电机的实际负载值, 使之与极限负载值进行实时的比较, 负载监测过程的流程图如图6所示。

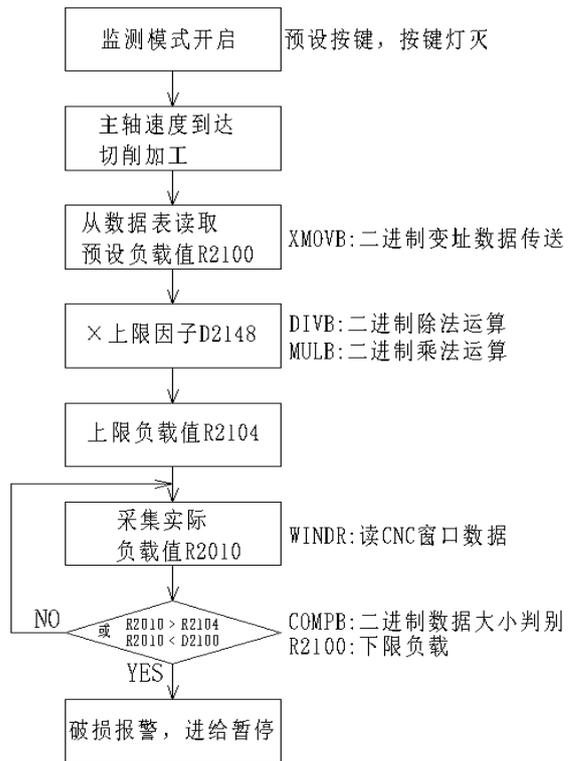


图6 负载监测流程图

#### 1. 极限负载值

极限负载值包括上限负载值和下限负载值。

下限负载值为设定在D2100中的固定值, 通常, 该值大于任一把刀具空切削时的负载值, 且小于每把刀具正常切削时的负载值, 比如设置为500。

上限负载值=预设值×上限因子  
其中，上限因子是人为设计的参数。这里应用功能指令DIVB和MULB<sup>[4]</sup>。

参数号：D2148

设定单位：%

设定范围：100~32767

比如，负载因子设置值为120时，表示上限负载值为预设负载值的120%。

执行T1M6之后，1号刀具交换到了主轴。读取预设值后，R2100=4540。那么，对于1号刀具而言，由PLC计算上限负载值：

$$R2104=4540 \times 120\%=5400$$

## 2. 刀具破损监测

对主轴电机的实际负载值R2010和上、下限负载值进行实时的比较。

若实际负载值R2010大于上限负载值R2104，或小于下限负载值D2100，且超过设置时间后，则认为刀具出现破损情况，进入进给保持模式，且显示报警信息：

OPM170 刀具破损

此时，检查刀具。

负载监测模式下的梯形图如图7所示。

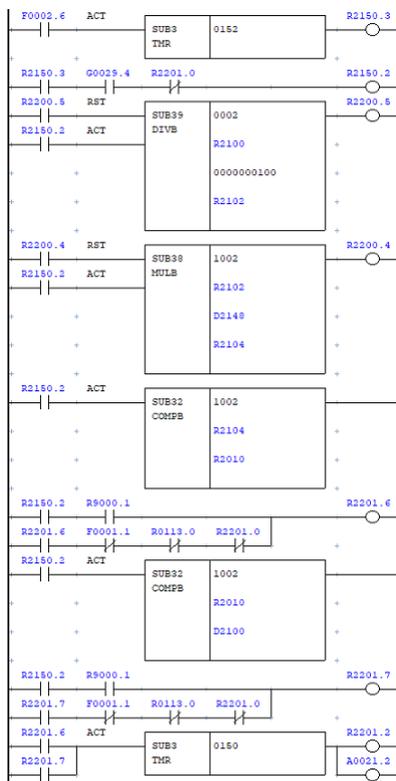


图7 负载监测模式

## 四、应用展望

该方案不需用额外地增加其他任何硬件设备，在一定意义上说，实现

了项目“零成本”。功能思路清晰、操作性强，人机交互友好，可以有效地应对由于加工中的刀具破损对加工效率和质量造成的不良影响。这对于合理地组织生产，科学地使用机床，提高机床的智能化水平，具有积极的意义。

目前，该方法已成功应用于我公司立卧加工中心，也可以拓展应用到车削中心中来。本文是基于FANUC数控系统Oi-MF为例进行介绍的，对于其他厂家的数控系统，也可做参考。□

### 参考文献：

- [1] KURADA S, BRADLEY C. A review of machine vision sensors for tool condition monitoring[J]. Computers in Industry, 1997, 34(1): 55-72.
- [2] NAJAFI B, HAKIM H. A comparative study of non-parametric spectral estimators for application in machine vibration analysis[J]. Mechanical Systems & Signal Processing, 1992, 6(6): 551-574.
- [3] 许立新 在FANUC系统上开发智能刀检[J] 制造技术与机床 159-163
- [4] FANUC Series Oi-MODEL F PMC PROGRAMMING MANUAL B-64513EN/03:702, 304-311, 368-370, 475-476, 473-474

## 资讯

### 第五届中国涂附磨具国际论坛于湖北宜昌成功举办



由中国机床工具工业协会涂附磨具分会主办的第五届中国涂附磨具国际论坛于4月11-12日在湖北宜昌举行。作

为涂附磨具行业高端技术交流平台，本届论坛吸引了国内外众多行业企业、科研院所及相关机构260多位代表踊跃参加，其中多位来自美国3M、法国圣戈班、德国VSM等行业巨头企业。

本届论坛以“涂附磨具智能化磨削技术与绿色环保高效材料”为主题，邀请了14位涂附磨具及相关领域的专家、学者及行业资深人士，围绕主题发表了学术报告。

专家们分享了涂附磨具新技术、新成果，探讨了行业的未来发展方向。报告内容丰富，视野开阔，技术前瞻，观点前沿，学术氛围十分浓厚。台上台下交流互动，精彩纷呈。本届论坛的成功举办，将对涂附磨具行业高质量发展起到有力的推动和促进作用。（来源：协会涂附磨具分会）

# 西门子数控系统在数控缠绕机中的应用

天水星火机床有限责任公司 孟子为

**【摘要】**本文主要介绍了西门子数控系统在数控缠绕机中的应用。随着新技术新材料的发展，缠绕技术在军工航天领域应用非常广泛，本文介绍的OEM开发界面，目的在于提高工作效率及工作精度，降低操作者的操作失误，提高缠绕机自动化水平。

随着国民经济的快速发展，新材料、新技术的不断推进，缠绕技术在航空航天领域发展很快。数控缠绕机床是筒形、球形、锥形、异形和异形截面制件的专用设备，是目前使用玻璃纤维、碳纤维等多种纤维进行螺旋、环形、组合线型的湿法或干法缠绕的设备，自动化程度高。这就要求我们的控制技术也要迅速提升，在数控缠绕机中选用西门子840Dsl系统，进行二次开发，提高数控缠绕机的自动化水平，提高控制精度，提高工作效率。

## 1. 数控缠绕机概述

缠绕成型工艺是将浸过树脂胶液连续纤维（或布带、预浸纱）按照一定规律缠绕到芯模上，然后经固化、脱模，获得制品。根据纤维缠绕成型时树脂基体的物理化学状态不同，分为干法缠绕、湿法缠绕和半干法缠绕三种。

纤维缠绕成型的优点：

(1) 能够按产品的受力状况设计缠绕规律，能充分发挥纤维的强度。

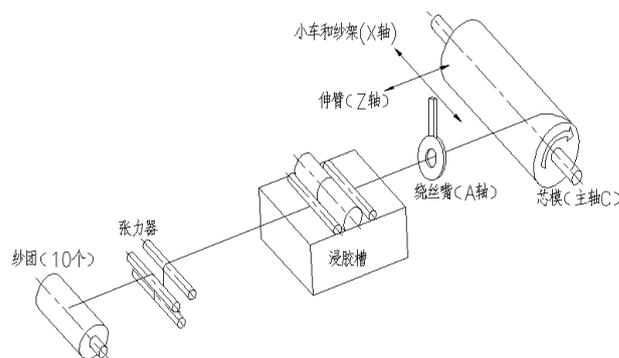
(2) 重量轻：一般来讲，纤维缠绕压力容器与同体积、同压力的钢质容器相比，重量可减轻40%~60%。

(3) 可靠性高：纤维缠绕制品易实现机械化和自动化生产，工艺条件确定后，缠出来的产品质量稳定，精确。

(4) 生产效率高：采用机械化或自动化生产，需要操作工人少，缠绕速度快（240m/min），故劳动生产率高。

(5) 成本低：在同一产品上，可合理配选若干种材料（包括树脂、纤维和内衬），使其再复合，达到最佳的经济效果。

## 2. 数控缠绕机结构示意图及简介



数控缠绕机床为单工位四轴联动缠绕机，主要由控制系统、主机、小车和纱架、缠绕软件组成，小车和纱架可在导轨上纵向移动。4个联动轴：主轴旋转轴（C），小车和纱架移动轴（X），伸臂移动轴（Z），绕丝嘴回转轴（A）。主轴（C）使芯模做回转运动，小车和纱架移动轴（X）使丝嘴沿芯模轴向做往复运动，伸臂移动轴（Z）使丝嘴沿芯模做径向运动，绕丝嘴回转轴（A）使丝嘴绕伸臂轴转动。其中X和Z轴为直线轴，C和A轴为旋转轴。

纱架平台为承载纱架和初张力装置的焊接部件，同时作为运动轴，与缠绕平台同步运动。纱架系统内总共可安装10个标准纱团：纱团内径 $\phi$ 76mm、最大外径 $\phi$ 200mm、纱团长度280mm，单个纱团最大重量10kg。每团纱配备一个闭环气电控制张力器，张力能自动检测调节，同时能够显示每团纱的设定值及实时张力值，并能对纱团直径及出纱速度变化引起的张力波动进行

补偿，同时对由小车换向等引起的张力波动，由自动收纱装置进行补偿。

张力控制系统采用两级张力控制：第一级采用气电结合的电子伺服式张力控制系统；第二级张力控制对出纱处浸完胶后的纱带，通过欧米伽轮实现第二级张力控制，采用张力传感器的输入作为反馈，采用磁粉制动器组成的欧米伽轮作为施力部件，实现闭环控制。

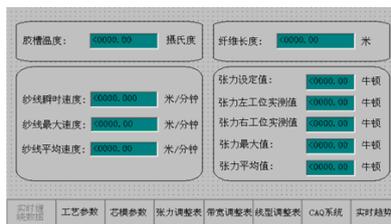
### 3. 数控缠绕机特点功能

数控系统选用西门子840Dsl系统，强大灵活的系统功能，发挥了其独特的优势。大扭矩1FT6伺服电机最大静态扭矩可达175N·m；大功率1PH7伺服电机可提供高于100kW的功率；多轴控制，840Dsl可实现多到31个轴的控制；多轴联动加工功能；强大的PLC功能，集成了S7-300的复杂功能，控制点多，功能强大的模拟量输入输出功能，可以很方便地实现动态监控及组态控制；采用Profinet网络功能，既减少硬件接线、又使结构简单清晰化、减少了故障点。灵活的HMI界面扩展功能，可编写特殊的显示画面及工艺画面；人机对话，监控、保护等功能易于实现。张力控制模拟信号4~20mA输出到PLC，温度测量采用铂铑热电偶测量（-10℃~+80℃），带信号放大器，模拟信号4~20mA输出到PLC，纱线速度和纤维长度测量采用旋转编码器测量，编码器1800脉冲/转，测速轮周长180mm，5V TTL信号(差动输出)，二路张力测量采用称重传感器测量（0~800N），带信号放大器，模拟信号4~20mA输出到PLC，模拟量输入输出信号，通过软件处理可以很方便在OEM界面上显示和设置，大大提升了缠绕机的自动化水平。

二次开发专用界面包括实时缠绕

数据界面、工艺参数界面、芯模参数界面、张力调整表界面、带宽调整表界面、线型调整表界面、CAQ系统界面等。

### 4. 缠绕机实时缠绕数据专用界面介绍



在实时缠绕数据区，可以显示胶槽温度、纱线瞬时速度、纱线最大速度、纱线平均速度、纤维长度、张力设定值、张力左工位实测值、张力右工位实测值、张力最大值、张力平均值。其中胶槽温度、纱线瞬时速度、张力左工位实测值、张力右工位实测值是一直测量的，纱线最大速度、纱线平均速度、纤维长度、张力最大值、张力平均值，是缠绕程序执行后开始测量的。张力设定值是指执行缠绕程序时根据张力调整表得到的当前层的设定值。

### 5. 缠绕机工艺参数设置专用界面介绍



在工艺参数区，可以显示线型显示、层数显示、带宽显示、单件缠绕时间、工件数、累计运行时间、每一层的循环次数、总的循环次数。层数显示是指当前缠绕到哪一层；线型显示和带宽显示，是根据当前缠绕到的层数对应的线型和带宽；单件缠绕时间是指单个缠绕程

序执行的时间；工件数是指执行过的缠绕程序个数之和，也就是总的工件数；累计运行时间是指执行过的缠绕程序的运行时间之和；每一层的循环次数是指当前层的缠绕子程序所循环的次数；总的循环次数是指当前层的缠绕子程序所循环的次数与之前每层的缠绕子程序所循环的次数之和；工件数和累计运行时间在机床断电和NC复位后会保持住。若需要将工件数和累计运行时间清零，点击下面的“清零”软键即可。

该软件适用于缠绕罐体（等开口及不等开口）、管道、球体、锥体、组合体等回转体及方形制品，缠绕线型适应停留缠绕、环向缠绕、螺旋缠绕、平面缠绕及组合缠绕，测地线和非测地线缠绕，并具有不同线型间自动过渡功能。具备线型仿真功能。能够计算出缠绕时间、纤维用量等缠绕数据。对于缠绕过程数据可保存到数据库中，便于导出到系统外，用于事后数据分析。缠绕线型具有后处理功能，处理后生成的缠绕程序格式与西门子控制系统兼容。

### 6. 结语

缠绕机选用了西门子840Dsl系统，利用840Dsl的强大功能，在840Dsl系统OEM开发平台上二次开发界面，操作者无须编程，只需设置相关的工艺参数，界面直观适用，操作简捷方便，故障排除简单明了，极大地提高了加工效率；工艺参数，包括芯模参数、张力调整表、带宽调整表、线型调整表，为了方便使用，每一套参数可以保存成文件，同时也可以对保存过的文件进行相应管理，为后续质量分析，设备利用率，提供大数据，是集新工艺、新材料制造技术、自动化控制技术、传感技术、伺服驱动等技术为一体的自动化设备，值得推广应用。□

# 人机交互HMI在普通车床控制中的应用

天水星火机床有限责任公司 张周平

随着科技事业突飞猛进，加工制造业也在不断更新换代，现有的普通车床及常用的数控机床已不能满足现在的加工市场需求。各种专用数控车床由于其具有高度专业性、高精度、高效率、柔性自动化等诸多优点，已经在我国的加工制造业中占有举足轻重的地位。目前已经有大量专业的专用机床，用于特殊零件的加工，但专用机床制造成本高，国产数控系统不能满足加工要求，专用进口高端控制系统花费巨额成本。

在走访用户时，碰到典型的两个问题：第一种是很多用户需要车削特殊零件，要用到五轴联动机床再配有国外高技术的编程软件才能加工完成，一般工厂没有这样的设备，工人们凭借着自己的加工经验能在普通机床上手动完成这种特殊零件的加工，比如船舶工业上的螺旋桨叶片，但是普通机床上手动加工精度太差，差不多等同手动砂轮机打磨出来的效果，精度完全靠着手感，而且要不断更换机械齿轮，完成一个工件几乎需要一个多月时间，价格低廉又实用的专用机床就迫切需要；另外一种是有很多的私人用户，有的甚至小作坊，完全给特定的某个大型企业供货，常年同一种型号，比如石油钻杆等，需要批

量加工这种工件，有数控机床当然更好，但是用数控机床只是固定一种工件有点浪费，最好能像普通机床一样加工，再能用更少的人力看管这样效率会更高，操作者可以同时操作多台机床。

为此，针对专用数控加工设备成本问题，我们在普通机床的基础上开发了一种专用机床，为特殊零件的加工优化提供了典型范例。

## 一、硬件条件

普通车床基本结构：床身、床头、床鞍、尾座、纵横向的丝杠副总成，除了这些机械结构，还需要电气控制的部分硬件条件，如PLC、接触器、保护开关等。

这里选用一种人机交互的触摸屏控制方式，可以让具备以上条件的普通车床实现简单的部分数控车床功能，而且能更加简便。人机界面HMI对计算机硬件及操作系统要求如下。

CPU：INTEL Pentium II 以上等级

内存：64MB以上

硬盘：2.5GB以上，最少有10MB以上的磁盘空间

操作系统：Windows 2000/Windows NT/ Windows XP/ Windows VISIA等。

## 二、人机交互选择和连接

触摸屏软件是通过VB语言编辑控制触摸屏，触摸屏选择国产，支持Windows CE.net5.0系统，带有RS-232串口功能即可。人机界面与计算机和PLC的连接如下图1所示，其中计算机与人机界面通过USB接口连接，计算机与PLC通过RS232串口连接。

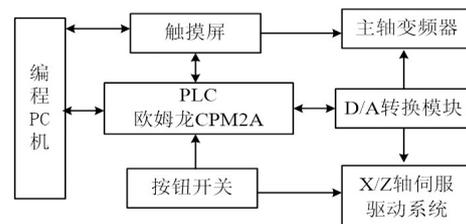


图1 触摸屏系统连接图

卧式车床触摸屏的显示画面中要有展示机床位置和加工参数设置两部分，触摸屏显示部分完全由程序控制，显示方式完全可以多样化，也比较灵活，更能根据特殊需要来修改显示信息。对触摸屏有以下两方面的具体需求：

### 1.HMI参数设置

所有的参数只在手动加工界面下可以设置，其中包括：X轴参数、Z轴参数、主轴参数以及其他参数（辅助功能参数）。机械参数是根据机械的实际情况预置好的，不能进行设定。

进给轴参数包括：快速速率，I

档、II档最大速率以及速度分辨率，手脉x100倍率时的电子齿轮比，反向间隙补偿脉冲。

主轴参数包括：点动频率，转速方式最大、最小速率，恒线速方式最大、最小线速度，点动增量，长按时间，最大周长以及高低速档位时的找零频率。

## 2. HMI的信息显示部分

控制系统在运行过程中显示多项机床信息：已装入触摸屏部分存储器内部的程序表；X轴和Z轴的坐标值，主轴旋转角度；目前的运行方式；或者正在执行某个特定程序；后台是否同时编辑程序或程序段；XZ轴的进给率、主轴转速变化实时显示；刀具信息和多种故障提示等。

需要预先设置HMI及PLC的名称、设备类型、接口类型等信息，设置完成方可在图2的触摸屏软件编辑界面进行软件的初始化编写，PLC通过RS232串口传输数据到触摸屏，通过VB语言实现，以上操作都是通过计算机进行的。图3是通过VB软件编辑触摸屏画面。触摸屏读取PLC的数据的通讯程序如下：

```
Function CRC16(data() As Byte) As String
    Dim CRC16Lo As Byte, CRC16Hi As Byte    'CRC
    寄存器
```

```
    Dim CL As Byte, CH As Byte
    Dim SaveHi As Byte, SaveLo As Byte
    Dim i As Integer
    Dim Flag As Integer
    CRC16Lo = &HFF
    CRC16Hi = &HFF
    CL = &H1
    CH = &HA0
    For i = 0 To UBound(data)
        CRC16Lo = CRC16Lo Xor data(i) '每一个数据与CRC
        寄存器进行异或
        For Flag = 0 To 7
            SaveHi = CRC16Hi
            SaveLo = CRC16Lo
            CRC16Hi = CRC16Hi \ 2    '高位右移一位
            CRC16Lo = CRC16Lo \ 2    '低位右移一位
            If ((SaveHi And &H1) = &H1) Then
                CRC16Lo = CRC16Lo Or &H80
            End If    '否则自动补0
            If ((SaveLo And &H1) = &H1) Then '若LSB是1，则
                与多项式码进行异或
                CRC16Hi = CRC16Hi Xor CH
                CRC16Lo = CRC16Lo Xor CL
```

```
End If
Next Flag
Next i
ReturnData(0) = CRC16Hi    'CRC高位
ReturnData(1) = CRC16Lo    'CRC低位
CRC16 = ReturnData' x2 = x2 + 0
End Function
```

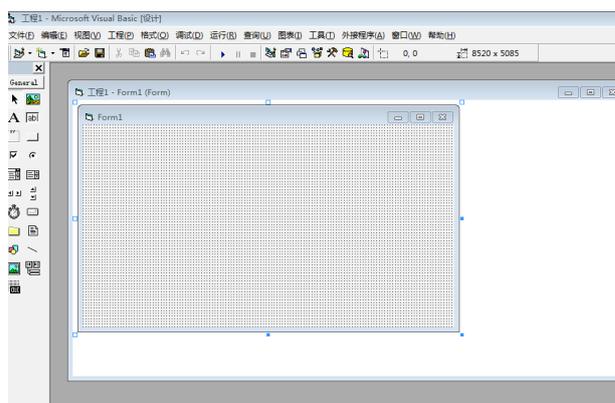


图2 VB软件初始化编写界面

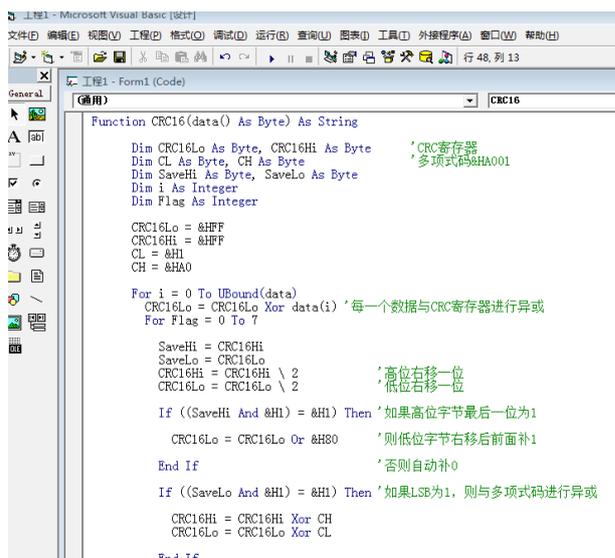


图3 软件编写界面

## 三、界面操作模式选择

HMI的软件开发主要是根据车床设计的需要，设计相应的显示界面。这里根据特定卧式车床工作模式需要选择了5种人机界面，具体介绍如下。

### 1.手动操作

车床手动操作需要进行参数设置、XZ轴进给控制、主轴控制、主轴换挡、刀塔换刀、功能选择、坐标清零、记

录及返回记录点等工作，这些动作均由按钮操作。

其中：所有的参数只在手动加工界面下可以设置；在手动工作状态下，可以通过HMI选择其他三种不同的功能，分别是：定长加工、直线插补和螺纹加工。选择时只需点击对应的按钮即可。触摸屏显示按功能分为五个区域，即位置显示区、速度显示区、辅助功能显示区、加工数据区以及工作状态选择区，如图4所示。

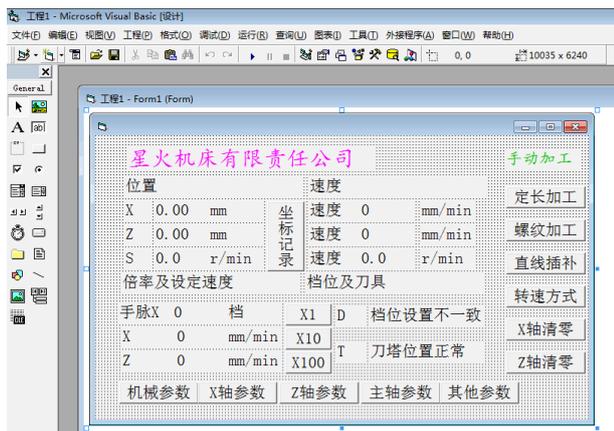


图4 触摸屏功能显示界面

## 2. 各类加工操作

### (1) 确定长度加工操作

确定长度加工用于进给设定的长度，以便能准确、简便的加工有确定的一定长度要求的工件，这样的操作可以简化操作工人的操作流程，减少操作工的操作误差。

操作方法：

- a) 在手动加工状态将刀具移动至工件加工的起始点，即我们常说的对刀。
- b) 切换至定长加工工作画面。
- c) 切换至定长加工工作画面。
- d) 设定定长加工的长度，调节倍率旋钮设定定长加工的速度。
- e) 启动主轴，等待主轴转速达到指令转速，和变频器配合有个转速到达指令。
- f) 按下进给方向按钮（X+, X-, Z+, Z-），也可手动搬动方向手柄来启动对应方向的定长进给。
- g) 定长完成后，进给自动停止，等待下一次启动信号。

### (2) 直线插补和多台阶操作

直线插补用于加工有锥度的工件，这种设计改变了普通卧车调节刀塔角度车削锥度的操作方法，减轻了工人的劳动强度，提高了劳动效率；还有确定尺寸的台阶类轴类零件，可根据加工尺寸确定图形尺寸，控制系统可根据图形能自动循环加工完成。

图4中选择直线插补功能，除了左下区域的加工区是插补功能的特有区域外，其余区域与手动状态一致。在加工区中，显示了插补的方向，以及X轴和Z轴的设定长度。进给速度显示方面，由于系统采用X轴运动插补Z轴运动的方式，运行期间X轴的进给速度取决于Z轴的进给速度，所以只显示了Z轴进给速度的设定值，Z轴的进给速度由进给倍率旋钮调节。

### (3) 螺纹加工操作

图4中选择螺纹加工的显示画面，除了左下区域的加工区是螺纹功能特有区域外，其余区域与手动状态一致。

螺纹加工用于车削螺纹工件，这样的设计与数控卧车一致，加工工艺几乎完全同数控系统的螺纹加工，给定螺距，再根据螺纹加工工艺给定主轴转速即可完成螺纹切削，我们在研发过程中试切过多种螺纹，甚至双头螺纹，三头螺纹，经过计算我们可以设置完成多种多头螺纹的加工。

## 四、通过PLC作为纽带，连接机床和HMI

在“傻瓜”类车床中，除了控制系统对车床各轴进行连续控制外，还需要对车床的多种机械行为做状态监控和逻辑控制，完成控制装置、执行部件和电气控制系统相互之间信号读取和传输，这些工作大多需要PLC来完成。

本次应用中PLC的程序主要完成刀架自动换刀、主轴自动换挡信号处理等。

这里以欧姆龙PLC为例，选择OMRON编程软件，打开CXP软件，左上角点击创建新工程（见图5），即可进入梯形图程序编写界面如图6所示，这里不再赘述PLC软件的编辑过程和操作方式等，很多PLC软件操作大同小异，只是输入输出的I/O代码有所区别。

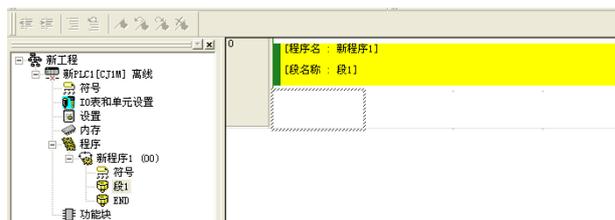


图5 在CXP软件中创建新的梯形图

梯形图绘制软件在功能上差别比较大，根据设备需要选择合适的PLC即可。

主轴换挡部分是软件设计中的重点部分，普通车床对主轴部分的控制主要靠着PLC来实现，还有主轴部分的各个动作等。主轴换挡的控制过程也是在PLC中实现的。普通卧式车床主轴分为四档，具体如表1。

当PLC接收控制按钮或者控制系统发出的换挡信号命令后，先查看换挡压力是否正常，在正常状态且主轴电机处于停止时，给PLC设置定时器，依据给定的目标档位。

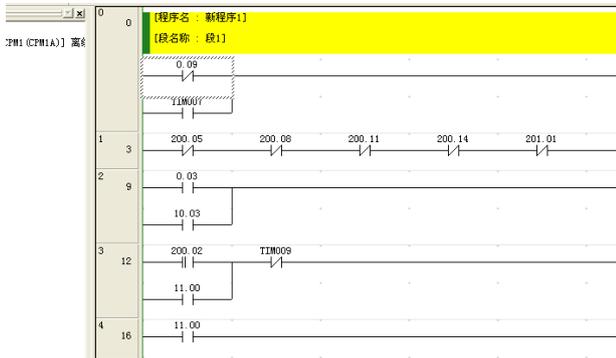


图6 PLC编写画面

表1 主轴档位及级数表

名称	档位及转速
主轴转速范围及级数 (四档无极变速)	I 档 2-80r/min
	II 档 3-160r/min
	III 档 5-320r/min
	IV 档 5-630r/min

主轴部分换挡梯形图如图7所示，主轴换挡控制流程如图8所示。

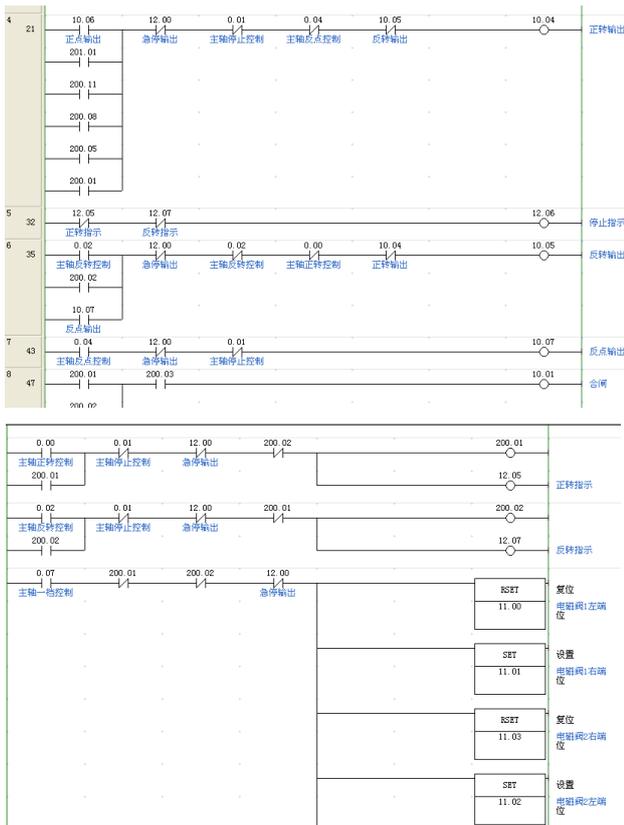


图7 主轴换挡部分梯形图

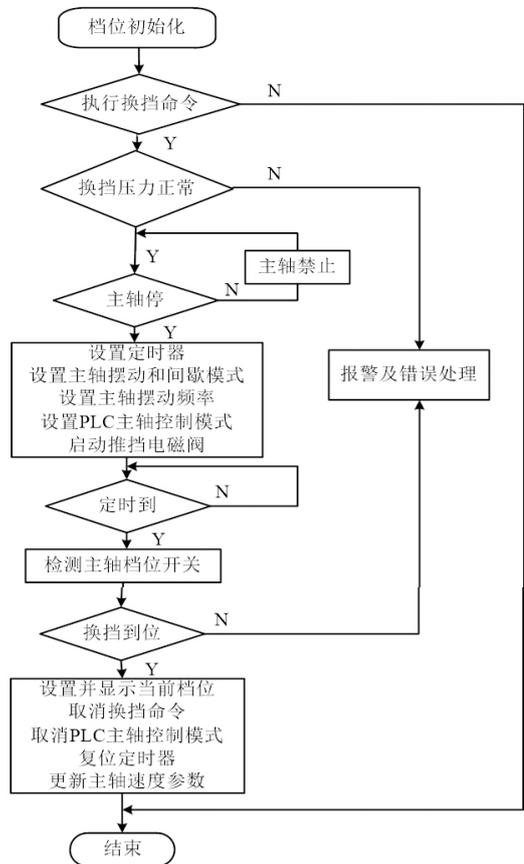


图8 主轴换挡控制流程

为其换挡电磁阀给出开合指令控制相应油缸，通过油缸来推动同一个轴上的齿轮前后移动。其中PLC必须设定主轴按照一定速度和频率来摆动，摆动过程中推动齿轮啮合。换挡完成则进行下一个动作，若不能完成设置超时时间，看档位开关是否生效，若生效，则换挡完成。否则，PLC进行错误报警处理，并能在显示屏幕上显示主轴换挡未完成字样。

主轴在换挡时，主轴档位较多，需在PLC程序初始化模块中扫描主轴油缸部分的5个档位检测开关，并对扫描到的检测开关信号进行初始化处理；上下两个油缸分别检测到一个开关就能确定一个主轴档位，再根据机械齿轮结构确定这是哪个主轴档位，PLC记住组合的开关输出相应的档位，主轴运行中换挡指令不生效。

## 五、总结

该应用中利用HMI和PLC的配合来控制普通车床，可大大提高车床的可操作性，便于人性化操作，进而解决人机协调问题；同时对需要新开发的专用车床控制简单方便，实现主轴自动换挡，对普通车床的各机械部分、液压部分等控制对象的逻辑控制。□

# 工艺工装夹具的设计

科德数控股份有限公司 都 垚 李国学 倪长圣 陈霖

**【摘要】** 工装夹具体是机械加工过程中用来紧固工件，使机床、刀具、工件间保持正确位置的工艺装备。针对滑鞍异型等特点，结合实际情况总结工装夹具体在设计过程中的注意事项，保证了加工工件的几何精度和尺寸要求。

## 1. 工装夹具的作用和适用范围

### (1) 工装夹具的作用

机床工装夹具体是制造业中机床工艺的重要组成部分。在大部分零部件的机械加工过程中，无论是用普通机床还是用数控机床加工，工装夹具体如同桥梁般将机床和工件紧密联系起来，因此机床工装夹具体如同切削刀具一样，是机械加工中必不可少的辅助加工装置。其辅助作用主要体现在如下几个方面：①保证工件的加工精度，稳定产品的质量；②提高劳动生产率，降低制造成本；③扩大机床的工艺范围；④减轻工人的劳动强度。

### (2) 工装夹具体适用范围

不同的产品有其不同的加工方式、方法。对于批量定型的产品，最好采用工装夹具体来加工完成。而对于小型、批量零部件产品，在生产加工过程中，工装夹具体的设计应全面

考虑把多个工件安装在工装夹具体上，并采用一次性安装的方式、方法来加工解决。对大型工件应根据机床加工范围而定。工装夹具体如同桥梁般将机床和加工工件联系在一起，是机械加工工艺中必不可少的加工装置，只要工件在工装夹具体上稍加调整便可使机床、刀具、工件间保持精准的位置。

## 2. 滑鞍工装夹具的设计

### (1) 滑鞍在机床中的作用及重要性

如图1~图3所示，滑鞍（十字滑台）（以下简称滑鞍）是一个可以上、下、左、右、平行、垂直、往复移动的机床应用部件，它直接影响到整个机床坐标移动的位置精度，起到承上启下的作用。

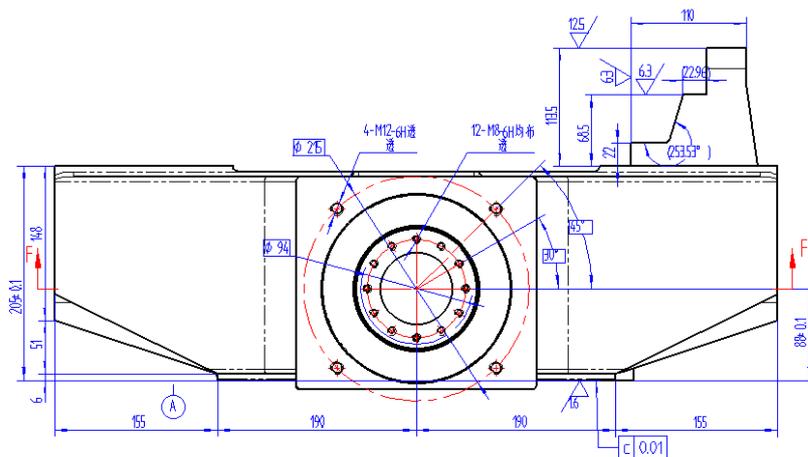


图1

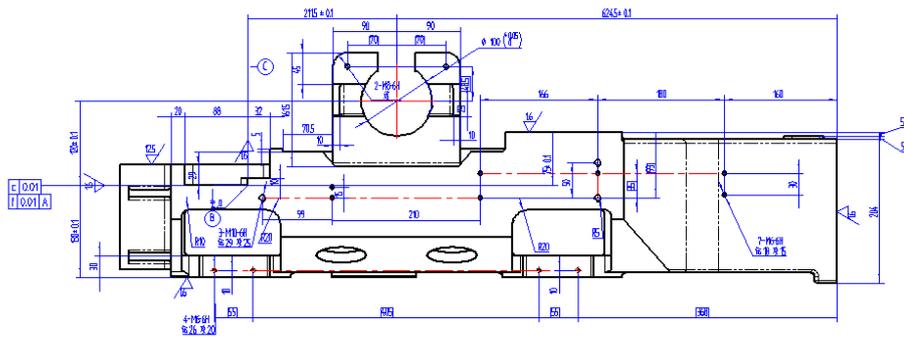


图2

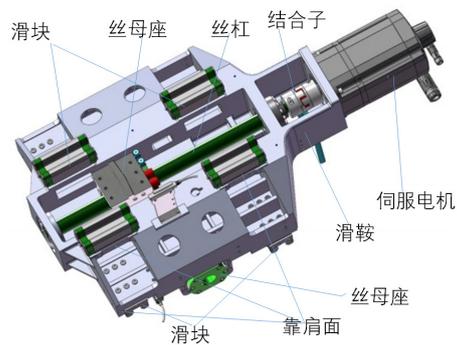


图4 五轴数控机床上的滑鞍结构图

### 3. 滑鞍定位基准

#### (1) 滑鞍定位基准面的选择

对于任何一个被加工的零部件而言, 选择正确的工件基准作为加工基准面, 是保证工件精确加工的重要因素。它也是确保装配基准与加工基准一致性的唯一标准。针对滑鞍这个特殊部件所具备的特点可以做如下的剖析, 考虑它自身的结构和在机床上与其他部件之间相关联的尺寸精度所起的作用, 就必须选择好定位基准面, 还要选择好用来加工滑鞍机床设备的物理参数等。只有这样才能选择出最佳工装夹具体的设计方案。

如图5所示即为该工件滑鞍的定位基准面。

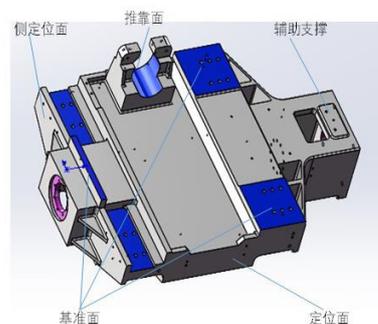


图5 三维图

高精密机床重要工件在机床上必须确定其准确的坐标位置。滑鞍就具备了其几何精度的要求, 这也充分说明滑鞍在机床上的重要性。要保证滑鞍各项平行、垂直的精度, 在加工时必须保证滑块接触面的平面度, 正、反两面相互平行及滑块接触的侧靠肩面的直线性, 正、反两面相互垂直度。轴向孔、电机孔和丝杠支座、丝杠螺母支座等所对应滑块接触面和滑块侧接触面的靠肩面之间的等距性及其相互位置的精度。

#### (2) 滑鞍工装夹具体的设计要点

滑鞍属于异型件, 它对各项技术精度要求特别高。为保证产品的各项几何精度能达到设计要求, 在设计工装夹具体时就得根据工件的实际情况进行逐项考虑。首先要选好准确的定位基准面, 再考虑夹紧位置是否正确。如果基准面选择不正确, 所加工的滑鞍便达不到设计的各项几何精度, 并且夹紧不正确最终会导致工件变形, 影响加工精度。

滑鞍上的轴向孔、电机座及两端丝杠座和丝杠螺母座的各项精度, 在机床实际工作中是保证滑鞍沿着滑台移动, 滑枕又在滑鞍上移动。若想达到滑鞍上的滑块对轴向孔, 电机座及两端丝杠座和丝杠螺母座的等距性, 丝杠及丝杠螺母的上母线和侧母线相对滑鞍正、反两面的滑块靠肩面的等高和平行及垂直精度, 就得在加工时保证上述各项技术要求。只有这样, 才能真正达到和满足滑鞍各项几何精度要求。

综上所述, 为了满足和达到设计的各项几何精度要求, 必须要用工装夹具体来实现, 以保证各项加工的几何尺寸。

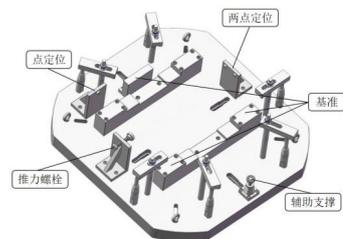


图6 滑鞍工装夹具体视图

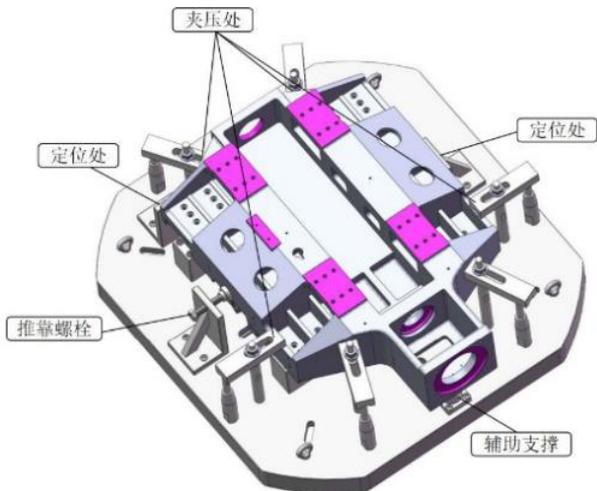


图7 安装在夹具体上的滑鞍

## (2) 滑鞍精加工面做定位基准

加工滑鞍的正面时，应考虑已加工好滑块接触面、滑块侧靠肩面、孔等与背面相关的几何关系。充分发挥本夹具的应用和作用。因此在同一个夹具体上加工滑鞍背面选择基准面和定位面（如图8所示）。

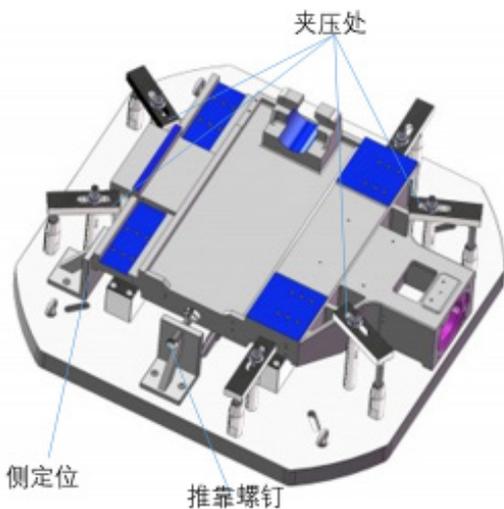


图8

滑鞍已加工好的背面，在工装夹具内的固定位置：设计工装夹具体时应考虑在工件翻转时的定位基准和工件相关联的几何关系，滑鞍（十字滑台）正、反两面滑块接触面的平面度、平行度，正、反两面滑块靠肩面的直线性和垂直度。并且滑块接触面、靠肩面对轴向孔和电机座必然是加工滑鞍的各项几何精度的关键。要加工出满足各项几何精度的滑鞍，就必须保证装配出的机床上、下、左、右往

复移动和正、反两面垂直方向的移动的稳定性。

将已加工成品的滑块接触面和滑块接触面侧靠肩面作为对应工装夹具体的基准面，定位面对应定位点等。再将工件装在工装夹具体内，用推力螺栓将两点定位面推靠在两点定位的侧靠肩面的位置上，再用压板将工件锁紧。就可以将对应面上的滑块接触面、滑块限位面、丝杠螺母座等，在五面体（龙门机床）加工完成（蓝色部分：滑块接触面及靠肩面、丝杠螺母和端面）。

对待不同的工件选择基准是极其重要的，不同的工件选择基准不同，还应从夹紧能否使工件变形，加工时能否产生干涉等诸方面进行考虑。利用同一台工装夹具体就可以完成滑鞍正、反两面的加工。

## (3) 如何解决重复定位问题

工艺工装夹具设计时应着重考虑被加工工件的结构特点，防止工件夹具体在安装时会产生重复定位。对待不同的被加工工件需要采用不同的方式方法，这样才能使工件较好的约束在工装夹具体内。本夹具体在设计时，考虑到定位基准面会产生重复定位（重复定位：就是被加工件的自由度被重复的限制，造成加工件成品后达不到合格的几何精度），解决的办法将重复定位基准变成辅助支撑定位。

滑鞍在工装夹具体内被约束位置如图7所示。基准面对应工装夹具的基准，点定位面靠在点定位处，两点定位，靠推力螺栓将滑鞍推靠在工装夹具体的两点定位处。再用压板将滑鞍锁紧在工装夹具体上，最后将辅助支撑调整到滑鞍下端辅助支撑面接触面上。

滑鞍安装就绪后即可一次性在五面体（龙门机床）上加工轴向孔、端面、滑块接触面和滑块接触面的侧靠肩面（即红色显示面所显示的轴向孔、端面、滑块接触面、滑块接触面侧面的靠肩面）。保证了设计基准、加工基准、装配基准的一致性。

## 4. 结语

基于以上工作所建立机床夹具的设计，可以给机床夹具设计人员在对夹具进行设计时作为参考，避开繁琐的建模工作，从而大大提高设计人员的工作效率，减少其工作量和劳动强度，缩短夹具的设计和开发周期，减少夹具设计中的成本费用，加快产品的更新速度。同时应用人机交互方法可以避免不必要的疏忽和错误，能在短时间寻求最优设计结果，从而加快了设计速度，提高到了设计质量。

由于设计时间有限，该设计中的疏忽和缺陷在所难免，夹具设计中依然存在许多漏洞和不足之处，因此，在以后还需对该设计进行必要的修补和完善工作，望广行多多批评、指正。□

# 新型等离子切管机技术的应用

滕州市三合机械股份有限公司 张成龙 徐宝卫 乔健 张威

## 一、概述

随着现代机械加工业地发展，对切割的质量、精度要求的不断提高，对提高生产效率、降低生产成本、具有高智能化的自动切割功能的要求也在提升。数控切割机的发展必须要适应现代机械加工业发展的要求。

相贯线切割机的发展。从现在几种通用数控切割机应用情况来看，火焰相贯线切割机功能及性能已比较完善，其材料切割的局限性（只能切割碳钢管），切割速度慢，生产效率低，其适用范围逐渐在缩小，市场不可能有大的增加。

等离子相贯线切割机具有切割范围广（可切割所有金属材料），切割速度快，工作效率高等特点，未来的发展方向在于等离子电源技术的提高、数控系统与等离子切割配合问题，如电源功率的提升可切割更厚的板材；精细等离子技术的完善和提高可提高切割的速度、切面质量和切割精度；数控系统的完善和提高以适应等离子切割，可有效提高工作效率和切割质量。

目前，我国机械工业钢材使用量已达到3亿吨以上，板材、管材的切割量非常大；随着现代机械工业的发展，对切割加工的工作效率和切割质量的要求也同时提高，进一步提高生产效率、降低生产成本、制作高智能

化的自动切割设备的要求也在提升。

基于这种市场需求，并通过广泛的市场调研，我司决定开发新型等离子切管机。此种切割机具有切割范围广，切割速度快，工作效率高等特点，未来的发展方向在于等离子电源技术的提高、数控编程软件及系统与等离子切割配合问题；精细等离子技术的完善和提高可提高切割的速度、切面质量和切割精度；数控软件及系统的完善和提高以适应等离子切割，这些相关配套设施的发展会有效提高切割的工作效率和切割质量。

根据国内外市场上同类型产品具备的这些通用特点，公司成立了课题开发小组，小组技术人员借助公司已经开发的系列的PC等离子板类切割机的技术，以及制造过程中总结的钣金类制作的生产经验，从目前使用的设备中存在的问题和产品质量入手进行具体情况分析，结合目前国内国际市场上存在的等离子切管类相似产品的研究，形成了一个可调整、易实现的、符合我们企业制造特点的产品设计方案。

## 二、设备介绍

### 1.设计要求

（1）总体设计案  
钢管由主轴带动旋转，同时割炬

枪只需进行轴向移动即可实现切割要求，所以要实现两轴联动，并且要求能进行人机对话，编程及操作方便，诊断功能及纠错能力强，具有显示和通信功能，缩短非生产准备时间，提高生产率。标配为等离子切割方式，选配弧压手动调高实现等离子切割。

### （2）适用材料

①能在主管上切割多个不同方向、不同直径的圆柱相贯线孔，满足支管轴线与主管轴线偏心和非偏心的垂直相交的条件。

②能在支管端部切割圆柱相贯线端头，满足支管轴线与主管轴线偏心和非偏心的垂直相交、倾斜相交的条件。

③能在圆管端部切割斜截端面。

④能在圆管上切割焊接弯头，“虾米节”两端斜截断面。

⑤能切割与环形主管相交的支管相贯线端头。

⑥能切割变角度坡口面。

⑦能在圆管上切割方孔、腰形孔。

⑧能进行钢管截断。

### 2.主要结构

新型等离子切管机主要由主轴箱升降部分、割头部分、支架部分、电气箱部分组成。机械系统组成框图如图1所示。

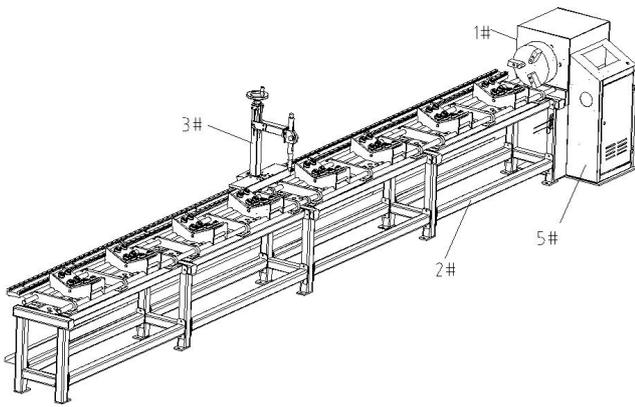


图1

机械系统的主要作用是支持割炬部分、主轴部分完成 X-Y 平面的联动，并且割炬可以在 Z 平面上独立控制升降，以调节割嘴和钢板间的距离。

### 3.各组成结构设计

#### (1) 主轴箱升降部分

此部分结构主要是完成 X 向工件的旋转。为实现工件的旋转，选用主轴和气动卡盘来实现。利用气动卡盘手动夹紧管件，气动卡盘安装在主轴一端，伺服电机通过齿轮带动主轴运动，主轴旋转带动卡盘旋转运动，实现管件切割时的旋转运动（如图2所示）。

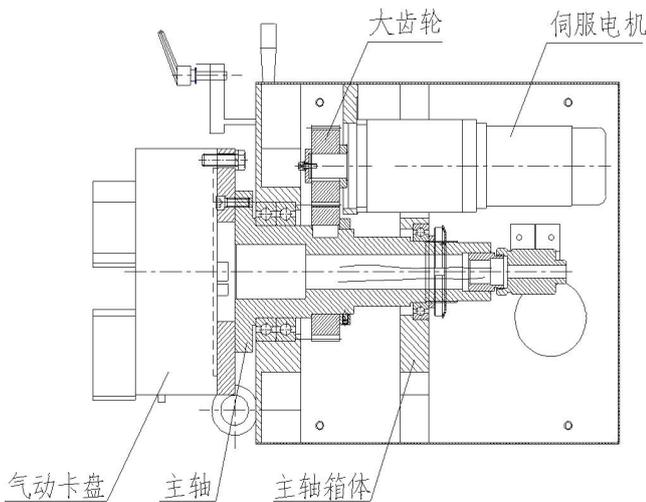


图2

为了完成装夹工件切割位置的调整，采用两个锥齿轮相啮合，带动丝杠与丝母相配合，转动手轮，手动调整主轴箱的高度，来确定管件切割位置。这种结构不同于以往的相贯线切割机，以往的相贯线切割机大部分是通过调整支撑结构来调整管件的切割位置。这种调节方式，设置简单、易于操作，调节精度较高（如图3所示）。

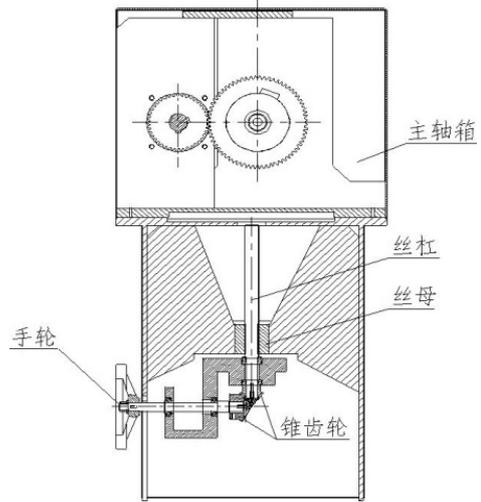


图3

#### (2) 割炬部分设计

该部分实现割炬 Y 轴方向的纵向移动。如图4所示，为实现运动的可靠性与稳定性，保证 Y 向运行精度，采用斜齿轮、齿条、线性滑轨相配合使用的结构，即左右两条线性滑轨和齿条均安装在纵向支撑导轨上，伺服电机、割炬支撑架通过电机座固定在线性导轨的线性滑块上，伺服电机通过斜齿轮与齿条相啮合沿 Y 轴方向纵向移动，即实现割炬在 Y 轴方向的纵向移动。Z 轴手动控制升降以调节割嘴和工件间的距离。为了保证割炬升降的精度与准确性采用丝杠与丝母相配合的结构，手轮旋转丝杠与母相配合，带动割炬升降，来调整割嘴与工件间的距离。

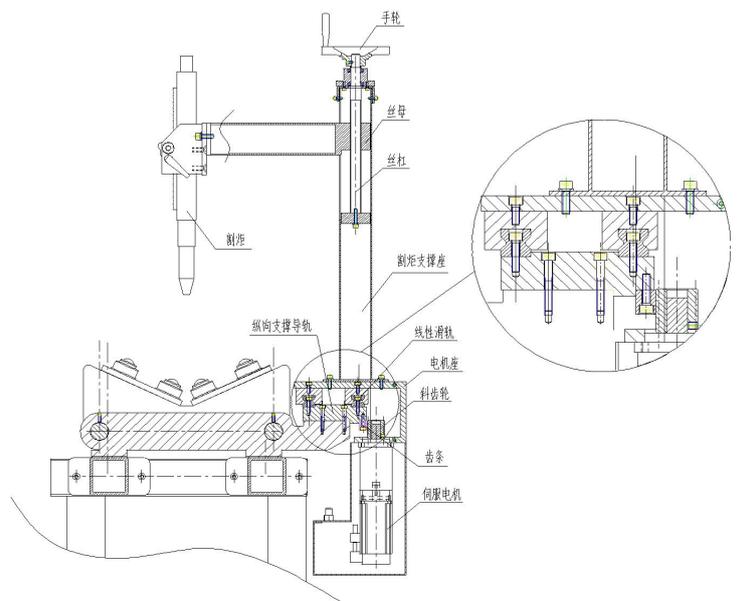


图4

#### (3) 支撑部分结构

支撑结构主要包括支撑底座、连接杆、圆管支架、万向球支撑座等组成。支撑底座是切割机的关键部件，它的

作用是支撑工件实现旋转运动,并安装纵向导轨实现割炬横向运动。设计中要充分考虑支撑底座强度、刚度和工艺性,要对其强度及刚度进行校核。支撑底座采用矩管焊接,焊接牢固、稳定,支撑强度大,不易变形。连接杆与圆管支架固定在支撑底座上端,万向球支撑座放在连接杆上,且在连接杆可轴向滑动。每个万向球支撑座上,固定8个万向球,左右对称排布,用于支撑管件。此结构,能使在其上运行的工作板、物料箱等物体能非常灵活的滑移,从而大大减小工人的劳动强度,安装方便(只需将万向球固定在平台上即可),传动灵活,性能可靠,维护简单(如图5所示)。

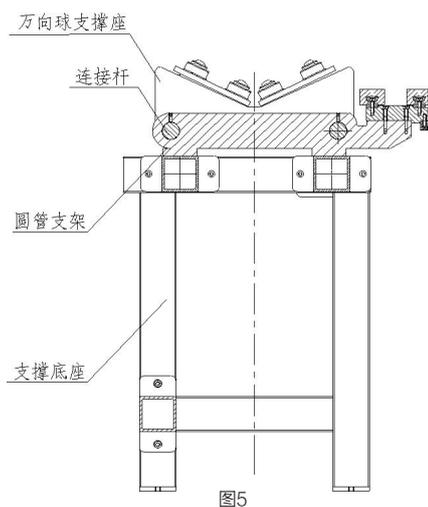


图5

(4) 控制系统的可靠准确性  
机床控制元件均选用世界知名品牌 LG 的 PLC 控制,其他控制元件选用高品牌具有 CE、UL 或 CSA 认证的产品,其高质量和高稳定性保证了机器运转的稳定性和可靠性。

#### 4. 技术参数性能指标

根据市场调研,结合用户参考建议,研发的新型等离子切管机技术参数和性能指标为:最大的有效切割直径 300mm;最小的有效切割直径 50 mm;主机导轨 6m,相贯线导轨 6m;数控等离子切割壁厚 1~12mm;整机运行速度 5.08m/min;机器承重 150kg/m;机床体积(长×宽×高):7000mm×930mm×1630mm。

### 三、主要创新点

(1) Y 轴。斜齿轮与齿条相啮合,线性滑轨,带动机头沿着钢管轴向移动。此结构,运动平稳,运行精度高。

(2) 采用两个锥齿轮相啮合,带动丝杠与丝母相配合,手动调整主轴箱的高度,来确定管件切割位置。这种结构不同于以往的相贯线切割机,以往的相贯线切割机大部分是通过调整支撑结构来调整管件的切割位

置。这种调节方式,设置简单、易于操作,调节精度较高。

(3) 支撑结构。支撑结构主要包括支撑底座、连接杆、圆管支架、万向球支撑座等组成。支撑底座采用矩管焊接,焊接牢固、稳定,支撑强度大,不易变形。连接杆与圆管支架固定在支撑底座上端,万向球支撑座放在连接杆上,且在连接杆可轴向滑动。每个万向球支撑座上,固定8个万向球,左右对称排布,用于支撑管件,此结构,能使在其上运行的工作板、物料箱等物体能非常灵活的滑移,从而大大减小工人的劳动强度,安装方便(只需将万向球固定在平台上即可),传动灵活,性能可靠,维护简单。

### 四、市场前景

新型等离子切管机功能可靠、软件易学易懂,机器操作方便,装卸管材比较简单,切口下料效率较高,管件相连接的切割面的质量以及弧线能较好的吻合,是管类焊接打破口的高效生产设备。产品经用户使用,效果良好,满足了客户的使用要求,特别是简单易用的编程操作系统更是得到用户的青睐。所以我们开发的等离子切管机是成功的,很具有推广价值。□

## 资讯

### 《水导激光加工技术及产业情况》线上路演活动成功举办

近年来,培育钻石及功能性人造金刚石材料处于高速发展期,针对其加工的激光技术也在不断进步,自动化、智能化、国产化是最近一段时间的热点,其中水导激光的发展更是备受瞩目。

为了更好地宣传推广国内水导激光技术,促进行业自动化水平提升,2023年5月9日上午,中国机床工具工业协会超硬材料分会联合郑州市高

新区邀请中国科学院沈阳自动化研究所赵吉宾教授作《水导激光加工技术及产业情况》的线上路演报告,共有来自行业企业及投资机构代表约40人参加了此次会议。

水导激光加工技术是一种绿色高效无损伤的加工技术,可以应用于多种难加工材料,具有优异的加工能力。针对钻石的加工,水导激光加工技术可实现一次装夹的全自动加工过程,且加工成

品无锥度、打磨少;针对半导体应用的金金刚石加工,同样可实现加工成品无锥度、碳黑层薄等自动化加工。

在交流互动环节,与会企业代表就水导激光加工技术在加工金刚石过程中存在的技术问题与赵教授进行了探讨;该研究团队商务负责人从产业规模、融资需求等方面与投资机构参会代表做了深入交流。

(来源:协会超硬材料分会)