

尼得科机床新增可实现高效加工的高速主轴产品线

尼得科集团旗下的尼得科机床株式会社将在龙门加工中心“MV-Bx II 系列”中新增主轴最高转速为10,000 r/min的高速主轴产品线，并于12月16日开始销售。作为主轴锥度50号的加工中心，本机在同级别产品中以最高的快速进给速度提供高生产率，并以龙门式结构实现紧凑设计和良好的安装性。此次，本公司在产品线上追加了BBT50主轴锥度的高速主轴，在理想的加工条件下实现了精加工面质量提升和更高效率的零部件生产，将极大提高用户的生产效率。



新开发的高速主轴（主轴转速10,000r/min）相比标准主轴（7,000r/min），在保持主轴高刚性结构的同时提高转速，不仅可用于传统的零部件加工和粗加工，还能满足需使用高速旋转的小径工具进行模具精加工和铝材高效加工等工序。通过主轴的高速化，转速范围扩大到35r/min至10,000r/min，在理想加工条件下实现了表面质量的提升和高效加工，大大提高了用户的生产效率。

此外，为了兼顾高精度加工和高速化，机床本体采用了双锚结构的进给系统，并通过丝杠轴心冷却来解决由此产生的发热问题。

不仅如此，该高速主轴还采用了润滑脂润滑方式，无需定期补给轴承润滑油或压缩空气，从而实现了润滑油和耗电量的减少。同时，润滑油维护也仅需更换进给系统专用的润滑脂盒，大大减轻了操作员的日常工作负担。

DMG森精机将奈良工厂扩大四倍并加强自动化系统

DMG森精机将把奈良工厂（奈良县大和郡山市）扩建并改造为组装自动化系统的“系统解决方案工厂”，扩大规模约为4倍，用于生产通过将机床与外围设备相结合来实现加工过程自动化的系统。投资额约为90亿日元。计划于2025年春季开始运营。该公司的目标是到2030年通过该系统实现约800亿日元的销售额，以满足市场对自动化和

生产力提高日益增长的需求。目前，有4条生产线能够组装长达80米的自动化系统，但扩建将显著提高供应能力。

自动化系统由多台机床、运输工件的装载机和测量设备组成。DMG森精机设计和组装用于医疗器械零件等加工过程的自动化系统，并创建加工程序，并正在开发“交钥匙”业务，负责每个零件的周期时间和加工质量，并承担一直到交付后维护的工作。

大约三分之一的自动化系统生产将在奈良工厂完成，其余部分在德国、美国和中国生产。同时该公司正在通过增加工程师数量来扩大其三个海外基地的产能，以满足世界各地不断增长的需求。

马扎克推出新数控机床”HQR-200/3 NEO、HQR-250/3 NEO”，3刀塔双主轴，实现高效加工

近期，山崎马扎克株式会社开发并开始销售数控机床“HQR-200/3 NEO、HQR-250/3 NEO”。

2007年，公司开始销售的HQR系列，是一种2刀塔/2主轴机床，可提高生产效率，并通过与自动化系统联动，实现批量生产零件的长期连续加工。

新开发的“HQR-200/3 NEO、HQR-250/3 NEO”采用三刀塔结构，除了第一、二主轴同时加工以及上下刀塔平衡切削外，在加工零件时，不同的加工量下，与传统机器相比，加工周期时间可以明显缩短。此外，通过利用棒材送料机和工件卸载机等自动化系统，该机床可以实现从卡盘工件到轴工件的各种零件的加工自动化。

齐重数控研制的重型数控卧式车床交付重点用户

12月12日，齐重数控装备股份有限公司为哈尔滨某用户研制的重型数控卧式车床在用户现场正式交付，该机能够满足汽轮机转子核心零件高精加工，解决了相关零件高精加工的“卡脖子”问题。



据了解，国内核电大型汽轮机转子“外窄内宽”凹槽的加工一直是限制汽轮机产出的主要因素。在传统加工“外窄内宽凹槽”时，需要进行12次手动换刀再对刀，加工效率低，且主要核心技术加工精度不达标。能满足要求的进口设备价格昂贵，并要签署苛刻的限制条件，长期受制于人。齐重数控研制的该重型数控卧式车床是专门用于核电大型汽轮机转子等高精度零件加工的，能够完全达到关键技术指标要求，效率更高，且兼具高精度、高刚性、高可靠性特点。机床最大车削直径4.5m、最大工件长度16m、最大工件重量350t、主轴端/径向跳动达到0.005mm。

该产品同样适用于重型轴类及其他回转类零件，如大型电机轴、发电机轴、电机转子等零件的外圆面、圆锥面、端面、切槽、螺纹及回转曲面的车削加工。

杭州蕙勒与意大利Breton签署战略合作协议

12月9日，杭州蕙勒智能科技有限公司与意大利Breton在杭州正式宣布建立战略合作伙伴关系。这次合作不仅是技术与经验的融合，更是国际化与本地化优势的深度结合。杭州蕙勒智能科技有限公司董事长易春红、中国机床工具工业协会会长毛予锋、浙江省高档数控机床技术创新中心主任傅建中等出席签约仪式，Breton公司CEO Mr. Toncelli Dario以视频方式“出席”签约仪式。



双方此次合作范围主要包括三个方面：蕙勒将引进Breton的明星产品，通过本地化生产和运营，提供更具竞争力的价格和交货期；双方将优势互补，提高产品技术实力及智能制造单元和解决方案的竞争力；双方资源共享，共同开拓全球市场，以开阔的胸襟拥抱全球竞争与合作。

秦川集团与中国重型院签署战略合作协议

12月5日，秦川机床工具集团股份有限公司与中国重型机械研究院股份公司签署战略合作协议。秦川集团党委副书记、总裁李强、副总裁庞亮，中国重型机械研究院股份公司党委副书记、总经理丘铭军、副总工程师张康武出席活动并见证。

会上，李强表示，双方合作基础深厚，特别是在非标专机设计开发、工艺持续优化、细分市场拓展及品牌影响力提升等方面合作紧密，共同开发了新市场。希望以此次签约为契机，发挥各自技术优势，不断深化战略合作，实现共赢发展。



丘铭军对秦川集团多年来在装备制造领域取得成绩表示高度赞赏。他表示，此次签约标志着双方合作又迈上一个新台阶，希望双方加强沟通交流，深化全方位合作，共同开启战略合作新篇章。

近年来，秦川集团在中国重型机械研究院股份公司的非标设备订单连续增长，此次战略合作的签订，旨在发挥各自技术优势，强化双方在产品设计、制造工艺、市场销量及品牌提升等方面全方位深度合作，共同提升双方核心竞争力与品牌影响力，在市场竞争中实现共赢，共同迈向高质量发展新阶段。

凯特精机获滚珠丝杠副产品测评5A评价

日前，国家机床质量监督检验中心发布了滚珠丝杠副产品测评结果，凯特精机滚珠丝杠副产品经过7个项目的测试，综合评价为AAAAA。

此次测评结果通过精度、预紧扭矩、噪声、温升、速度、轴向静刚度和功能可靠性7个项目的测试，产品性能得到权威认证。同时，凯特精机自主研发的工业母机用“P0”级滚珠丝杠副填补国家空白及实现了批量生产，表明凯特产品的性能与质量已达到行业先进水平，为国产替代的应用筑牢了坚实基础。

31万平方米! CIMT2025将首次同时使用新国展二期(暂定名)和中国国际展览中心(顺义馆)

中国机床工具工业协会

第十九届中国国际机床展览会(CIMT2025)将于2025年4月21~26日在北京举办。中国国际机床展览会(CIMT)由中国机床工具工业协会主办并与中国国际展览中心集团有限公司共同承办,是中国知名度最高、规模最大、影响力最广的机床工具专业展览会;是被国际业界公认的与欧洲EMO、美国IMTS、日本JIMTOF齐名,不可错过的四大国际机床名展之一。

CIMT2025展会自今年6月份招展工作启动以来,得到了境内外展团、展商的积极响应,报名参展踊跃。截至11月25日,共有来自28个国家和地区的2800余家企业申报参展,申报净面积近19万平方米,其中境外展区有800余家企业申报参展,申报净面积超过5万平方米;境内展区有2000余家企业申报参展,申报净面积超过13万平方米。

CIMT2025展会原计划只使用新国展二期(暂定名),展馆总面积21万平方米,可使用展位净面积10万多平方米,只能满足境内外展商面积需求的50%左右,面积缺口很大。为解决面积严重不足的问题,主办方经过多方协调和沟通,最终决定CIMT2025展会将首次同时使用新国展二期(暂定名)和中国国际展览



中心(顺义馆)。两个展馆同时使用,CIMT2025展会的总规模将超过31万平方米,预计可使用展位净面积约16万平方米,展商的面积满足率可达到80%左右,CIMT展会长期以来面积严重不足的困境将得到缓解,广大行业企业的参展需求将得到较好的满足。

新国展二期(暂定名)和中国国际展览中心(顺义馆)南北毗邻。CIMT2025展会期间,两个展馆将贯通连接,联动运营。当然,两个展馆同时使用也将使交通、进撤馆操作、水电气供应等面临较大压力,对展会主承办方、展馆和各服务商来说都将是极大的挑战。在此,也希望得到境内外展团、展商的理解和积极配合。主办方将联合展馆、各合作单位,通力合作,努力做好展会的各项组织筹备和服务工作,为大家呈现一场展现当今全球机床工具业界最前沿的新产品、新技术、新工艺的行业盛会! □

第五届中国机床工具行业市场战略发展论坛 成功举办

协会传媒部 李华翔



2024年12月9日至10日，“第五届中国机床工具行业市场战略发展论坛”在四川都江堰圆满举办。论坛由中国机床工具工业协会经销商分会主办，通用技术、宁江机床和杭机股份协办，以“跃迁&价值”为主题。中国机床工具工业协会执行副理事长郭长城代表总会出席论坛并致辞。

嘉宾云集，共话行业未来

本次论坛吸引了众多机床及相关行业嘉宾出席，包括通用技术集团总经理崔志成、副总经理贾大风，通用技术集团机床有限公司董事长周舟，五粮液集团副总经理兼普什集团党委书记蒋文春，以及中国重型机械工业协会常

务副理事长景晓波等。此外，中国液压气动密封件工业协会、中国通用机械行业协会和都江堰市政府相关部门的领导也参与了活动。论坛共汇聚了来自240余家重点用户、机床制造企业及经销商的330余名代表，共同探讨行业发展的新方向。

聚焦新变化、新挑战、新机遇

作为国家战略性基础产业，机床行业的重要性毋庸置疑。在全球经济形势复杂多变的背景下，我国机床行业面临市场需求疲软、行业竞争加剧等多重挑战，但与此同时，也蕴含着诸多发展机遇。



中国机床工具工业协会执行副理事长郭长城在致辞中强调，制造业的坚守与发展是当前的重要课题。伴随国家改革措施的落地以及全国统一大市场的构建，机床行业的高质量发展将迎来新的支撑点。过去的市场化竞争取得的经验和实力也为行业积累了信心与底气。

近年来，市场对高端、智能、绿色产品的需求显著增长，机床制造企业加速数字化转型，不断提升市场竞争力。与此同时，作为市场先锋的中国机床经销商队伍，同样需要从能力和状态上实现转型与升级。因此，论坛提出了以“跃迁&价值”为核心的行业变革路径。会上，中国机床工具工业协会经销商分会理事长刘宗毅对这一论坛主

题进行了解读。

行业实践与成功经验的分享

通用技术集团机床有限公司董事长周舟围绕“履行央企担当，聚焦用户需求”进行了主题演讲，分享了通用技术集团在创新体系建设、国家战略任务承担及高端机床装备保障方面的成果。高端数控机床联盟秘书长刘炳业则结合国际考察，指出未来机床行业的发展趋势将向人工智能与机械制造深度融合、高端人才主导的方向迈进。





与此同时，来自能源、航空、汽车零部件等领域的重点用户代表也就行业关键技术、产品需求及市场潜力进行了探讨，为机床行业未来的发展提供了新的思路和方向。

创新驱动，价值跃迁

本次论坛设置了两场专题论坛和两场圆桌会议，分别以“用创新引领新质生产力”“为客户创造独特价值”为主题，聚焦如何提升新质生产力以及出海策略等热点问题。

多家国内外知名企业负责人分享了各自领域的技术优势和产品创新，包括数字化工厂整体解决方案、高端数控机床、绿色再制造等，覆盖航空航天、轨道交通、新能源汽车等多个领域。这些产品和技术充分展现了机床行业“高端化、绿色化、智能化”的发展趋势。

在圆桌会议中，来自经销商、制造商及行业协会的多位嘉宾围绕市场需求与合作进行了深入讨论。大家一致认为，经销商需更精准地把握客户需求，与制造商深度绑定，共同为客户创造独特价值。同时，企业要主动参与国际竞争，通过国际化战略不断强化自身实力，借助经销商的力量，拓展和利用海外渠道和资源，稳步推进“出海”进程。

展望未来：构建产业新生态

论坛闭幕式上，中国航空器材集团有限公司原党委书记贾宝军和多位行业专家就新形势下企业应对策略进行了分享。浙江杭机股份有限公司分析了行业发展的机遇与挑战，并提出了中长期发展目标。3家优秀经销商代表则分享了成功经验，为经销商今后的业务拓展提供了宝贵借鉴。

未来，随着数字技术与人工智能的快速迭代，国内机床企业和销售商将进一步推动新一代信息技术与制造业的深度融合，不断迈向高质量发展的新阶段。正如《新质生产力跃迁联盟》宣言所述，制造商与经销商共同构建的高端化、智能化、绿色化产业新生态，将成为推动行业持续发展的强大动力。

在热烈的掌声中，本次论坛圆满落幕。会后，与会代表还参观了四川普什宁江机床有限公司及东方汽轮机有限公司。近年来，宁江机床持续推动产业布局优化和结构调整，着力提升企业核心竞争力，以更优质的产品为制造业企业服务。在生产现场，宁江机床展示的四大系列典型产品给代表们留下了深刻印象。□

“技术纽带”连接无限可能的未来

——JIMTOF2024展会综合报道

中国机床工具工业协会JIMTOF出访团组

JIMTOF 2024（第32届日本国际机床展览会）于2024年11月5-10日在日本东京Big Sight（东京国际展览中心）举办。应主办方邀请，中国机床工具工业协会出访团组一行8人，在协会常务副理事长兼秘书长毛子锋和执行副理事长王黎明带领下，对JIMTOF 2024进行了全面走访调研，并与相关协会、知名企业和合作单位等进行了深入交流，在了解当前行业形势与发展前景的同时，为促进行业与市场可持续发展开展了大量基础性和建设性工作。

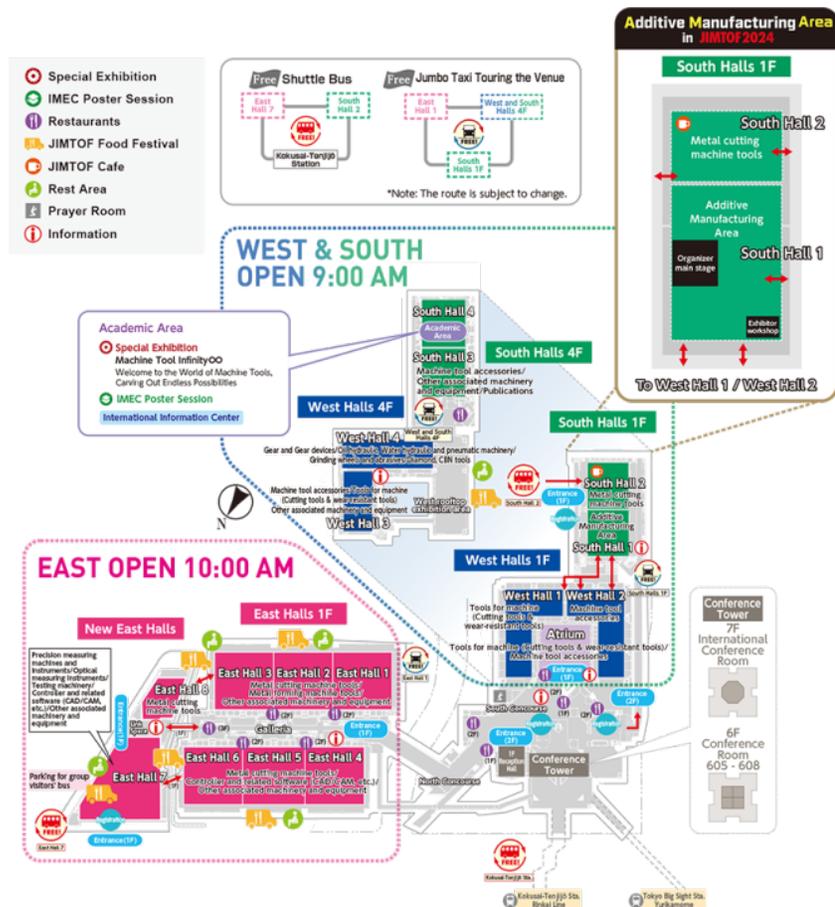
下面从展会情况、国内参展情况、团组主要工作和展会亮点等方面概要介绍JIMTOF 2024的情况，供大家参考。

一、展会概况

JIMTOF 2024展会主题是“技术纽带”连接无限可能的未来。主办方是日本机床工业协会和东京Big Sight公司，支持单位有日本外务省、经济产业省、东京都等，合作单位有日本机床进口协会、日本锻压机械工业协会、日本精密机械工业协会、日本切削工具工业协会、日本机床部件工业协会、日本精密测量机械

工业协会、研磨砂轮工业协会、日本工业金刚石协会、日本光学测量装置制造商协会、日本液压协会、日本试验机协会、日本齿轮制造商协会。

JIMTOF 2024展会的展览面积是118540m²（本届展会使用东、西、南馆），成为JIMTOF有史以来最大规模的一届展会。其中，南馆为新启用的展馆，主要展示部件、系统、增材制造展区、学校成果展、学生招聘区和国际协会区等，也作为开幕式的举办场地；东馆主要是展示机床主机及相关部件；西馆主要是展示切削刀具、磨料磨具、部件及软件等。



JIMTOF 2024的参展商数量为1262家公司，与2022年举行的JIMTOF 2022相比，增加了175家。来自亚、欧、美等19个国家和地区的350家海外企业参与展出，海外展商数占总展商数的27.7%。其中来自中国的展商有123家，占海外展商的35.1%。

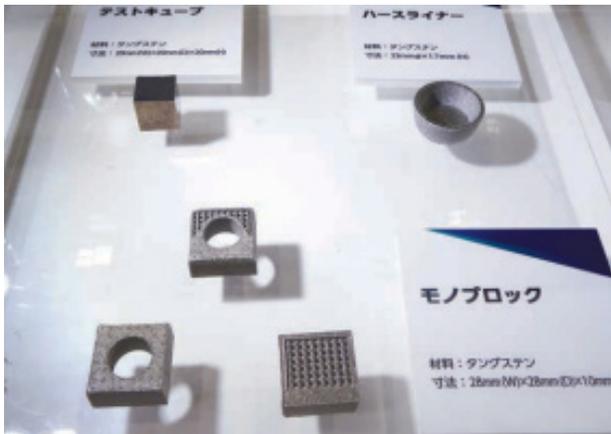
作为疫情后正常举办的展会，本届JIMTOF展会人气很旺。随着近期日本机床对中国出口持续回升，中日间的经贸互动持续回暖，参观本届日本国际机床展的中国观众人数也呈现大幅增长的情况。由展会主办方提供的数据显示，总参观人数129018人（展会期间多次进入者按一人计），同比增长13%；海外观众人数10423人，同比增长116.5%。



本次展会在南4展厅新设了学术专区，旨在加深对机床行业及“制造”的理解。这里集中举办了一些新活动以及以往分散在展区的主办方活动。

1. JIMTOF 2024增材制造专区（AM专区）

与上届一样，AM专区设立于南馆1和2。增材制造（AM）技术应用正在航空航天和医疗零部件制造等领域不断扩展，市场预计将持续增长。未来增材制造技术研究协会（TRAFAM）特别在该区展示了“日本3D打印设备社会应用的最新进展”。



2. 特别活动

（1）职业匹配广场：在制造业，劳动力和年轻人短缺的问题日益严重，因此向年轻人传递整个制造业的魅力显得尤为重要。学术专区包括一个“职业匹配广场”，22家公司在此设立展位，学生可以直接与展商的总务和人力资源负责人交流，获取求职相关信息。

（2）特别展览：参观特别展览“机床的无限可能”时，访客可以体验四种内容：使用多功能车床和CAM模拟器进行现场制造体验；通过抗震体验车进行抗震体验；展示电动汽车（EV）原型；了解企业制造项目的幕后故事。



（3）IMEC2024（第20届国际机床工程师会议）宣传展示：日本大学和研究机构呈现了53个主题的研究内容，行业代表举办迷你研讨会，还有一些谈话节目。

3. 讲座与研讨会

在开展首日，THK株式会社董事长兼CEO寺町彰博先生和SN DESIGN PLATFORM株式会社总裁中村史郎先生围绕“将梦想带入制造！THK对新概念电动车（EV）的追求”主题发表主旨演讲。来自丰田汽车公司、前田建设工业公司以及日本宇宙航空研究开发机构的人士也将发表特别演讲。同时，“增材制造专区”的主办方将举办30多场有关AM/3D打印的研讨会。

二、中国企业参展情况

中国企业通过组团参展、独立报名、与当地企业合作参展、由当地代理商参展等方式参展JIMTOF展会，其中参加中国机床工具工业协会展团的展商有57家，约占中国展商数量的一半。在中国参展商中，金属加工机床主机制造企业有10余家，机床附件制造企业20多家，工具制造企业30余家，磨料磨具企业20多家，激光加工企业近10家，贸易型企业10家左右。其中有多家中国知名企

业参展，如：武汉重型机床集团公司、北京精雕集团有限公司、汇专科技集团有限公司、北平机械（浙江）有限公司、威海华东数控股份有限公司、济南邦德激光股份有限公司、宏山激光有限公司、奔腾激光（浙江）有限公司、郑州钻石精密制造有限公司、株洲硬质合金进出口有限公司等。



通过对20余家中国展商的走访，了解到大部分展商为首次参加日本机床展，反映出我国机床工具行业整体技术水平和生产规模不断提升，企业寻求向海外市场拓展的意愿正在不断增强。综合展商的参展目的，按重要性排序是：宣传企业和产品、了解日本市场情况、会见老客户和同行、洽谈生意及寻求销售信息、考察和学习。参展企业普遍认为收获很大，且多数展商反映获得了有效洽谈机会，为进一步营销跟进打下了基础。

三、团组部分工作

出访团组在参观展会的同时，还参加了部分会议活动，并分别会见了AMT（美国机械制造技术协会）、SWISSMEM（瑞士机械、电气和金属工业协会）、VDW（德国机床制造商协会）、UCIMU（意大利机床机器人与自动化制造商协会）、MTA（英国制造技术协会）、CECIMO（欧盟机床工作委员会）、KOMMA（韩国机床制造商协会）、JMTBA（日本机床制造商协会）、IMTMA（印度机床制造商协会）、SST（捷克机械工程协会）、AMTIL（澳大利亚机床协会）、TAMI（台湾机械工业同业公会）以及JAPIT（日本国际贸易促进协会）的主要领导，就各国制造业的生产和贸易情况进行了交流，通报了CIMT2025（第十九届中国国际机床展览会）的筹备情况，同时与各国家和地区展团组织签署了代理协议。通过深入交流，了解了日本机床产业发展情况、国际与对华市场的变化趋势，以及中日双方对于下一步交流与合作的规划等。



展会之后，协会团组一行分别参观了牧野机床株式会社、THK（帝业技凯）甲府工厂和日本FANUC（发那科）公司总部工厂，了解了几家企业的研发、制造及运营情况。

四、技术亮点

从本届展会众多国际知名企业和专精特新企业的展示品看，围绕展会主要品类，如机床（金属切削、金属成形），机床配件/切削刀具/金刚石、CBN刀具，砂轮和磨料/齿轮和齿轮装置，油压、水压和气动机械，精密测量机器和仪器，光学测量仪器/测试机，控制器和相关软件（CAD/CAM）等，展示了众多高端数控机床及配套领域的最新成果与应用案例。

1. 数字孪生技术的应用

在机床领域，数字技术的应用也显著增加，特别是数字孪生技术。例如，在设计阶段，通过加工模拟预测和识别机床及夹具的机械特性（如振动及热变形程度），可以高度精确地估算加工结果。这些数字孪生技术能够轻松优化加工条件，是开发制造技术的极其有效的工具。

包括机床和机床零部件生产商在内的制造商，正在积极利用数字技术，如数字孪生（在虚拟空间中复制物理世界）和人工智能（AI）。通过在计算机上进行高精度模拟，可以缩短开发周期。过去，模拟需要制作原型，而借助数字技术，原型制作的需求大大减少，从而降低了成本和劳动强度。在劳动力短缺日益成为严重社会问题的背景下，开发和制造过程的数字化进程将进一步加速。本届JIMTOF2024展示了在数字孪生技术应用方面的成功案例。

（1）大隈“OSP-P500数控系统：精确估算加工时间
大隈（Okuma）为其自主研发的数控系统“OSP-P500”配备了数字孪生功能，能够以1/1000的实际加工时间、高速且精确地估算加工时间，误差范围仅为1%。系统内的数字空间使用最新的实际系统数据和3D模型数据，重现了系统本身。这种功能可以提供精确的加工时间估算，有助于制定加工时间表、快速且准确地确定交货日期以及成本估算。这一功能得益于大隈长期以来的机电

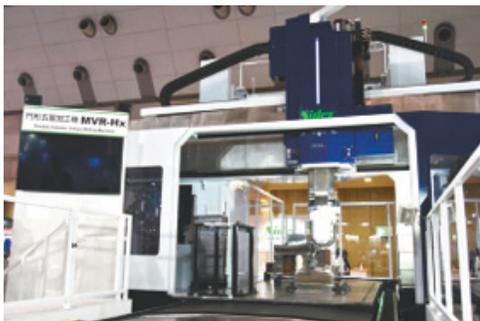
一体化基础。虽然商业软件也可以进行类似的模拟，但它们通常只能轻松复制电机驱动主轴的运动，而很难再现液压外围设备等其他部件的操作。电气工程师可能可以估算电气操作部件的运动，但估算液压设备的运动则需要更深入的机械领域专业知识。凭借在电气和机械领域的广泛工程能力，大隈成功开发出了一种可以预测机床各部件动作的机制。



(2) 尼得科的双柱五面加工机“MVR-Hx”：绘制优化加工程序以减少设备调整

尼得科机床(NIDEC MACHINE TOOL, 总部位于滋贺县栗东市)展示了一款利用数字孪生的高精度模拟软件,用于机床加工前的评价过程。这款软件可以在虚拟空间中绘制优化的加工程序,而无需实际设置机器和工件。只需在尼得科的机床上运行该软件,就可以实现目标加工质量,将生产力提高两倍或更多。这款软件适用于尼得科的双柱五面加工机“MVR-Hx”,计划于明年春季上市,目标客户是汽车模具等大型工件加工企业。

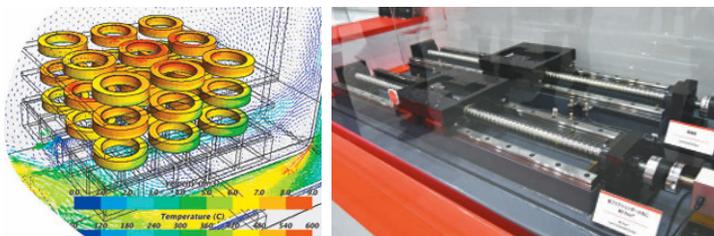
过去,操作员通常需要在加工前检查运动干涉、切削负载和循环时间,并调整加工程序及进行试加工。而使用这款软件,在个人电脑上的虚拟空间中进行的模拟可以将前期评价时间缩短至原来的约二十分之一。据尼得科相关负责人介绍,这款双柱五面加工机还具有高度的模拟重现性,可确保稳定的高精度加工。与新软件结合使用时,这款机床有助于提高生产力并减轻操作员的工作负担。



(3) NSK低摩擦滚珠丝杠“MT-Frix”：物理现象与数字分析的融合

日本精工(NSK)自主开发的“真实数字孪生”(Real Digital Twin)不仅在计算机上进行分析,还结合了基于实验的评估。例如,在轴承旋转时,该系统通过实验测试将保持架的运动状态和润滑脂的状况转化为数据。NSK认为,结合物理现象与数字分析具有重要意义。

NSK还在轴承的热处理过程中利用了真实数字孪生。过去,轴承环在热处理炉内冷却时会发生变形,需要在后续阶段进行修正。为了应对这一问题,NSK提出了一个关于不均匀冷却导致变形机制的假设,并对热处理炉内的现象进行了数字建模。通过反复观察数字和物理现象,NSK成功提高了生产效率并缩短了开发周期。NSK在JIMTOF2024上展示的低摩擦滚珠丝杠“MT-Frix”也使用真实数字孪生技术进行了开发。



2. AI应用的进化

人工智能(AI)正在不断发展,其应用在社会各个领域持续增加,在制造业中,配备AI的机床和相关系统的开发也在逐步推进。同样,JIMTOF2024展示了许多基于AI的产品和技术提案。

(1) NAGASE INTEGREGX超精密加工：优化加工步骤的计算

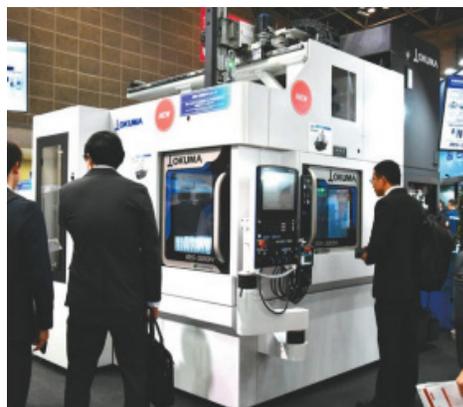
NAGASE INTEGREGX展示了基于AI的超精密加工技术,该技术无需依赖经验丰富的工人。系统引入了一个AI功能,可根据材料推荐适合的机床、切削工具、加工步骤和加工条件的最佳组合。最新的超精密磨床型号配备了AI,可根据加工过程中收集的各种数据进行质量预测。

超精密加工涉及许多影响加工结果的因素,例如外围设备、夹具、加工附件、测量技术和环境等,要实现理想的组合非常具有挑战性。过去,根据振动、声音、颜色和气味等因素调整加工条件,通常需要丰富的经验和知识。今年3月,NAGASE INTEGREGX与三家磨床制造商及北海道大学合作,为这一领域开发了基础技术。公司自此继续深化研发,并在JIMTOF上重点展示其最新技术。



(2) FANUC “Servo Guide 2”：实现先进伺服调节
FANUC 的“Servo Guide 2”是支持其数控系统“Series 500i-A”的工具，默认配备AI伺服调节功能。该工具通过AI优化实现了适合每台机床的先进伺服调节，使任何人都能获得稳定、高质量的调节效果。

Servo Guide 2的特点包括：①自动调整基本伺服参数；②调节主轴增益和滤波器，提升齿轮加工等应用的性能；③支持基于英制的G代码程序。只需完成简单的初始设置，系统即可自动运行。



3.绿色节能的多项提案

机床行业在环境响应方面刻不容缓。JIMTOF2024展会上出现了多项提案，旨在降低机床本身及其周边设备的能耗和环境影响，并通过工艺集成和自动化提升生产效率，从而减少生产过程中的电力消耗和二氧化碳排放，为工厂的绿色转型（GX）做出贡献。

(1) 通过工艺整合和精细化节能助力绿色转型（GX）

DMG MORI提出了“加工转型（MX）”的概念，通过数字化转型（DX）推动工艺整合和自动化，以实现绿色转型（GX）。在JIMTOF展会上，DMG MORI展示了其产品如何降低电力消耗和二氧化碳排放，并通过展板说明了吸收相同量二氧化碳所需的樟树数量。公司的五轴卧式加工中心“INH系列”将加工能力和精度提升至最高水平，实现了工艺整合，能够高效加工飞机、半导体、电动汽车（EV）和金属模具等大型复杂形状的工件。该设备配备了大容量、节能的立式冷却液箱，可支持长时间运行。



(3) Okuma的专有数控系统“OSP-P500”：缩短停机时间，减少生产力损失

大隈（Okuma）的专有数控系统“OSP-P500”安装于其机床上，具有通过AI预测和维护减少机床停机时间的功能。这项技术是JIMTOF的关注焦点之一。将在JIMTOF首发的小型卧式加工中心“MS320H”采用了一种创新的机床结构：通过将工作台垂直放置，使碎屑自动滑落，不再堆积在工作台和夹具上。

此外，还可以选择配备“AI机床诊断”作为特殊功能。该功能利用AI分析机床状态，防止意外生产力损失。AI可判断主轴或进给轴是否存在异常或接近使用寿命。如需维护，系统会提醒用户，从而促进计划性维护，避免因意外停机导致的生产力损失。



以“加工进化”为口号，冈本工作机械制作所展出了八款以实现可持续世界为目标的机床。PSG52SA1是一款通用精密平面磨床，由其畅销机型改进而来，并配备了新的节能模式（可选项）。通常情况下，液压马达在电源开启时即开始运行，但该系统在工作台未运行时切断电源，与传统机型相比，能耗降低了30%。此外，通过另一可选

配置“Quick Touch”机内测量单元，还可以减少加工工序的数量。



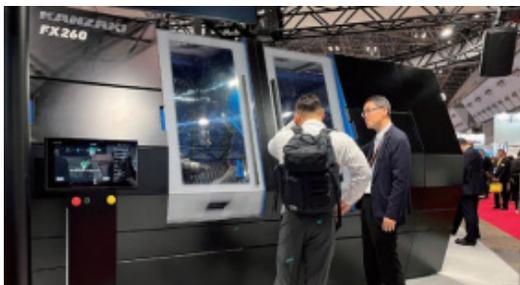
三井精机工业通过在大型卧式加工中心“HPX150”中内置小型涡旋压缩机，提出了节能方案。由于压缩机是内置的，避免了通过管线造成的气流损失。该系统能够提前读取加工程序，从而控制运行并减少空气消耗。公司计划继续在其加工中心中配备这一系统，并向其他机床制造商推广该系统。

(2) 新材料“矿物铸件”显著减少二氧化碳排放

在JIMTOF展会上，多台采用新材料“矿物铸件”的机床亮相。矿物铸件是一种由矿物矿石与塑料结合而成的复合材料，作为压铸的替代品备受关注。该材料无需高温熔炼，在生产过程中能够显著减少二氧化碳排放。此外，它还具有较高的振动阻尼性能和低热导率，可实现机床结构所需的振动阻尼性和热稳定性。

东洋先进技术公司在其卧式内圆磨床中采用了矿物铸件。机床开发与工程部总经理青木省司表示：“该系统主要用于加工机床主轴，这是一项耗时较长的工序。我们采用矿物铸件是为了实现高精度和长期稳定性。”

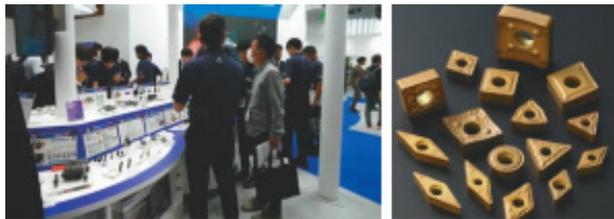
神崎高级机械制造公司则在其齿轮珩磨机的床身中使用了矿物铸件，以稳定加工精度并降低砂轮的运行成本。



(3) 工具领域的环保努力

消除切削液的使用是所有刀具制造商需要共同解决的课题，而在连续切削（车削）中实现这一目标具有极大挑战性。住友电工开发了一种新材料AC8115P，该材料非常适合钢材车削的高效干式切削，朝着无切削液加工迈出了重要一步。传统上，由于担心切削热增加和刀具磨损加

剧，干式切削通常需要配合切削液使用。为此，开发了一种耐磨性更强的刀片，通过提高涂层强度，抑制因晶体脱落引起的磨损。其结果是降低了因切屑磨擦引起的摩擦热，并显著减少了焊接现象的发生，从而实现了一种突破性、高性能的干式车削刀片的实用化。



4. 自动化技术的进步

近年来，随着人口老龄化和出生率下降，中小企业在人力资源获取方面面临困难。为了解决这些问题，各种自动化及省力化设备和工具被提出。

(1) 针对高混合小批量生产的无人加工解决方案

近藤制作所有限公司（爱知县蒲郡市）为中小企业提出自动化加工系统。近藤制作所提出了一种针对中小企业的自动化加工系统。该系统结合了配备协作机器人（RoboCart）的工作台车与公司生产的工件存储器，实现了工件供应及工件上下机的自动化。RoboCart可以手动移动到车床等设备的前方，其固定和定位通过机械方式作为标准配置完成。此外，还提供了一种高性能型号，利用摄像头确定其相对于设备的位置并自动进行校正。

如果为机床附带的夹头安装自动更换系统，该系统还可以适应不同尺寸的工件，从而实现多品种小批量工件的无人加工。

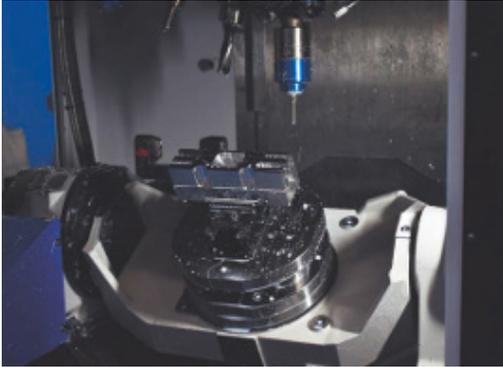


(2) 切削液增压工具应对切屑问题

NT TOOL株式会社（爱知县高滨市）推出两款冷却液增压工具以提高效率和实现自动化。NT TOOL株式会社正在推广其两款冷却液增压工具Boost Master，以提高加工效率和实现自动化。用于车床的Boost Master BMAL可

将冷却液增压至最高15 MPa，并排出冷却液，促进加工过程中切屑的断裂，防止切屑缠绕在工件上。

用于加工中心的Boost Master BMA同样利用最高15 MPa的冷却液压力冲洗并清除附着在加工孔和工件上的切屑。该工具可以安装在自动换刀装置（ATC）中，支持加工过程的自动化。



（3）使用多关节机器人进行切削加工

在机器人加工技术研讨会的联合展位上，展示了机器人加工的技术。一台大型关节机器人配备了主轴单元，并使用特殊刀具对铝材进行加工，加工精度达到了0.01毫米的水平。

TRI ENGINEERING有限公司（名古屋市守山区）董事总经理冈武晴自豪地表示：“改进后的机器人性能实现了精确操作，低阻力切削刀具实现了高精度加工。”该刀具独特的切削刃形状减少了与工件的接触面积，从而降低了切削阻力。提供该刀具的岩田工具有限公司（名古屋市守山区）总裁岩田直补充道：“由于阻力较低，加工过程中产生的热量也减少。”

由于不受热量影响，该技术可以高速加工铝材和薄型材料，预计将进一步拓展切削加工的可能性。



5. 展示新价值的卓越机床

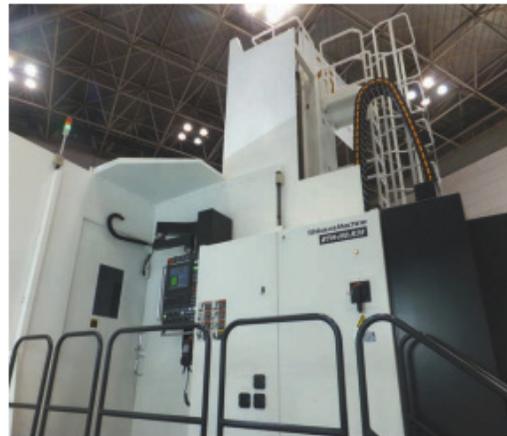
在JIMTOF，机床制造商正致力于开发创新技术并探索未知市场的全新挑战。其中，东馆的一些展品以其

“新价值”的追求和创造难度令人瞩目，以下是值得关注的亮点。

（1）满足能源行业需求

芝浦机械的BTH-150.R35引人注目，这是业内最大型的卧式镗铣床。公司表示：“我们开发这款机床是为了满足造船和风力发电设备的需求。”这款机床的Y轴行程增加至3.5米，是以往机型的1.5倍以上，可加工大尺寸工件。

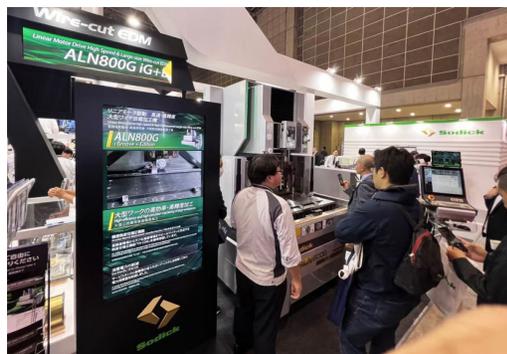
该机床配备150mm直径的镗削主轴，支持高刚性进给加工，主要面向能源行业用于加工大型、长型工件。“随着海上风电和其他应用领域对效率的提升需求，风力涡轮机也在不断增大，对加工大尺寸工件的需求正在增加，”公司表示。



（2）最新功能实现显著省力与人力优化

Sodick展示了大型线性电机驱动线切割放电加工机“ALN800G i Groove + Edition”。该机床配备X、Y、U、V四轴线性电机驱动，其i Groove线材旋转机制确保仅使用无磨损的线材表面完成精加工。

此外，供电接触点的自动进给功能使机器能够长时间免维护。用户还可以通过平板设备从远程办公室操作多台机床。在工厂中，一名工人通常需要远程操作大约五台机床，公司表示：“此功能可以显著减少劳动量和所需工人数量。”



(3) 聚焦工艺整合与绿色转型 (GX)

DMG 森精机以“加工转型 (Machining Transformation, MX)”为主题,展示了其多功能机床和五轴加工中心的工艺整合技术、提升用户生产力的自动化系统,以及为保护全球环境而提出的绿色转型 (GX) 举措。

在五轴加工中心NMV5000的展示中,公司演示了如何整合齿轮部件加工工艺,这些工艺过去需要专用机床完成。“齿轮生产的趋势是高混合、小批量生产,而这对专用机床来说难以实现。我们希望向专用机床用户推广灵活响应的优势。”公司表示。

DMG森精机计划未来开发多种选项,进一步拓展此前只有专用机床才能完成的加工市场。



(4) 带有激光烧结与切削功能的增材制造 (AM)

增材制造 (AM) 已经存在很长时间,但现在已经从短暂的热潮转向实用化阶段。松浦机械制作所展出了一款同时具备激光烧结和高速切削功能的3D打印机,并介绍了带有内部冷却流道等高性能模具的应用案例。使用金属增材制造生产的产品容易受到热变形的影响,由翘曲等引起的变形需要通过后续加工进行校正。本次展出的3D打印机引入了一项功能,能够准确预测变形并通过切削功能校正,从而实现高精度的成品。随着解决烧结材料内部缺陷和变形的技术不断发展,我们已经进入了能够制造高精度成品的阶段。可以说,生产工程师向设计师推广这一技术将会非常有效。



(5) DMG MORI “NLX2500/700 2nd Generation”

双主轴车削中心日本首次公开亮相

DMG MORI展示了其五轴多任务机床、通过金属增材制造 (AM) 机床实现的工艺整合、提升生产力的自动化系统、绿色转型 (GX) 举措,以及用于信息收集和分析的数字解决方案。在机床方面,公司首次在日本展出了配备

双主轴的车削中心“NLX2500/700 2nd Generation”。

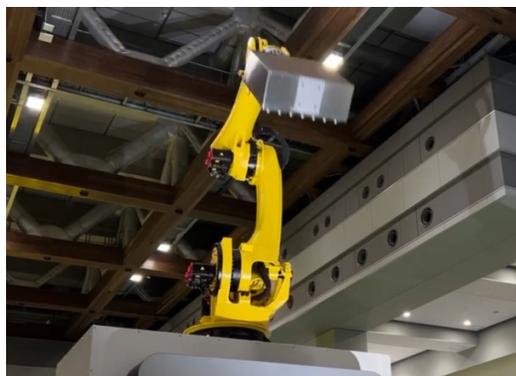
NLX2500系列是公司最畅销的机型,此次升级为第五代。右主轴现在可以配备与左主轴等同的10英寸卡盘,能够在左右两侧实现连续加工。刀架的铣削能力较之前型号提升了40%,达到了加工中心 (MC) 的同等性能。主轴配备了115mm的大直径通孔,可通过棒料送料器实现夜间无人操作。公司执行董事栗谷达彦强调:“从棒料开始加工,实现了MC加工,这进一步推动了自动化进程。”



(6) 铝加工机床全线产品亮相

专注于扩展电动汽车 (EV) 产品线的山崎马扎克公司展示了用于铝副车架等Gigacasting铸件量产加工的卧式加工中心“FF-1250H”。这款机床配备了可容纳直径达1600mm、高度达1100mm的大型工件的倾斜旋转工作台,即使是复杂形状的工件也可通过一次装夹完成多面加工,实现工艺整合。

此外,公司还展出了适合加工小型和中型EV零部件的立式加工中心“FF-400V/30”。该机床配备No.30锥度主轴,专为高速和高刚性加工设计。与以往型号相比,其X、Y、Z三轴的加减速性能得到了提升,缩短了加工周期,同时支持铝、铸件和铁件的重切削加工。



在展会现场,一款备受瞩目的机器人是发那科 (FANUC) 的新型机器人M-1000/550F-46A,其兼容Gigacasting技术。预计该机器人将用于移除Gigacasting铸造的零部件,以及喷涂脱模剂以便于从模

具中取出零部件。喷涂操作需要在精密控制和环境考虑方面实现自动化。

这款机器人具有550公斤的负载能力，可用于处理通过Gigacasting铸造的具有1万吨锁模力的大型零部件，并拥有4.6米的长臂展。该产品将于12月推出，并将推广用于工程机械和物流仓储领域，以满足对大型设备日益增长的需求。

五、行业变化及趋势

通过对整体展示、交流和企业考察信息的初步梳理，概要介绍一下本届展会反映出的行业新变化、新情况和新趋势。

1. 前瞻性的技术展示较以往减少，贴近市场需求的展示急剧增加

由于日本机床产业在国际上具有很强的实力和很高的技术水平，日本国际机床展会主要是面向海外用户展示推广日本机床产品和技术，所以一直以来JIMTOF都是日本高端制造领域前瞻性技术的展示平台。但从疫情后的本届展会展示情况看，日本机床产业在经历了近几年全球制造业需求下滑、经济波动、贸易交通不畅、供应链断链等不利因素和突发事件的影响，产业发展诉求和路径更趋实际，面向现实需求的解决方案展示内容更多，预研型、前瞻性的技术展示较之前展会有所下降。这些情况也间接反映出当前国际机床制造业的共同境遇，整体上还处于产业运行状态的修复期，市场需求与产业发展的不确定性迫使大多数企业更加关注如何夯实生存与发展的基础，前瞻性的市场需求不足导致相关投入有所减弱。

2. 半导体制造领域是日本机床产品的另一个重要支撑

半导体制造领域的需求是日本机床产业服务的重要应用领域之一，也是除了汽车以外，支撑日本机床产品向精密、高端制造方向发展的重要拉动力。从展会技术介绍与公司业务结构看，无论是高端数控机床主机，还是自动化、数字化的系统、测量与功能部件，还有精密的切削刀具与磨料磨具，都有30%-50%不等的业务营收比例是因服务半导体制造业获取的。如Sodick（沙迪克）推出超精密AX350Li直线电机驱动放电加工机，瞄准EV及半导体市场高精需求制造业。不仅提供了高端制造要求，还具有很强的支付能力，对高端数控机床这种投入大、技术交叉复杂、知识密集型的产品领域尤为重要。之前我们常常观察到汽车对机床的整体拉动影响度

超过四成，而对于日本机床产业的发展则更加得益于汽车与半导体的双驱拉动与技术互补，进而造就了当今日本机床产业的国际领先地位与实力，这是值得业界认真研究和学习的有益经验。

3. 新能源汽车制造解决方案主要面向中国、美国等海外市场需求

日本是汽车制造的传统强国，服务汽车制造已经是日本机床的主要使命之一。近年来，随着国际汽车产业向电动化和新能源方向转型发展，对日本汽车与机床产业的影响比较明显。受制于日本汽车的发展战略偏重于氢能，而氢能汽车的发展势头远落后于电动汽车，导致目前日本机床在新能源汽车制造解决方案主要是服务于中国、美国等电动汽车发展比较迅猛的市场。基于上述市场需求形成的产品也将主要在上述地区组织生产，实现销售与服务的最优化。比如，日本马扎克公司在本届展会上推出的FF-1250H大型卧式加工中心，主要用于电动车底盘副车架等大型压铸件高效高精加工，据悉该产品也将落户中国机床制造基地进行生产。



4. 绿色制造在内的ESG要求或将成为国际机床贸易的新门槛

从本届机床展的展品、技术和企业考察交流中了解到，日本机床产业普遍将绿色制造要求和ESG指标纳入到企业发展自律中，主要是响应欧美在机床贸易限制上的新变化与新趋势。从机床主机到系统部件，日本机床产业正在系统提出绿色制造考核体系和解决方案，现在已经具备与传统相比降低能耗50%以上的能力。由于日本机床主要销往国际市场，这一情况也反映出国际机床市场的新趋势。虽然近年来由于国际地缘冲突导致西方国家能源短缺，环保限制措施有所放松，但从长远发展趋势看，随着

能源短缺得到缓解，地区局势趋于缓和，经贸领域的竞争重新回到“舞台”中心，以环保要求为限制条件的贸易措施将重新趋严。从构建核心竞争力的角度看，也需要提早储备相关技术，制定应对措施和实施路径。

5. 日本社会老龄化与少子化现状是影响日本机床产业发展走向的一个重要因素

目前日本社会存在严重的人口老龄化与少子化情况。从展会上的学生招聘专区了解到，目前日本由于劳动力短缺，学生就业率很高，机床产业对新就业人口的吸引力也在下降，一般制造业就更加明显。这会导致传统依赖充足优质劳动力支撑的经营模式难以持续，且愈发捉襟见肘。因此，本届展会上日本主要机床制造商一方面加大对人才招聘与培养的力，奖励从事本领域研究的科研人员，稳住人力资源基本盘；另一方面加大自动化、数字化与智能化技术的研究投入，特别是依靠人工智能、大模型等新技术，将传统经验与专家知识沉淀成为专业知识库来指导业务开展，大力发展工业机器人与精密制造系统，将能工巧匠的主观因素尽量转变成标准化、体系化的工业生产能力。如，日本发那科的工业机器人制造生产线已经在大批量产品上实现无人化制造模式，除个别电装环节外，已将人员使用量降到最低；同时，对产品维修环节也通过建立维修数据库，将维修过程信息自动归纳形成维修指导书，推进标准化维修，减少对经验型人力资源的依赖。另有一些企业也表示，正在积极寻求通过提高加工设备精度，替换后期装配环节对研磨、修配与调整的依赖，降低这方面对高技能人才的需求依赖。



6. 如何实现跨周期稳定发展是国际机床工具产业共同的议题

经历过近几年国际经济与贸易动荡之后，目前国际机床工具产业面临一个共同的议题就是，如何在不确定市场氛围中实现相对稳定的跨周期发展。本届日本机床展上，不少展商就表现出探求这一议题的意图、初步的尝试与发展战略愿景。首先，在交流中大家经常问到的第一个问题就是未来市场会怎样，有哪些发展机会？这表现出当前市场已呈现多元化、多层次、短周期、分散性的特点，与以往存在传统稳定的市场主线的发展环境发生决定性的转变，大家必须适应这一变化。其次，众多展商都在面向不同市场和不同区域提出相适应的应对方案，对市场的倚重上也偏向于多元化，不会将所有鸡蛋放到一个篮子里。因此，单纯服务于某一产业的企业将会在未来难以生存，需要将业务体系

改造得更加灵活和标准，以便面向市场构建快速响应业务体系。从跨周期的角度可看到，当前国际机床产业链和供应链布局变化应该还处于动态调整中，任何局部产业的移入移出还属于临时性的应对措施，还不能下结论将形成何种稳定的布局形势。

7. 中美印市场都是影响日本机床产业发展的生命线

根据日本机床制造商协会发布的2024年10月日本机床订单数据，总额1225.5亿日元，同比增长9.4%，时隔三个月再次转为正增长。其中，中国（占比32.5%）和印度（占比10.9%）为核心的亚洲市场需求增长显著，同比增长63.3%，成为日本机床行业发展的主要动能。北美和欧洲市场持续低迷，但对于日本机床订单的占比仍然达到42.3%。考虑到印度市场也是间接服务于欧美市场，因此未来相当长的一段时间内，中国、美国和印度都将成为日本机床产业不得不重视的市场，需要提出有针对性的服务方案以保持稳定。中国市场的高质量与高成长性将对日本机床产业形成极为重要的买方市场地位，日本机床产业需要调整发展策略以响应这一变化。

8. 未来中日机床装备产业间的合作大于竞争，竞争将催生更深的合作

从本届展会反映出的上述新变化、新情况、新趋势看，中日机床装备产业间的合作空间和互补性很大，不同于以往同质化产业间的非买即卖式的“零和关系”，中日机床装备产业在产业链整合、联合研发、新兴市场培育、人力资源培养等方面都存在较大合作可能性。如果能形成稳定健康的外部环境，通过良性竞争，将促进中国机床产业转型升级，中日机床产业也将面向高质量发展形成更深入的合作。□

创新引领 迈向高端

——2024年机床工具专业“机械工业科学技术奖”项目申报及获奖情况分析

中国机床工具工业协会市场部 沈华红 执笔

一、项目申报情况

2024年度“机械工业科学技术奖”形式审查合格参评项目1158项，有4个专业组参评项目超过100项。今年，机床工具专业申报项目51项，形式审查合格最终参评项目46项，形式审查不合格有5项，不合格项目有以下几种情况：①同一人在本年度参与多个提名项目；②应用未满足两年；③技术发明奖前三完成人无发明专利支撑；④必备附件不齐全、不规范，比如技术评价证明缺失、形式不规范（如组织机构非第三方法人机构：由分会组织或单位自行组织）或过期。机床工具专业组通过网评进入到会评的项目为32项，其中7个项目申报技术发明奖，25个项目申报科技进步奖。

2014年至2024年申报机械工业科学技术奖（机床工具专业）参评项目数量情况见表1。

表1 2014~2024年机械工业科学技术奖（机床组）参评项目数

年份	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
项目数	50	23	30	31	41	28	41	34	41	45	46



参与评审的项目在行业和专业属性上具有代表面广和

覆盖范围宽的特点，32个项目分别来自切削机床、成形机床、特种机床、磨料磨具、铸造设备、木工机械、功能部件、自动控制系统等多个领域。在项目参与性方面也表现出多元性和代表性，国企、民企、专业研究所、大专院校等都有参与。在2024年申报“机械工业科学技术奖”的单位中，企业成为主要力量，体现了其是技术创新中的主体地位。在会评的32个项目中，企业申报以及企业联合高校和科研院所申报的26项，占比81.3%，高校联合企业申报6项，占比18.7%。

二、获奖情况及分析

经机械工业科学技术奖机床工具专业评审组评审以及机械工业科学技术奖评审委员会审核批准，申报单位确认，最终确定18个项目获奖，获奖比例为39.1%。18个获奖项目中，一等奖2项、二等奖8项、三等奖8项。2014~2024历年机床工具专业获奖情况见表2，2024年度机械工业科学技术奖机床专业获奖项目见表3。

表2 2014~2024年机床工具专业历年获奖情况

年份	获奖数	特等奖	一等奖	二等奖	三等奖
2014	25	1	2	10	12
2015	13	-	2	5	6
2016	15	-	3	5	7
2017	15	1	1	6	7
2018	20	1	4	5	10
2019	13	-	3	3	7
2020	16	-	4	4	8
2021	14	-	3	4	7
2022	16	1	1	7	7
2023	20	-	2	9	9
2024	18	-	2	8	8

表3 2024年机械工业科学技术奖（机床工具专业）获奖项目

序号	项目名称	项目完成单位	奖项	等级
1	高性能复杂内腔结构零件磨粒流光整加工技术与装备	1.大连理工大学；2.中国航发沈阳黎明航空发动机有限责任公司；3.苏州斯曼克磨粒流设备有限公司；4.无锡富岛科技股份有限公司；5.郑州磨料磨具磨削研究所有限公司；6.久亿航宇科技（大连）有限公司	技术发明奖	一等奖
2	泛半导体基片超精高效切磨抛装备关键技术及应用	1.温州大学；2.湖南宇晶机器股份有限公司；3.湖南大学；4.湖南工程学院；5.湖南红太阳新能源科技有限公司	技术发明奖	一等奖
3	高端机床装备刀库及自动换刀装置关键技术与应用	1.冈田智能（江苏）股份有限公司；2.南京理工大学；3.吉林大学	技术发明奖	二等奖
4	面向复杂零件的高速精密五轴加工中心系列化产品及应用	1.北京精雕科技集团有限公司； 2.廊坊精雕数控机床制造有限公司	科技进步奖	二等奖
5	超精密单点金刚石车床关键技术研究及产业化	1.北京海普瑞森超精密技术有限公司；2.清华大学；3.燕山大学；4.昆明物理研究所；5.安徽光智科技有限公司；6.爱博诺德（北京）医疗科技股份有限公司	科技进步奖	二等奖
6	智能化高端蒙皮拉伸成形成套装备开发及应用	1.天津市天锻压力机有限公司；2.陕西飞机工业有限责任公司；3.北京航空航天大学；4.河北工业大学	科技进步奖	二等奖
7	超重型数控机床精度保持性提升关键技术及应用	1.北京工业大学；2.北京北一机床有限责任公司；3.武汉重型机床集团有限公司；4.辽宁工程职业学院；5.吉林大学	科技进步奖	二等奖
8	大型变壁厚曲母线超高强度构件旋压技术及装备研发	1.武汉重型机床集团有限公司；2.西安航天动力机械有限公司	科技进步奖	二等奖
9	陶瓷基功能材料精密磨削用微弹型砂轮关键技术与应用	1.郑州磨料磨具磨削研究所有限公司；2.大连理工大学；3.有研粉末新材料（合肥）有限公司；4.深圳中凝科技有限公司	科技进步奖	二等奖
10	复杂面薄形零件高效精密磨削抛光关键技术及数控机床	1.宇环数控机床股份有限公司；2.湖南大学；3.湖南宇环精密制造有限公司；4.武汉华中数控股份有限公司	科技进步奖	二等奖
11	机床高速精密直驱主轴设计制造及测试关键技术与应用	1.北京工研精机股份有限公司；2.北京工业大学	技术发明奖	三等奖
12	TK69系列滚滑复合导轨数控落地铣镗床研制及应用	1.通用技术集团昆明机床股份有限公司；2.通用技术集团机床工程研究院有限公司	科技进步奖	三等奖
13	菲涅尔透镜模具超精密加工机床	1.北京机床研究所有限公司；2.北京工研精机股份有限公司；3.通用技术集团机床工程研究院有限公司；4.北京工业大学	科技进步奖	三等奖
14	精密立式磨床关键技术及产业化应用	1.北平机床(浙江)股份有限公司；2.北京工业大学；3.浙江省高档数控机床技术创新中心；4.航天科工空天动力研究院（苏州）有限责任公司	科技进步奖	三等奖
15	五轴联动车铣复合加工中心核心技术开发及重点领域应用	1.通用技术集团沈阳机床有限责任公司；2.通用技术集团机床工程研究院有限公司	科技进步奖	三等奖
16	碳纤维HP-RTM模压成形智能化生产线及应用	1.天津市天锻压力机有限公司；2.嘉兴卡涑复合材料有限公司；3.天津大学	科技进步奖	三等奖
17	大型薄壁汽车底盘件高柔性集成自动化低压铸造系统	1.浙江万丰科技开发股份有限公司	科技进步奖	三等奖
18	高效智能专用精密冷室压铸机研发与产业化	1.宁波力劲科技有限公司；2.浙江大学；3.宁波大学	科技进步奖	三等奖

2024年度获奖结果具有以下几个特点:

第一、从获奖项目技术属性来看,项目分布在金属切削技术、金属成形技术、铸造设备、自动控制系统、功能部件、磨料磨具六个领域,其中金属切削技术项目占比最大。从获奖项目完成单位来看,企业申报以及企业联合高校和科研院所申报的项目15项,占比83.3%,其中企业独立申报项目有5项,占比27.8%,体现了企业科技创新主体地位,加强了企业主导的产学研深度融合,为逐步实现高水平科技自立自强奠定基础,但以企业为第一申报单位获高等级奖的比例较低,主要原因是编写申报书的质量欠佳,所提交的资料重点在说明怎么做和实际应用情况,对技术理论和数据分析不够深入,没有充分阐述技术的先进性,希望以后准备材料更系统,条理清晰,从理论研究、具体实施到实际应用等全方位进行论述。

第二、2024年申报机械工业科学技术奖(机床工具组)的项目质量很高,竞争激烈。经由具有资质的第三方鉴定(评价)法人机构出具的三年内的科技成果鉴定或技术评价证明,绝大多数的项目整体技术水平达到国际先进水平,部分达到国际领先水平。例如,“泛半导体基片超精高效切磨抛装备”项目,多项技术指标优于国际同类产品,整体技术达到国际先进水平,其中多线切割机的多轴精密传动系统、九轴同步稳定智能控制技术居国际领先水平。“高性能复杂内腔结构零件磨粒流光整加工”项目,技术难度大、创新性强,具有自主知识产权,整体技术达到国际先进水平,其中均匀余量精准调控的磨粒流光整加工模具形性协同设计技术居国际领先。“高端机床装备刀库及自动换刀装置”项目,成果总体达到国际先进水平,其中非接触式空间复合凸轮廓面精度检测方法装置、基于刀柄运动误差面积和波动的刀库换刀运动精度评价方法为国际领先。

第三、获奖比例的调整。奖励工作办公室执行国家相关政策要求,对于获奖项目比例有严格要求。同时,发生评审等级低于提名等级的项目不予确认,使得很多优秀项目落选,因此,申报时对提名等级的选择尤其重要。为争取更多的行业创新成果获得表彰的机会,还需要行业企业、研究机构、大专院校更加广泛的参与。

三、部分获奖项目介绍

1. 高性能复杂内腔结构零件磨粒流光整加工技术与装备

荣获技术发明一等奖。由大连理工大学、中国航发沈阳黎明航空发动机有限责任公司、苏州斯曼克磨粒流设备

有限公司、无锡富岛科技股份有限公司、郑州磨料磨具磨削研究所有限公司、久亿航宇科技(大连)有限公司共同完成。本项目针对高性能复杂内腔结构零件光整加工需求,面向“抛不到”、“抛不好”、“抛不快”三大技术挑战,研发出高性能复杂内腔结构零件磨粒流光整加工技术与成套装配,在航空航天、船舶、能源等重点行业中得到推广应用,解决了包括航空发动机整体叶盘、叶轮和叶环、大型机匣、金属增材制造旋流器和燃油喷杆内腔等关键零件的精密抛光难题,取得如下技术创新:

(1) 揭示了磨料介质与加工表面作用机理及界面流变规律,构建了磨料介质流道流体力学模型,发明了均匀余量精准调控的磨粒流光整加工模具形性协同设计方法。

(2) 建立了粘弹性磨料介质性能的表征方法,发明了磨料介质原料组分遴选及磨料介质化学反应配置技术,研制出液态、半牛顿流态、松散颗粒弹性固态三大系列多种规格的高性能磨料介质。

(3) 开发出回转类零件磨粒流抛光去毛刺、高光泽度表面弹性颗粒磨料介质喷射抛光、内流道表面挤压磨粒流抛光、大型异形壳体零件外表面振动光饰等四大类工艺与装备,突破了金属增材制造行业零件复杂内腔和流道无法抛光的卡脖子难题和行业痛点。成果应用取得了显著的经济和社会效益。

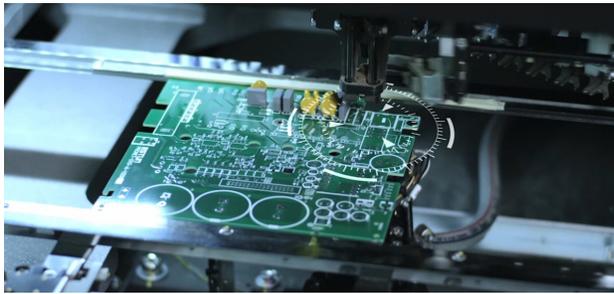
2. 泛半导体基片超精高效切磨抛装备关键技术及应用

荣获技术发明一等奖。由温州大学、湖南宇晶机器股份有限公司、湖南大学、湖南工程学院、湖南红太阳新能源科技有限公司共同完成。本项目针对12英寸硅锭加工的重大需求,发明并研制出高速高效多线切割机/纳米级研磨抛光机系列装备,实现了产业化和国产化,形成了国家高端工业母机装备制造能力,奠定了我国芯片国产化和规模化的基础。取得如下技术发明与创新:

(1) 首创U型布局的高速高效多线切割系统架构,发明了高速高精传动四主轴装置,走线速度提高至3600m/min,一次切割时间缩短了50%。

(2) 发明了多轴传动、高速往复走线、高可靠张力控制技术、摇摆式切割技术和曲面切割技术,张力误差降至0.1N,往复换向时间缩短至2~4s,实现了大尺寸基片高可靠稳定切割。

(3) 发明了磨抛机双气囊上、下精确加压技术和抛光盘温度精准控制技术,实现了大尺寸基片研磨厚度偏差降至0.5 μ m、表面粗糙度降至0.1nm,解决了电子级晶圆纳米级磨抛难题。



3. 高端机床装备刀库及自动换刀装置关键技术与应用

荣获技术发明二等奖。由冈田智能（江苏）股份有限公司、南京理工大学、吉林大学共同完成。本项目针对刀库及自动换刀装置的创新设计与关键技术难题，从产品新结构开发、复合凸轮自主研发、可靠性技术研究三个核心维度开展了高端机床装备刀库及自动换刀装置研究。项目产品在卧加、龙门、镗床等高端机床装备批量配套，在国内外400余家机床企业中得到推广应用，产品销量全国第一、世界前三，实现了进口替代。取得了如下创新成果：

(1) 发明了自锁刀爪、组合刀套、换刀伸缩机构、快速换刀机构等刀库核心结构件，创新设计了多种链式和盘式刀库结构，解决了国产刀库产品类型单一的问题。

(2) 发明了非接触式空间复合凸轮廓面精度检测方法和装置、凸轮式自动换刀机构运动精度检测方法与装置，创新开发了刀库复合凸轮制造工艺和五轴专用加工装备，实现了刀库凸轮及自动换刀装置的自主研发和产业化。

(3) 提出了刀库运动精度检测和评价方法，攻克了刀库及自动换刀装置可靠性试验与评价方法，发明了具备实际工况高保真模拟能力的可靠性试验系统，提出了产品综合性能和可靠性保障技术，有效提升了批量刀库产品质量和可靠性。

(4) 围绕行业需求，研制出达到国际先进水平的高性能刀库及自动换刀装置产品，发明了可提升刀库安装调试精度和效率的装配方法与辅助装置，并攻克了刀库在卧加、龙门、镗床、车铣复合等高端机床上的适应性技术和运维技术，实现了在高端机床装备批量化配套。

4. 面向复杂零件的高速精密五轴加工中心系列化产品及应用

荣获科技进步二等奖。由北京精雕科技集团有限公司和廊坊精雕数控机床制造有限公司共同完成。项目从多轴联动数控系统、机床结构拓扑优化和在机检测与智能修正关键技术三方面实现了创新性突破，实现了编程、控制、制造、检测一体化，研制了面向复杂零件的高速精密五轴加工系列产品，解决了复杂零件加工中加工角度和加工特

征极多、易干涉等难题，实现如谐振子、RV 减速器输出组件等在内的业内难加工零件的高效、高精、稳定生产，实现实质性进口替代。取得了如下技术创新：

(1) 发明了一种基于在机测量、高速前馈计算与补偿的 NC 指令反演再生的 CAM 内核一体化 CNC 技术，开发了具有完全自主知识产权的多轴联动数控系统，解决了五轴机床在提升微米级零件加工精度、加工效率和操作安全性上的控制难题。

(2) 发明了基于机床工作状态的机床主机、功能部件等结构优化的正向设计技术，构建了面向复杂工况条件下机床薄弱环节识别和拓扑优化方法，实现了机床结构的力学性能优化与轻量化设计，提升了机床的动静态刚性及精度稳定性，大幅缩短了新产品开发周期。

(3) 发明了在线检测与智能修正技术及专用指令集，研发了具有在线测量及热误差补偿功能的高速精密电主轴，实现了在机检测与误差实时补偿，解决了复杂零件高精、高效、稳定的规模化生产难题，形成了“制检合一”新智造模式，为制造业提供新质生产力。



5. 超精密单点金刚石车床关键技术研究及产业化

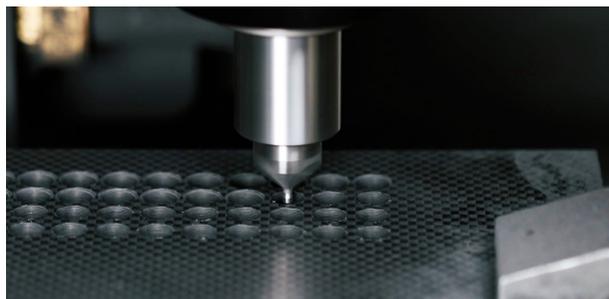
荣获科技进步二等奖。由北京海普瑞森超精密技术有限公司、清华大学、燕山大学、昆明物理研究所、安徽光智科技有限公司、爱博诺德（北京）医疗科技股份有限公司共同完成。通过项目攻关，共研发了 9 种型号的超精密单点金刚石车床，并扩展了 2 种型号的超精密数控磨床，围绕超精密单点金刚石车床自主创建了“产品型谱体系-基础制造体系-系统应用体系”，实现了产业化，成功替代进口产品，完成了“基础理论→整机研发→系统应用→打破垄断”的跨越式发展。项目创新如下：

(1) 自主创建了超精密单点金刚石车床产品型谱体系。研发了单点金刚石车床基型产品，并扩展了超精密数控磨床等 11 个型号系列产品，围绕产品型谱体系，突破了超精密静压主轴、转台、导轨副、整机特性优化、主动换热、振动消除、供液滤波、极微量雾化冷却、纳米级精度控制等 10 项关键技术，创建了支撑产品型谱发展的超精

密机床技术体系。

(2) 自主创建了超精密单点金刚石车床基础制造体系。研发了材料选择-热处理-加工精度保障-精度检测-动平衡跑合的基础工艺,研制了高精度外圆磨床、平面磨床、立式车磨复合机床等专用装备,形成基础工艺标准。

(3) 自主创建了超精密单点金刚石车床系统应用体系。面向10类用户需求,研发了大口径反射镜、离轴镜、多棱镜、非球面镜、复杂阵列等不同场景的应用工艺,实现了高端制冷芯片背减薄、多光谱硫化锌整流球罩和卡塞格林相机主镜片高质高效加工。



6. 智能化高端蒙皮拉伸成形成套装备开发及应用

荣获科技进步二等奖。由天津市天锻压力机有限公司、陕西飞机工业有限责任公司、北京航空航天大学、河北工业大学共同完成。项目开发了复杂蒙皮精准拉伸成形新工艺,建立了蒙皮构件高效精确成形的理论基础和技术原型,实现了基于科学的制造,保证了产品质量的稳定性,实现了典型应用和生产装备的自主保障。取得了如下技术创新:

(1) 提出了基于回弹仿真误差的模具补偿新模型,建立了复杂应变路径下蒙皮构件的多维成形极限,开发了蒙皮拉伸数字化工艺系统,实现了蒙皮成形自动仿真、自主编程、屈服点探测及在线检测,有效解决了多品种小批量蒙皮成形工艺复杂多变的问题。

(2) 开发了智能伺服节能控制系统,创新应用了伺服节能泵站及节能控制算法,解决了蒙皮拉伸工艺待机准备和工作时间能源浪费大的难题,设备能耗降低10%-30%。

(3) 开发了多钳口柔性蒙皮拉伸夹具系统,具有多自由度钳口数字仿形、成形切线跟踪等功能,实现了钳口夹紧压力无级调节,解决了大曲率复杂截面零件成形难题。

7. 大型变壁厚曲母线超高强度构件旋压技术及装备研发

荣获科技进步二等奖。由武汉重型机床集团有限公司、西安航天动力机械有限公司共同完成。该项目突破了芯模曲母线跟踪旋压技术、旋压成型大推力高精度进给技术、大型变壁厚曲母线超高强度构件高精度高效旋压调控

技术等多项关键核心技术,具有大旋压力、高精度、智能录返等功能,实现了我国免编程智能旋压技术的突破。成果主要创新点如下:

(1) 创新了芯模曲母线跟踪旋压技术,发明了一种旋压装备用高精度录返方法。通过芯模母线跟踪,根据工艺要求形成最佳的旋压控制策略,自动生成加工程序;突破了芯模精度低及找正误差大的技术难题,实现了自动编程、智能旋压。

(2) 研发了大流量变率旋轮座伺服油缸、高承载静压导轨及其执行单元与工艺过程的动态匹配技术。解决了大推力高精度进给技术难题,提升了加工精度和效率。

(3) 揭示了封头旋压及卸载回弹特征,优化设计旋压芯模,创新了大型变壁厚曲母线超高强度构件高精度高效旋压调控技术。制定合理的旋轮进给比、旋压间隙和旋压偏离率等工艺参数,克服了大型变壁厚曲母线超高强度构件旋压过程中起皱、破裂等工程难题,提高了旋压精度和效率。

8. 复杂型面薄形零件高效精密磨削抛光关键技术及数控机床

荣获科技进步二等奖。由宇环数控机床股份有限公司、湖南大学、湖南宇环精密制造有限公司、武汉华中数控股份有限公司共同完成。项目围绕复杂型面薄形零件高效精密磨削抛光工艺及机床深入研究,发明了复杂型面薄形零件高效精密磨削抛光两种新方法;突破了曲面零件高效精密磨削工艺,攻克了机床工作稳定性控制、专用数控系统、精密磨抛机床设计等关键技术;研制了系列高效精密磨削与抛光机床,实现了薄形零件曲面高效精密加工。取得了以下主要创新性成果:

(1) 发明了薄形复杂曲面零件多工件多工序集成高效精密磨削抛光新方法以及磁流变液制备技术,实现了复合加工磨抛液及磁流变液制备技术,实现了复杂型面薄形零件的高效加工。

(2) 发明了一种多层迷宫式循环内冷和线圈分区直冷方法及装置,研制出电磁场和磁流变液温升控制系统,发明了多工件多工位磨抛头加工压力及恒去除技术,研制出磨削抛光压力检测对刀实时补偿装置。

(3) 发明了基于 PLC 运动控制系统及 NCUC 通讯总线控制技术,实现了多轴运动独立控制、工件轴和磨抛轴同步运动,机床五轴联动,开发出多轴联动磨抛机床专用控制系统。

(4) 发明了高效精密磨抛机床关键功能部件设计技术,开发出相应装置,研制出系列多轴联动复杂型面高效精密磨抛机床,实现了批量工业化应用。□

TGK4680C数控精密卧式坐标镗床的研发与应用

通用技术集团昆明机床股份有限公司 崔岗卫

近年来，铝合金、钛合金等材料在航空航天航发等行业中的应用比例不断增加，特别是采用越来越多的整体结构件，如航空发动机机匣、整体叶盘体等，其结构复杂、多为异形环状薄壁结构、材料去除率大、刚性差、精度要求高、加工难度大。同时，汽车发动机、机床工作母机、模具等行业中具有精密孔系的零件越来越多，其要求也越来越高。加工此类零件需要高精度数控机床，要求机床具有很高的坐标定位精度，数控精密卧式坐标镗床能够满足此类加工要求。

昆明机床研发的TGK4680C数控精密卧式坐标镗床（见图1），采用计算机进行自动数字控制，通过直线或圆弧插补进行连续轨迹控制，实现四轴联动，完成带任意平面曲线的样板、模具、箱体、阀体等复杂零件的加工；通过点位控制，完成机床刀具的快速、准确定位，实现具有高精度空间位置度要求的孔系、外圆、端面、锥面等特征的加工。该机床主要用于航空发动机机匣、叶盘，汽车发动机箱体，机床精密箱体等零件的径向孔、端面孔、内外型面、端面等特征的精密加工。

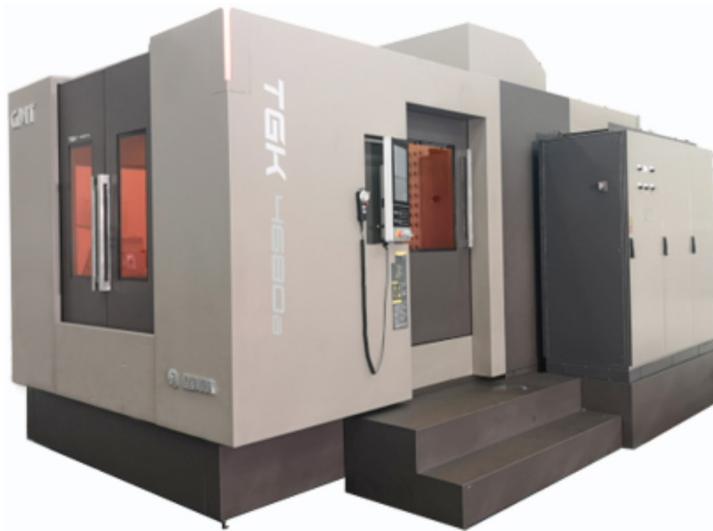


图1 机床外观图

一、产品结构特点

作为高精度和高动态响应的工作母机，TGK4680C数控精密卧式坐标镗床采用高刚度整体式T型床身，三点调平，多点支撑，X坐标及Y坐标为“箱中箱”式封闭框架结构，移动部件质量轻，且其重心始终保持于导轨内，重心平衡性好，保证了机床各项性能指标。

如图2所示，该机床具有6个数控坐标轴（ X_1 、 X_2 、Y、Z、B、C轴），可实现四轴联动，还可根据用户工艺需求选配镗杆进行深孔加工。其中，滑板沿立柱左右移动为 X_1 和 X_2 轴，为双驱动，主轴箱沿滑板上下移动为Y轴，工作台沿床身前后移动为Z轴，工作台相对滑座绕其中心回转为B轴，主轴绕其回转中心旋转为C轴。

响应特性好，X轴为双丝杠驱动，直线轴重复定位精度可达0.0012mm以下。

二、技术创新点

数控精密卧式坐标镗床作为工作母机，其研发过程中主要进行了以下技术创新：

1. 采用有限元分析进行结构优化设计

TGK4680C床身为整体3点主支撑T型结构，立柱采用对称的龙门框架结构，立柱龙门不移动，通过螺钉固定在床身上，有效提高了机床的整体刚度，确保了机床的运动精度和强力切削性能。X、Y坐标采用“箱中箱”式结构布局。用铸铁制造的超大重型筋板龙门静态框架具有很好的刚性，与传统的动立柱相比，移动件质量减轻约1/3，移动件的重心始终保持在导轨内，可以保持移动物体的重心平衡。通过CAX应用与集成平台，将机床整机首阶固有频率提高到49.90Hz，高于标准机床30~40Hz的行业水平，与国际上同类产品的动态性能指标相当。

2. 基础大件精度及其稳定性的工艺创新

机床的基础大件包括床身、立柱、滑板、工作台滑座、主轴箱、工作台，为了保证这些基础大件获得精密要求和稳定性，工艺上采取了三次热时效处理，分别在粗加工前、粗加工后、半精加工后进行，充分释放铸造应力及加工中产生的加工应力，以此保证零件的精度稳定性；为了提高加工效率并保证稳定达到基础大件的精度要求，工艺新提部份工艺装备进行保证；在零件加工工艺规程中根据设备条件和加工需求，正确选择零件的加工、测量和装配基准统一，以控

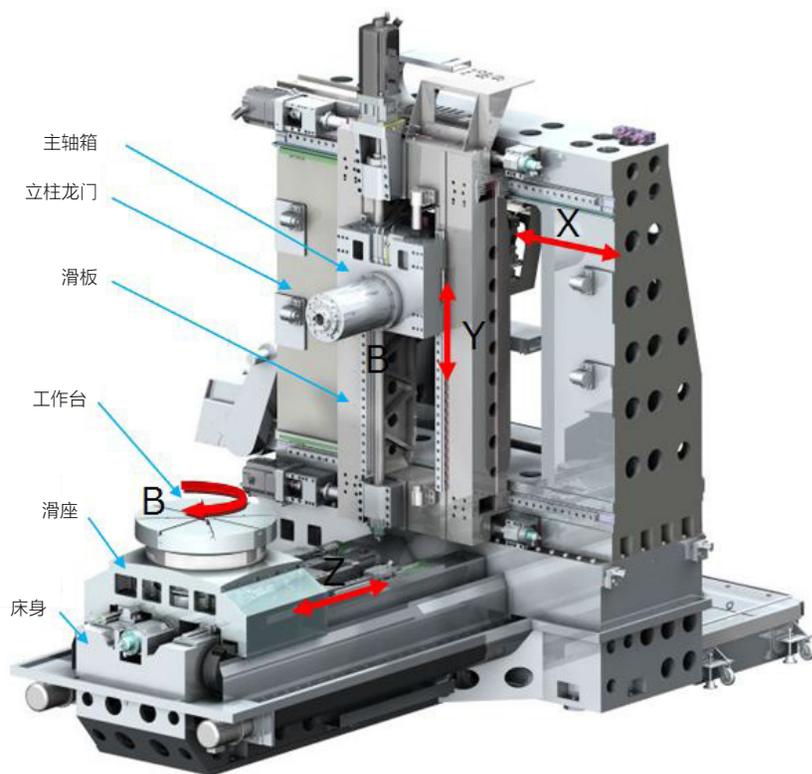


图2 机床主体结构图

该机床整体结构采用高刚度封闭箱型整体式T型床身，固定式封闭龙门框架立柱，封闭箱型整体式滑板，X、Y坐标构成了“箱中箱”式（“框中框”式）结构，确保了机床具有较高的刚性和稳定性，能够稳定实现高精度的加工。

床身采用整体封闭箱型优质铸件，热容积整体均衡，不易产生扭曲、弯曲变形，机床整体刚度及精度稳定性好，确保机床运动精度及切削性能，采用三点主支撑，安装调平较为方便；机床上部采用封闭龙门框架结构立柱，具有最佳热对称性和结构稳定性，支撑刚性好，轻量化移动滑板与立柱通过两条直线导轨相连，移动件重心始终保持于导轨内，重心平衡性好。

X、Y、Z三个轴导轨采用精密滚柱直线导轨，定位精度高、数控响应特性好。快速运动时无振动，微量进给时无爬行，承载量大、抗振性好、运行平稳。主轴箱体为紧凑箱型结构，加强筋布置合理，承载力强、支撑刚性好。

采用精密主轴组件，主轴支承采用高精度成组角接触球轴承，主轴旋转精度稳定性高、刚性好，最高转速可达6000r/min，最大扭矩为560N·m，配置BT50刀柄接口。刀具采用碟形弹簧拉紧，液压松开。主轴轴承采用进口油脂润滑，恒温油循环冷却。主轴热态特性低、热变形小、加工精度高。

回转工作台（B坐标）360°连续任意分度，回转支撑采用组合转台轴承，承载能力强、运动平稳、抗振性好。工作台采用液压夹紧机构，工作台夹紧、松开变动量小、夹紧可靠，采用力矩电机驱动，回转定位精度高，重复定位精度可达1"以下。

X、Y、Z轴采用交流伺服驱动电机与滚珠丝杠通过联轴器直联传动，动态

制零件误差；在加工过程中对夹紧力、加紧方向、着力点进行了优化匹配，并采取了防止零件振动的有效措施，选用合理的刀具角度、合适的切削用量等，以控制基础大件在加工中的变形。

3. 提出基于灵敏度分析的主轴系统零部件公差分配技术

主轴系统作为核心部件，存在严重依赖已有经验，缺乏科学设计分析等问题。现通过对主轴零件公差进行数学建模，进而识别出误差传递路径并进行误差累积计算，从而求解得到主轴的装配精度，最终实现主轴近端跳动不超过0.001mm。

4. 提出了基于丝杠预拉伸力矩的进给系统动态特性一致性保证技术

分析不同丝杠预拉伸力矩以及不同丝杠螺母预紧力对进给系统动态特性的影响规律。协助工艺人员设定丝杠进给系统预拉伸力矩，提高批量制造机床的进给系统动态特性一致性。

5. 工作台回转夹紧机构创新设计

在工作台的下部加工出一条环形槽，油缸座安装在滑座上，夹紧油缸通过螺钉与油缸座连接，夹紧油缸置于工作台环形槽内。夹紧时，来自液压站的液压油通过分油板、电磁换向阀、压力阀、压力继电器后，再通过油管进入夹紧油缸，在油压的作用下，上部的活塞与密封圈向上移动推动弹簧片往上弹起抵在工作台的环形槽上面，下部的活塞与密封圈向下移动推动弹簧片往下弹起抵在工作台的环形槽下面，通过弹簧片和环形槽上下面产生的摩擦力矩夹紧工作台。

6. 回转工作台装配工艺

工作台滑座机构主要包括工作台、滑座两大部分组成，B轴采用转台轴承支撑和力矩电机直驱组合。装配的难点主要是工作台径向轴承安装面（圆导轨面）及光栅尺安装面的刮研、滑座的圆导轨面刮研、径向轴承的安装以及B轴回转夹紧机构的装配调试等几大部分。滑座圆导轨面（即径向轴承安装面）和光栅尺面精度要求较高，圆导轨的精度会直接影响轴承的安装基准。现有加工设备不能保证圆导轨面的精度要求，因而精度保障的关键环节即为精密刮研。

采用专用精密刮研工装刮研滑座圆导轨面，以滑座中心孔为回转轴线旋转刮研专用工装，刮研滑座圆导轨面，接触达到装配工艺要求；以滑座圆导轨面为刮研测量基准，刮研光栅尺安装面，同样采用专用精密刮研工装刮

研光栅尺安装面，以滑座中心孔为回转轴线旋转刮研专用工装，刮研光栅尺面，通过旋转专用刮研工装测量与圆导轨面的平行度，保证与圆导轨面的平行度达到工艺要求，接触达到装配工艺要求；以圆导轨面为校正基准精磨直线导轨滑块面达到工艺要求，四个直线导轨滑块安装面的等高一致性直接关联X轴、Z轴与工作台台面的平行度精度项目。

工作台大面和中心孔加工后，复检工作台大面平面度，根据测量数据和台面曲线图粗刮研工作台大面，待整机总装后精刮研台面，调整工作台刹紧机构至夹紧力、变动量至要求，并保证工作台端面跳动在装配工艺允差范围内，同时保证台面平面度在夹紧状态和松开状态下达到装配工艺要求。

三、产业化前景展望

坐标镗床主要有立式坐标镗和卧式坐标镗床，生产厂家主要有瑞士SIP，瑞士DIXI（现已被DMG MORI收购，该品牌已停产，但其技术已扩展应用同类产品），日本YASDA，日本三井，德国MIKROMAT，其中卧式坐标镗床主要是DIXI结构较为经典，昆明机床即采用这种经典的“箱中箱”结构。目前国内三航两机、工作母机等行业对卧式坐标镗的要求较高，需求日益广泛。

该卧式坐标镗床作为高精度和高动态响应的工作母机，特别适用于尺寸、形状和位置精度要求高的孔系及面加工，一次装夹可完成镗、钻、铣、扩、攻丝等多种工序精加工，还可作为高精度刻线样板、高精度划线样板、孔距及长度测量样板等。机床刚性好、精度高、可靠性强、操作方便、造型美观，广泛用于机床精密箱体、航空航天航发零件、变速箱体、阀体、模具等复杂零件高精度加工，是机床工作母机、军工、航空、航发、航天、船舶、交通、能源、汽车等机械制造业高精度零件加工理想设备。用于航空、航天等领域中铝合金、钛合金、复合材料的加工，具有工艺适用范围广，主要对各种结构件、盘类件、壳体件等多品种精密零件加工，可以实现工件在一次装夹后，达到精密、高效率的完成铣削平面、台阶、沟槽、复杂型面、腔体及各种孔的钻、铰、刚性攻丝等多种工序的加工效果。

目前，在国内仅有通用技术集团昆明机床股份有限公司生产卧式坐标镗床。该产品精度指标高，性能稳定，具有较强的市场竞争力，可满足客户对精密箱体类零件的加工需求，实现高档数控机床的国产化替代，解决卡脖子短板装备问题，对我国国防战略安全起到积极作用，具有广阔的市场前景。□

YK8150数控刮齿机的研发与应用

宜昌长机科技有限责任公司

YK8150数控刮齿机是一款集高效率、高精度、高自动化于一体的绿色环保型刮齿机床，加工优势明显，特别适用于汽车、机器人、航空航天、工程机械等行业中小型内外圆柱齿轮的切削加工，可实现直齿、斜齿、鼓形齿、锥度齿、多联齿一次装夹加工。机床采用西门子840Dsl数控系统，可实现六轴四联动，具备刀具自动对中、人机界面、刀具自动保护、多轴同步等功能。



按比例高速旋转，一方面可以加工出所需的齿面形状，另一方面在加工的同时，实现了分度，大大提高了加工效率。本技术有效地解决了传统齿轮加工工艺加工非贯通、无退刀槽结构形式内齿圈困难的问题，同时，为齿轮加工领域提出了一种全新概念的齿轮加工工艺。在技术开发过程中成功申报了一项外观设计专利“刮齿机防护罩”（专利授权号：ZL202230710568.8）。

一、机床技术特点

- (1) 高效率：刮齿加工效率是插齿的3~5倍以上。
- (2) 高精度：双主轴力矩电机直驱，加工精度比滚、铣、插齿更高。
- (3) 高刚性：径向、切向进给轴采用镶钢导轨和滚动体消除技术。
- (4) 高可靠性：具备断电回退功能，避免刀具意外损坏。
- (5) 绿色环保：刮齿可以采用高速干式切削，不使用切削液。
- (6) 高柔性：能够加工各种角度的螺旋齿轮以及对齿形和齿向修正等。
- (7) 加工方式先进：能够加工非贯通、无退刀槽内齿。
- (8) 刀具主轴具备中心孔内冷功能，充分润滑刀具，提高刀具寿命。
- (9) 刀具主轴具备自动拉刀功能，可实现粗精组合加工。

二、机床结构特点

- (1) 机床采用纵向布局，由床身、立柱、工作台、滑座、刀架等主要部件组成，可实现六轴四联动。
- (2) 刀具回转主轴和工件回转主轴均采用大扭矩力矩电机直驱技术，回转精度高。
- (3) 机床直线进给轴采用镶钢导轨和高精度重载直线导轨，具有很高的动、静刚性。
- (4) 软件功能强大，具备刀具自动对中、人机界面、刀具自动保护、多轴同步等功能。
- (5) 机床调整方便，能够加工各种内齿、外齿、鼓形齿、锥度齿以及不同螺旋角的斜齿。

三、技术创新点

1. 高速旋分内外齿轮加工技术

本加工技术通过刀具轴、工件轴

2. 沿齿轮齿形方向切齿加工技术

高速旋分刮齿采用滚、插为一体的切削方式来加工内外圆柱齿轮，在切齿加工过程中，切齿刀具既相当于滚刀又相当于插齿刀，将滚齿和插齿运动相结合来切齿，加工时，切屑主要从齿线方向排出，刀具的形状与插齿刀类似但齿形不一样。当工件为直齿时，刀具应为斜齿；当工件为斜齿时，刀具一般为直齿。在技术开发过程中成功申报了一项发明专利“一种薄壁内齿轮加工的高精度定位装夹工装及方法”（专利授权号：ZL202110217694.4）。

3. 一种具有自动锁紧、自动调心、可导向多功能的导轨装置

为满足刮齿机床的高精高效需求，本机床刀架体导轨采用一种具有

自动锁紧、自动调心、可导向多功能的导轨装置，以减小导轨空间尺寸，同时保证机构稳定可靠。传统的导轨结构一般需要单独设计导向机构和锁紧机构两种机构，而且导向机构无法调整角度。本机构结构紧凑，将自动锁紧、自动调心、可导向多种功能整合在一起，可增强抗振性能，减轻车削纹路，降低装配工人劳动强度。

4. 六轴四联动高速旋分精密刮齿加工集成化可配置数字平台

为实现刮齿加工，本机自主研发专用加工软件，包括齿向补偿、刀具自动对中、人机界面、刀具自动保护、多轴同步等功能。

(1) 齿向补偿功能：当机床立柱的正向、侧向精度下降，可以通过电气补偿，实现精度的恢复。

(2) 刀具自动对中功能：加工过程中，要求刀具中心与工件中心的连线，与立柱进给方向平行，只需输入刀具参数，通过程序自动计算，直接调整到需要位置。

(3) 人机界面：通过界面输入加工参数，改变宏变量，自动调用加工程序，实现不同零件的加工。

(4) 多轴同步功能：通过数控系统精确控制，严格保证刀具回转主轴和工件回转主轴以一定的速比同时高速旋转，同步精度高，有效保证齿轮的加工精度。

在技术开发过程中成功申报了两项发明专利“一种圆环型零件自动找正装夹装置及方法”（专利授权号：ZL202110217694.4）、“一种用于齿轮轴加工的相位控制装置及方法”（专利授权号：ZL202111021851.0）。

四、技术先进性

1. 高速旋分刮齿技术

用高速旋分的切削方式来加工内外圆柱齿轮，在加工过程中，刮齿刀

具既相当于滚刀又相当于插齿刀，其切削方式为工件和刀具以一定的速比连续高速旋转，刀具相对于工件有一轴交角且和工件各自绕自身轴线转动以形成展成运动，刀具沿轴向连续进给完成全齿宽加工，刀具轴向进给时破坏了刀具与工件的正确啮合关系，需通过刀具或工件在原有转动基础上附加转动，以保证加工齿形的正确。本技术关键在于保证两个数控回转轴的回转精度、两个数控直线进给轴的定位精度以及刮齿程序的研究，重点解决了高速切削时两个数控回转轴同步性要求高以及两个回转轴与两个直线轴进行四轴联动的难题。

2. 回转轴直驱技术

传统的机械传动发展到今天已经接近极致，主要遇到以下三个瓶颈：速度瓶颈、精度瓶颈、成本瓶颈，而直驱技术能够很好地突破这些瓶颈。本技术关键在于主轴与电机转子的过盈配合量应合理确定；支承轴承的合理选用与配置；主轴冷却系统；主轴单元的动平衡等，以满足机床高速、高精加工的需要。

3. 刮齿刀具结构性能优化设计

刮齿刀是影响加工精度最重要的因素之一，根据齿轮啮合的基本条件，刮齿刀的模数和齿形角应与工件相同。设计刮齿刀需要综合考虑加工质量、刀具耐用度和刀具强度等方面因素，进行刮齿刀结构、齿廓修形、参数优化等方面内容的研究是本技术的关键。

4. 高速联动高精度机床控制技术

在刮齿加工过程中，刀具相对于工件有一轴交角且和工件各自绕自身轴线以一定的速比高速转动，以形成展成运动，同时刀具沿工件轴向走刀以切出工件的全长，一个循环结束后刀具沿工件径向走刀以切出工件的全

齿深。工件沿轴向连续进给完成全齿宽加工，破坏了刀具与工件的正确啮合关系，此时需通过刀具或工件在原有转动基础上附加转动，以保证加工齿形的正确。如何保证两个回转轴和两个直线轴在高速下仍然具有很高的联动精度是本技术的关键所在。

五、应用效果及产业化前景

YK8150数控刮齿机的最大加工直径500mm，最大加工模数8mm，工作台面直径600mm，刀具主轴最高转速2200r/min，最大加工螺旋角度45°，加工精度可达GB5级，平均无故障时间MTBF大于2000小时。与国外同类机床相比，其在机床规格、性能参数、加工效率、加工精度和可靠性等方面相当，达到国际先进技术水平。

本机床主要应用于汽车、机器人、航空航天、工程机械等行业中小型内外圆柱齿轮的切削加工，可实现直齿、斜齿、鼓形齿、锥度齿、多联齿一次装夹加工，能够解决传统齿轮加工方式无法加工非贯通、无退刀槽内齿的难题，刀具切削速度可达300m/min，加工精度可达GB5级，还可采用高速干式切削，做到在停止使用切削液的同时，保证高效率、高质量、高的刀具耐用度以及切削过程的高可靠性，用户工件加工质量稳定可靠。

本产品的开发将满足汽车、机器人、航空、航天、风能等制造业对高效刮齿设备的迫切需求，解决这些行业加工效率低的难题，使国产齿轮加工效率提高3~5倍以上，同时可优化齿轮市场供货种类，实现刮齿工艺的普遍应用，优化相关产品设计结构，提高自主创新能力和国际竞争力，使其产品快速跻身国际市场，有效促进了这些应用领域行业的快速发展。□

2024年1~9月工具进出口海关数据分析

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秘书处收集和整理了2024年1~9月工具（刀具、量具、量仪）进出口海关数据，并进行了计算和分析，供行业参考。

2024年1~9月刀具出口额189.87亿元，同比增长11.64%，进口额63.58亿元，同比下降1.88%，量具和量仪出口额15.65亿元，同比增长12.54%。其中，量具出口额11.17亿元，同比增长7.36%；量仪出口额4.48亿元，同比增长27.93%。量具和量仪进口额9.84亿元，同比下降16.39%。其中，量具进口1.92亿元，同比下降35.39%；量仪进口7.92亿元，同比下降9.96%。

1. 刀具进出口分析

2024年1~9月，刀具出口额189.87亿元，同比增长11.64%，刀具进口额63.58亿元，同比下降1.88%。出口额是进口额的2.99倍，出口增长较大，进口微量下降。

2024年1~9月刀具出口主要品种及金额分别是：钻头（65.23亿元）、圆锯片（33.61亿元）、互换工具（22.03亿元）、刀片（21.87亿元）、铣刀（17.07亿元）、攻丝工

具（7.95亿元）、超硬孔加工刀具（5.32亿元）、超硬互换工具（4.02亿元）、双金属带锯条（3.89亿元）。

大部分刀具品种出口同比增长。其中，钻头同比增长18.21%，其他铣削工具同比增长18.3%，超硬材料制工作部件的镗孔或铰孔工具同比增长17.16%，其他材料制工作部件的未列名可互换工具同比增长14.33%，涂层刀片同比增长5.6%，非涂层刀片同比增长6.60%，但丝锥同比下降4.14%。

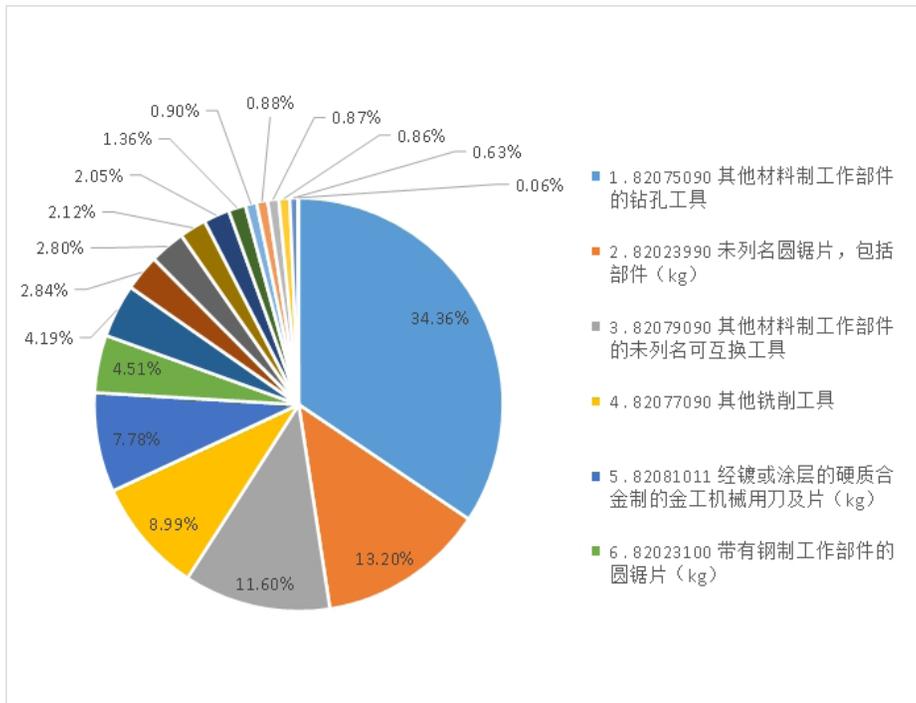


图1 2024年1~9月刀具出口分类

2024年1~9月进口刀具的主要品种及金额分别是：刀片（28.4亿元）、钻头（8.24亿元）、铣刀（7.09亿元）、攻丝工具（6.19亿元）、互换工具（3.72亿

元)、超硬互换工具(1.85亿元)、镗铰刀(1.63亿元)。

涂层刀片进口同比增长2.74%，非涂层刀片进口同比下降12.08%。

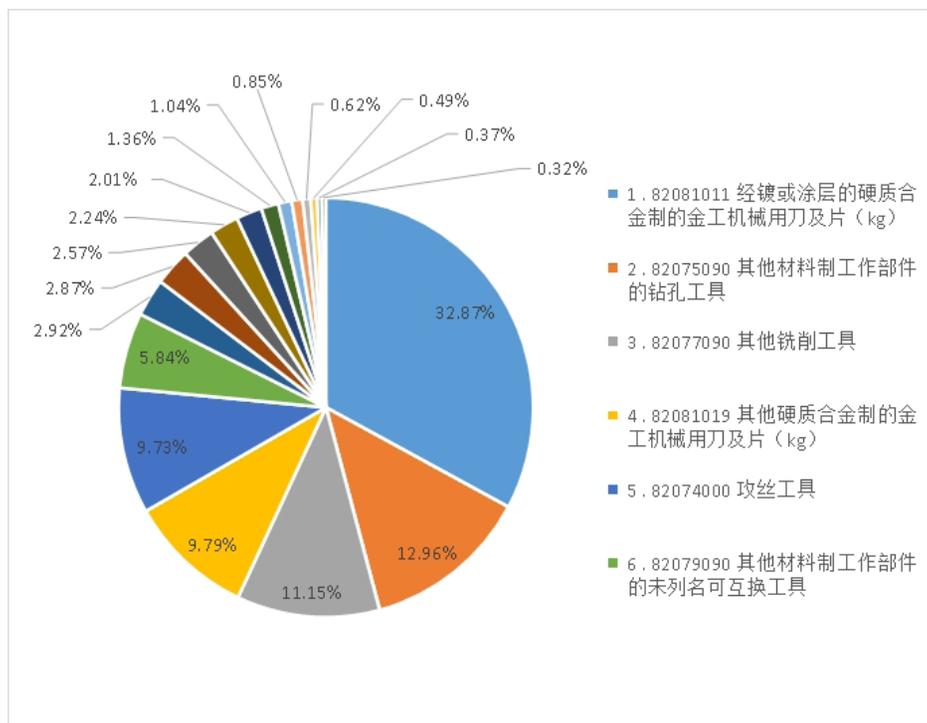


图2 2024年1~9月进口刀具分类

2024年1~9月硬质合金刀片进出口方面，进口额(27.13亿元)是出口额(20.17亿元)的1.34倍。进出口刀片金额之比进一步缩小，涂层硬质合金刀片出口额同比增长5.6%，而进口额同比增长2.74%，出口持续增长，进口继续增长。非涂层硬质合金刀片出口额同比增长6.6%，而进口额同比下降12.08%，出口增长，进口下降。

涂层刀片进口来源地主要有日本、瑞典、德国、以色列、印度、美国、韩国。非涂层刀片进口来源地主要有日本、德国、韩国、泰国、中国台湾、卢森堡、美国。

涂层刀片出口目的地主要是俄罗斯、印度、德国、美国、土耳其、韩国、新加坡。非涂层刀片出口目的地主要是俄罗斯、美国、印度、德国、日本、墨西哥、新加坡。

2024年1~9月，刀具出口品种中，钻头出口量最大，出口目的地主要有美国、德国、俄罗斯、荷兰、韩国、印度、英国等。

刀具进出口单价方面，比较相同商品编码产品，进口刀具价格远高于出口价格。例如：涂层刀片的进口平均价格约为出口平均价格的2.96倍，未涂层刀片为4.28倍，丝锥为8.79倍。出口单价变化较大的刀具品种有：铣刀单价同比下降1.59%，钻头单价同比增长2.99%，丝锥单价同比下降8.65%，双金属带锯条单价同比下降8.86%，涂层刀片单价同比下降2.96%，非涂层刀片单价同比增长0.78%。

2. 量具和量仪进出口分析

2024年1~9月，量具和量仪出口额15.65亿元，同比增长12.54%。其中，量具(千分尺、卡尺及量规)出口额11.17亿元，同比增长7.36%；量仪(坐标测量仪、轮廓投影仪)出口额4.48亿元，同比增长27.93%。

2024年1~9月，量具和量仪进口额9.84亿元，同比下降16.39%。其中，量具进口1.92亿元，同比下降35.39%，量仪(坐标测量仪、轮廓投影仪)进口7.92亿元，同比下降9.96%。

2024年1~9月，千分尺、卡尺及量规出口目的地主要有美国、俄罗斯、德国、新加坡、印度、西班牙、马来西亚等。

量具和量仪进出口单价方面，比较相同商品编码产品，进口量具和量仪价格远高于出口价格。

量具出口额(11.17亿元)远大于进口额(1.92亿元)，量仪出口额(4.48亿元)远小于进口额(7.92亿元)。量具和量仪出口大幅增长，进口大幅下降。□

【附加说明】海关数据是根据海关进出口商品编码进行分类，与行业习惯分类不完全一致。所述产品可能未完全包括所有的工具产品，也可能包括了不属于工具行业的产品。在计算产品单价时，圆锯片、刀片、带锯条的单位采用公斤(kg)，其它类产品以件为单位。

UCIMU: 2024年意大利机床行业大幅下滑 2025年缓慢增长

意大利机床协会

对于意大利机床、机器人和自动化系统制造商而言，2024年几乎所有经济指标均大幅下滑。尽管2025年不会特别乐观，但预计将出现温和的趋势反转。

这是意大利机床、机器人和自动化系统制造商协会（UCIMU-SISTEMI PER PRODURRE）主席Riccardo Rosa在年终新闻发布会上简要说明的情况。

根据UCIMU研究与商业文化中心提供的初步数据，2024年生产额为67.45亿欧元，比上年下降11.4%。

下降主要归因于制造商在国内市场的交付量急剧萎缩，交付额仅为22.55亿欧元，比2023年减少33.5%。这一现象反映出意大利用户的投资意愿较低。

这种疲软表现也体现在家庭消费上，消费额暴跌34.8%，至37.95亿欧元。这一趋势同样影响了进口表现，进口额下降36.5%，至15.4亿欧元。

与之不同的是，意大利制造商在国外市场的表现较为出色，出口额增长6.3%，达到44.9亿欧元，创历史新高。

根据UCIMU对意大利国家统计局（ISTAT）数据的分析，2024年1月至8月（最新可用数据）期间，意大利机床行业的主要出口市场包括：美国（4.19亿欧元，+17.8%）、德国（2.43亿欧元，+12.3%）、中国（1.38亿欧元，-15.3%）、印度（1.32亿欧元，+100%）、法国（1.25亿欧元，-9.3%）。出口/生产比上升至66.6%。

2025年预测

2025年的结果预计将回归正增长，但增幅非常有限。根据UCIMU研究与商业文化中心的预测，2025年生产额将再次增长，达到69.4亿欧元（比2024年增长2.9%）。

这一结果应归功于出口的良好表现，出口额预计保持稳定（+0.3%），达到45.05亿欧元（再创新高），以及受到国内需求回暖的推动，意大利制造商交付量的温和复苏，交付额预计增长8%，达到24.35亿欧元。



意大利机床、机器人和自动化系统的消费额预计将增至40.7亿欧元，比2024年增长7.2%。进口也将受益于国内需求（虽较弱）的复苏，进口额预计增长6.2%，达到16.35亿欧元。出口/生产比预计将略降至64.9%。

Riccardo Rosa的评论

Riccardo Rosa表示：“2024年可以说是‘完全失去的一年’，意大利机床行业试图通过海外活动挽救局面，但未能成功。我们的研究部门不得不再次下调9月的预测，这反映出企业面临的困难。”

“今年再次证明了意大利制造商迅速调整业务方向的能力，尤其是在美国市场，我们多年来表现良好。然而，新一届美国政府可能实施新的关税政策，这一风险令我们对国际化活动必须更加谨慎。”

“此外，最近成立的墨西哥意大利推广办公室，为UCIMU和Amoplast会员公司提供支持，以帮助它们了解并渗透相关市场，特别是在中美洲和北美地区。”

“然而，意大利制造商的最大问题仍是国内市场。国内市场在快速消费后难以复苏，这也与政府宣布但尚未实施的‘过渡5.0’政策的调整和简化存在拖延有关。”

Rosa总结道：“制造系统是社会福祉的重要组成部分。我们呼吁政府从2026年起制定新的工业政策，支持企业发展。” □

AFM集群发布工业数字营销白皮书

西班牙AFM（先进制造技术协会）官网

AFM集群是西班牙的先进制造业集群，近日正式发布了《工业数字营销白皮书》，该文件由AFM集群与蒙德拉贡大学合作完成。此白皮书旨在为行业内的企业提供一份实用指南，以优化其数字化战略，提升市场定位，并在日益竞争激烈的工业环境中推动销售增长。

基于行业战略挑战而诞生的文件

《工业数字营销白皮书》是对AFM集群2022-2025年战略挑战的回应。其中，数字化转型尤为突出，不仅包括技术方面，还涵盖数字营销领域。这一战略方向旨在推动数字工具的使用，帮助成员企业提高竞争力并加强其在全球市场中的影响力。

在设计过程中，该文件针对工业行业营销中的特定挑战做出了响应。工业产品的复杂性、高昂成本，以及在资源有限的情况下进行营销时需要高效的部门协调，都是白皮书试图解决的难题之一。

转型数字营销的实用内容

白皮书确定了九个关键行动领域，包括品牌建设、内容营销、社交媒体、SEO和PPC、电子邮件营销、以及网站测量与优化等。这些内容被划分为战略设计、执行和持续改进三



个章节，为企业提供了实施数字战略的结构化框架。

此外，AFM集群已为行业内的企业进行超过130次免费诊断，评估其数字营销能力并提供个性化建议。这一努力不仅收集了行业的主要需求和挑战信息，还将其转化为实用建议和成功案例，编入白皮书中，帮助企业更容易获得关键工具、应用程序和供应商，以便实施更高效的数字战略。

主要结论

白皮书的主要结论包括：

- (1) 避免组织孤岛，鼓励营销和销售部门之间的协作，以对齐战略目标。
- (2) 优先考虑战略领域，分阶段应对挑战以最大化影响力。
- (3) 实施持续改进，遵循规划、执行、测量和学习的循环。
- (4) 依赖专家意见并接受最新趋势的培训，以选择最适合的工具。

白皮书可通过AFM集群网站免费获取，感兴趣的企业在填写一份简短问卷后，即可获得文件和个性化的数字营销诊断。

迈向数字化的一步

通过发布这份白皮书，AFM集群巩固了其在支持先进制造业领域数字化转型方面的领导地位。这一努力旨在为企业提供应对当前挑战、在动态且充满挑战的全球市场中占据一席之地所需的工具。该举措不仅强调了数字营销在工业背景下的重要性，还展示了AFM集群在推动经济增长和创新方面的承诺。□

2023年机床行业部分上市公司海外营收盘点

通用技术集团机床工程研究院 陈洪军

一、引言

伴随全球制造业分工的变化，国内机床制造企业深入融入“一带一路”国家地区，积极开拓海外市场，取得了骄人的销售业绩。根据近期陆续发布的年报，初步整理相关资料以飨读者。

2023年是“一带一路”倡议提出10周年，随着倡议的深入推进，国际市场的变化为机床产业带来了新机遇，机床制造企业深度融入“一带一路”建设，搭乘发展的快车，积极参与国际市场竞争，拓展海外市场，提升国际竞争力，实现了互利共赢发展。

二、开拓海外市场的源起

改革开放初期，国家面临外汇短缺、受亚洲金融危机冲击等系列问题，为此急需扩大出口为国家创汇，以带动经济发展。1985年国务院制定了鼓励扩大机电产品出口的128号文件后，机床产品出口呈现持续、稳定、快速增长的态势，以当时的济南第一机床厂、沈阳第一机床厂、云南机床厂等为代表的国有机床企业，积极响应国家号召，开展“出口创汇”

为国民经济发展做贡献，出口的产品绝大多数为普通车床、专用机床。1983-1984年，南京第一机床厂与德国特劳伯公司合作，消化吸收国际先进技术，生产出当时世界一流水平的TND360型数控车床，返销德国316台，为国家创汇1000万马克，1989年创汇1002万美元，比原计划的500万美元翻了一番，成为行业中水平最高、外销最多的企业。



1988年，沈阳第一机床厂成为车床行业第一个获得进出口自营权的企业，当年实现出口创汇1004.5万美元；1996年，工厂出口到瑞典的数控活塞环车床单台价格达46万美元，在车床行业历年来的单台出口价中名列第一。到1997年为止，工厂已连续十年创汇超千万美元，被列为国家级机电产品出口基地企业。



云南机床厂于1991年获得自营出口权，1993年至2000年产品出口创汇保持在800~1300万美元之间，曾被誉为中国车床行业“金牌出口基地”。从1984年开始，宝鸡机床厂连续五年被评为陕西省出口创汇先进企业，1990年年产车床882台、出口创汇280万美元；1998年年机床产量1668台，出口创汇536万美元，其中自营出口创汇343万美元。

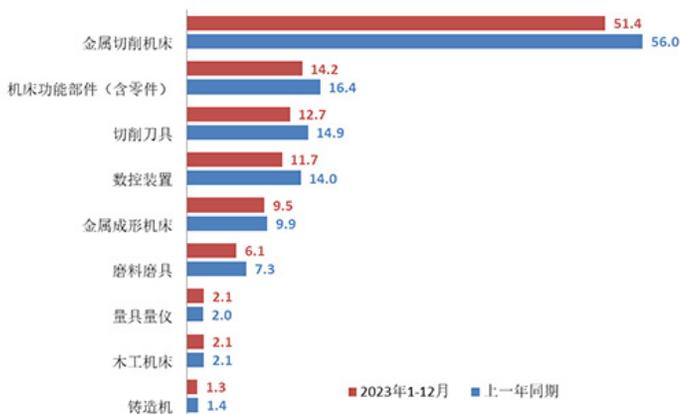


三、2023机床出口发展概述

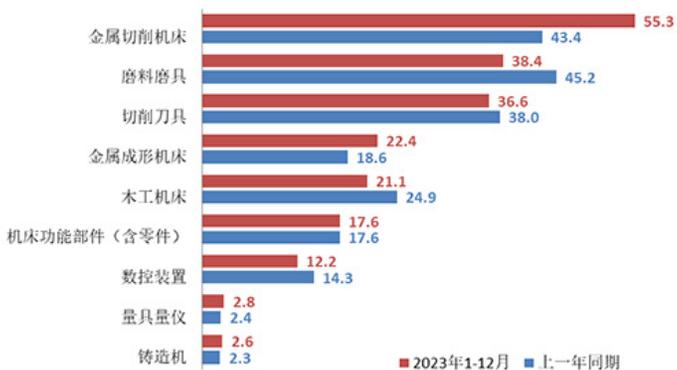
2023年中国机床工具行业进出

口总体小幅下降，其中进口明显下降，出口略有增长。根据海关数据，2023年1-12月，机床工具行业出口209亿美元，同比增长1.2%。其中金属切削机床在机床工具出口额中居首位。与上年同期相比，金属切削机床、金属成形机床、量具量仪和铸造机的出口额增长，其他商品的出口额均有所下降。

2023年1-12月，金属加工机床总体延续进口下降，出口增长的趋势，出口额77.8亿美元，同比增长25.4%。其中，金属切削机床出口额55.3亿美元，同比增长27.6%；金属成形机床出口额22.4亿美元，同比增长20.4%。



机床工具产品累计进口情况(亿美元)



机床工具产品累计出口情况(亿美元)

四、2023机床企业海外探索

根据上市公司年报，初步整理部分国内机床行业上市企业2023年海外市场发展情况如下。受知识结构限制，本文以金切机床制造企业为主要论述对象，排名不分先后。

1.海天精工海外收入近6亿元

宁波海天精工股份有限公司从2013年开始涉足海外业务，瞄准发展中国家新兴市场。目前公司已在香港、马

来西亚、土耳其、墨西哥、越南、泰国、新加坡等地设立子公司负责海外销售。2023年实现营业收入32.23亿元、同比增长4.6%，归母净利润6.1亿元、同比增长17.1%；其中海外收入5.94亿元、同比增长76.1%，毛利率39.29%、同比增长3.34个百分点；其海外收入已占收入总额的18.4%。



海天精工在2023年德国汉诺威欧洲机床展上首次展示其VMC850 II系列立加、HTC200 II x 560数控车、GUe6 II PLUS龙门立式加工中心，目标是进军欧洲市场。

2023年9月，海天精工土耳其应用中心正式落成，中心位于盖布泽工业区，建筑面积近1000平方米，集机器展示、配件仓储、主轴维修、客户培训等功能设施于一体。一楼展示中心目前展出了VMC1000 II立式加工中心、HTC200 II数控车床、V-180钻攻机等热销机型。



2.纽威数控海外收入突破7亿元

纽威数控装备(苏州)股份有限公司已在美国、荷兰、意大利、新加坡、迪拜、尼日利亚建立子公司/分公司，建立了完善的海外销售网络。2023年实现营业收入23.21亿元、同比增长25.8%，归母净利润3.18亿元、同比增长21.1%；其中海外收入7.05亿元、同比增长113%，毛利率31.35%、同比增长3.6个百分点；海外营收占比从2022年的17.9%提升至2023年的30.4%。2018~2027年，公司海外

收入自0.81亿元增长至7亿元。

3. 秦川机床海外收入突破2亿元

近年来，秦川机床工具集团股份公司推进多种形式的对外合作，相继在韩国、越南、南非等地设立海外营销服务中心，组团在美国、德国、日本、土耳其、巴西、墨西哥等国家参加展会，扩大企业品牌知名度。2023年实现营业收入37.61亿元、同比减少8.3%，归母净利润0.52亿元、同比减少81%；其中海外收入2.84亿元、同比增长13.8%。早在上世纪90年代初，下属企业宝鸡机床就取得了外贸出口自营权，建立了以中欧、东南亚、北美洲三大板块为主体的辐射全球的销售网络和售后服务体系。2023年12月，“宝鸡机床海外服务培训中心”揭牌仪式在宝鸡职业技术学院举行。校企双方在多层次、多领域深化合作搭建更广阔的平台，为国际市场开拓培养更多人才，为宝鸡机床的海外业务发展注入动力。



4. 创世纪海外营收同比增长75%

广东创世纪智能装备集团股份有限公司积极开拓海外市场，2023年实现营业收入35.29亿元、同比减少22%，归母净利润1.94亿元、同比减少42%，海外收入1.45亿元、同比增长75%，毛利率24.41%、同比减少11.5%。公司推进在越南和墨西哥建立营销中心和生产基地，开拓东南亚和北美等海外市场，提升公司产品在全球范围内的知名度，打造民族优秀品牌。通过开拓海外市场，创造新的业绩增长点。



5. 海德曼海外营收同比增长508%

浙江海德曼智能装备股份有限公司2008年进军海外

市场，公司海外市场主要以欧洲、东南亚、中东为主，目前已在欧洲等建立销售网点，以销售T系列数控车为主。2023年实现营业收入6.64亿元、同比增长5.2%，归母净利润2944万元、同比减少50.7%，其中海外收入1.19亿元、同比增长508.5%，毛利率35.85%、同比减少5.6个百分点，其海外收入已占收入总额的18%；外贸市场将成为公司业绩增长的重要一极，未来海外订单预计将进一步增长。



6. 科德数控海外订单增长155%

科德数控股份有限公司2022年起拓展海外销售渠道，聚焦海外市场对高端机床的需求。主营业务为五轴联动数控机床、数控系统、功能部件以及自动化产线。2023年公司实现营业收入4.52亿元、同比增长43.4%；归母净利润1.02亿元、同比增长69%；根据相关报道，2023年前三季度新增订单同比增长约90%，其中海外新增订单同比增长约155%，电主轴产品也实现了出口。



7. 亚威股份海外收入突破4亿元

江苏亚威机床股份有限公司主营业务为金属成形机床、激光加工设备、智能制造解决方案三大业务板块。2023年公司营业总收入19.28亿元，同比增长5.35%；归母净利润9885.45万元，同比增长1221.51%；其中海外收入4.35亿元、同比增长10%，毛利率31.81%、同比增长6.1%，其海外收入已占收入总额的22.6%。公司积极拓展代理渠道，开拓重点区域市场，加大新产品海外推广力度，冲割复合机、四边折边机、伺服压力机等新产品在多个国家实现销售突破，销量稳步上升。



8. 国盛智科实现出口产品结构调整

南通国盛智能科技集团2023年实现营业收入11.04亿元、同比减少5%，归母净利润1.43亿元、同比减少23%，其中海外收入4489.5万元、同比减少50.5%，毛利率39.08%、同比增长2.86个百分点，公司积极拓展新市场，加快布局新赛道，升级外销平台和扩充外销团队。2023年虽然海外收入降低，但实现了产品结构调整、数控机床海外业务实现新增长，国外地区销售以数控机床为主，而2022年国外地区销售以精密钣焊件为主、同比增长了88%。



五、上市公司的海外收入

附表汇总了以上8家公司2023年的收入、利润及海外收入情况。

2023年重点机床行业上市公司海外收入一览表

单位：亿元 %

序号	单位	收入		归母公司利润		海外收入		
		数值	同比	数值	同比	数值	同比	占收入比
1	海天精工	32.23	4.6	6.1	17.1	5.94	76.1	18.4
2	纽威数控	23.21	25.8	3.18	21.1	7.05	113	30.4
3	秦川机床	37.61	-8.3	0.52	-81	2.84	13.8	7.6
4	创世纪	35.29	-22	1.94	-42	1.45	75	4.1
5	浙海德曼	6.64	5.2	0.29	-50.7	1.19	508.5	17.9
6	科德数控	4.52	43.4	1.02	69	前三季度海外订单+155		
7	亚威股份	19.28	5.4	0.99	1221.51	4.35	10	22.6
8	国盛智科	11.04	-5	4.43	-23	0.45	-50.5	4.1

以上8家上市公司中，按照2023年收入规模排位前三的是：秦川机床、创世纪、海天精工；按照海外收入规模排位前三的是：纽威数控、海天精工、亚威股份；按照海外收入增幅排位前三的是：海德曼、纽威数控、海天精工。可见，2023年部分机床企业开拓海外取得了骄人的销售业绩，海外市场已成为机床企业发展的重要战略方向。

六、结论

古丝绸之路促进了商品大流通，宝船、商队为沿线国家带去了丝绸、茶叶、瓷器及其他商品；也从西方带来了珍稀动物、植物、药材、珠宝，驼铃声声丰富了各国人民的日常生活；四大发明、丝织工艺、漆器通过丝绸之路传遍世界各地，它促进了人类世界文明的进程。

对比德国、日本、美国、欧盟等机床制造强国，我国机床产业虽然在技术水平、研发能力等层面上有着差距；但受地缘政治、全球制造业分工，“一带一路”上的发展中国家对于机床的需求与日俱增，对我国金切机床的需求量也越来越大。随着“一带一路”的发展，正如世界机床需要中国市场，中国机床也需要更广阔的国际市场，世界上会有越来越多的国家地区用上性能良好、服务周到的国产高性价比数控机床，相信中国机床企业海外发展会越来越越好！□

资讯

日本机床行业的现状及展望

日本机床订单从2021年2月开始迅速恢复，并持续上升，于2022年3月达到1.6万亿日元的峰值。此后，订单逐渐下降，2024年8月跌至1万亿日元。

机床作为需要资本投资的设备，不可避免地受到更新换代采购和经济周期波动的影响。目前日本机床70%的订单来自海外，主要集中在北美地区和中国市场。从9月份的统计数据来看，日本国内的销售额增长了30%左右。

对于未来市场，半导体制造设备领域目前仍处于观望局面，汽车型号变化的趋势也尚未真正开始。人工智能相关主题在半导体制造设备的商务谈判中日益凸显，预计电子产

品、汽车和数字化转型相关领域将扩大。汽车行业方面，电动汽车发展政策犹豫、金融走势、欧洲经济不景气、中东局势等风险因素显现，导致资本投资谨慎态度有所加强。

预计中国将着眼于全球市场，继续在汽车相关领域积极投资，很多企业将继续在模具、通信设备等工业机械以及汽车零部件制造领域进行大规模投资。中国政府以旧换新等相关政策的效应会持续。

在北美，有很多金属制品的加工车间，从芝加哥IMTS2024展上可以看出，商业谈判变得更加活跃，看好未来前景。

深槽加工数控立式内拉床的品控管理

浙江畅尔智能装备股份有限公司 胡春美 罗静 孙元应 李静雅 陈思利

浙江畅尔智能装备股份有限公司自主研发的“深槽加工数控立式内拉床”（见图1），可用于超过常规键槽深度 ≥ 10 倍的深槽精密加工，如空调压缩机气缸等核心部件的加工，突破了国内深槽加工的“卡脖子”技术。该产品拥有3项授权发明专利和4项实用新型专利。其核心技术自主可控，已获评浙江省装备制造业重点领域首台（套）产品、浙江省先进（未来）技术创新成果、浙江机械工业科学技术奖二等奖。



图1 深槽加工数控立式内拉床实物图

产品对标国际先进产品，执行严格的开发测试及检验验证流程，具有拉削速度快、精度高、可靠性强等特点，加工节拍 ≤ 30 秒循环，10秒/件，工件表面粗糙度可达 $Ra0.8\mu m$ ，技术水平达到国内领先，关键指标达到国际先进。

1. 企业质量管理体系运行情况

浙江畅尔智能装备股份有限公司自2010年起，公司努力构建全面的质量管理文件体系，覆盖从市场调研、产品设计、工艺规划、零部件采购加工到装配检测及售后的全生命周期，各环节均有明确的控制程序，实现了全过程质量的精细化管理与可追溯性。企业各部门严格遵循ISO

9001质量管理体系，现行的2015版已深度融入生产运营各个环节，并每年定期接受外部专家监督审核，确保体系的有效性与适应性，保证了产品质量。

（1）设计开发阶段的质量控制

产品设计开发严格执行策划、输入、输出、评审、验证等环节的控制，确保产品从构思到成型的高质量转化。

首先，成立“LG5710DS数控深槽加工立式内拉床”研发项目组，项目组进行了广泛而深入的调研，综合考虑用户需求、市场动态、行业趋势、同类产品优缺点、标准规范以及相关专利和工艺方法等多方面因素。通过数据推导和计算，对创新原理的可行性进行定量佐证，确保产品设计方向的科学性和前瞻性，在可行性评审通过后，依据既定的新产品开发流程，全面深入推进设计开发工作。

其次，在规划制定具体技术路线后，借助Solidworks专业研发软件，有序开展工艺设计、机床结构设计、工装夹具部件设计、系统开发以及数字样机设计等工作，将整个研发过程划分为多个模块和阶段。在研发进程中，运用PDM产品研发数据管理系统，有效组织和管理设计数据，确保数据的有序性，强化各模块之间的关联性，促进各阶段之间的信息交互和反馈，从而形成一个有机整体，从源头上为产品开发质量提供坚实保障。

再次，依托企业国家级博士后平台，运用HYPERWORKS软件对机床各部组进行静力和约束模态仿真分析，依据分析结果，优化机床结构，并进行二次设计，反复迭代，直至结构设计满足预定的设计要求。同时，采用ifm振动采集传感器和测试系统采集产品振动加速度信号，结合MATLAB软件对采集到的数据进行处理、分析，从而查找潜在的质量问题和故障隐患，基于这些分析结果，提出切实可行的产品优化改进建议，确保产品在性能上保持稳定可靠。

最后，组织整机评审分析。公司召集技术、生产、质量、销售、采购等专业人员对整机方案进行全方位评估，

从机床构型的合理性、参数选取的科学性、关键技术先进性、性能指标的优越性、刀具刀杆工艺的创新性到图纸的规范性等多个维度进行考评。同时，结合产品性能质量及标准执行情况，从不同专业视角对新产品提供合理意见。项目组根据评审意见，对设计进行持续优化，在技术工艺图纸管控方面，建立自检、互检和审核的程序，确保出图准确性，为产品的精准制造奠定坚实基础。

(2) 工艺阶段的质量控制

为确保工艺可行性，组织工艺科人员对关键部件加工工艺以及装配工艺开展评审分析。基于此，编制工艺文件，明确检验标准，并依据加工过程中遇到的问题进行优化调整，从而实现对工艺质量严格把控。该机床在工艺方面具备以下创新方法：

a) 仿蜂窝状床身加工工艺

鉴于键槽深度超过常规键槽深度 ≥ 10 倍的这一独特加工工艺特性，机床采用的拉刀细长、拉削行程超长、床身高度超高，又要满足三工位同时拉削，为此，设计采用了工件移动式、三工位、高宽型机床结构。作为机床的主要重大结构件，床身采用仿生蜂窝状结构制造工艺，其肋板设计为蜂窝形式，内腔构建格子状，从而形成众多小腔体，纵横筋选用型材，共同构成坚固的龙骨框架，在龙骨框架内焊接薄型钢板，最终形成多边(通常为六边形)棱型结构。这种独特的蜂窝状结构能够有效改变振动频率，显著增强床身的抗振性能。

b) 细长刀杆刀具加工工艺、热处理及制造工艺

针对零件狭长沟槽的加工位置及精度要求，突破常规键槽拉刀设计思路，采用刀杆与刀片分离式设计，将刀片精准安装于刀杆之上，由此形成了细长刀具。在刀杆的研发过程中，通过对选材、加工工艺、热处理工艺及制造工艺等多方面进行深入攻关，创新选用高硬度、高耐磨性和高耐热性的优质材料，运用精密加工工艺，确保刀杆直线度 $\leq 0.01\text{mm}$ ，同时严格控制刀片安装槽直线度 $\leq 0.01\text{mm}$ ，有力保障了加工精度，满足了深槽加工对刀具高精度的严苛要求。

(3) 装配阶段的质量控制

针对装配过程中的关键环节，制定了装配过程关键控制卡，并配套制定相应的装配关键点记录卡。设计人员和工艺人员全程紧密跟踪装配作业，严格依照装配工艺卡的要求执行装配操作。在装配完成后，严格按照《合格证明书》所规定的要求，对机床各项精度进行交检，并记录实际检测数据。

为进一步有效验证机床的可靠性，在机床装配达到特定阶段后，均需开展空运转试验。当机床整机装配完成，

在其全部功能开启的状态下模拟实际工作场景，进行不切削连续空运转试验，且连续运转时间不少于24 h。在整个连续运转试验期间，机床不应出现任何故障，倘若出现异常状况或故障。必须在查明原因并进行妥善调整或排除后，重新启动试验。试验过程中，自动循环应涵盖机床的所有功能以及全部工作范围，并且各次自动循环之间的休止时间不应大于1分钟，以此全面检验机床在长时间运行状态下的稳定性和可靠性。

为验证机床最终的加工性能，进行加工零件的试验拉削，并对零件加工精度实施检测：采用高精度三坐标测量仪对零件槽面直线度进行检测，检测结果可达 0.003mm （要求 $\leq 0.006\text{mm}$ ）；采用粗糙度仪对加工表面粗糙度进行检测，可达 $0.8\mu\text{m}$ （要求 $Ra \leq 1.6\mu\text{m}$ ）。通过这些严格的检测手段和优异的检测结果，充分证明了机床加工性能和加工能力。

2. 保障产品质量必备的设备、量具量仪

畅尔配备有一批专业、先进、精密的生产和检验仪器设备。其中：高精度的 ZEISS 三坐标测量仪与 Renishaw 激光干涉仪，精准把控机床零部件及加工零件的几何精度和关键运动精度；Mitutoyo 轮廓测量机和粗糙度仪专注于零件表面微观特征的细致检测。机器人测试系统则模拟自动化生产全流程。企业购置的先进设备与仪器，覆盖了从零部件微观细节到整机宏观性能，从静态精度衡量到动态功能验证，从加工过程实时追踪到最终成品质量评定，实现了全维度、深层次、高精度的质量检测与监控，有力确保产品质量始终保持先进水准。

3. 产品质量水平

“LG5710DS数控深槽加工立式内拉床”在开发过程中，紧密对标国际先进产品，严格遵循机床设计开发流程与检验流程，对机床进行全方位、多层次的测试分析，通过一系列严谨的测试手段，确保机床的可靠性、稳定性、高效率、高刚性。此外，畅尔建有国家级博士后科研工作和省级企业研究院，积极与浙江大学等国内外知名高校和产业链上下游建有产学研用协同创新机制，拥有一批院士专家团队，为本机床的基础研究、技术开发、使用验证等提供了坚实的技术支撑。

机床采用工件移动式、三工位、高宽型的结构，床身采用仿生蜂窝状结构钢板焊接，通过实验模拟分析加工状态下拉刀的振动频率，合理布置床身的断面形状和肋及肋板的结构布局，使其具有高抗振性、高刚性等特点；采用伺服电机驱动替代液压油缸驱动，显著提高了拉床的可控性和自动化程度；刀具采用刀杆与刀片分离式的细长拉削

刀具，通过创新刀具加工工艺、热处理工艺及制造工艺，确保了加工精度；主传动滚珠丝杆创新选型设计，有力保证了机床的直线运动和回旋精度的稳定性和使用寿命。

机床主要特点：

(1) 可用于超过常规键槽深度 ≥ 10 倍的深槽加工，例如空调压缩机气缸上的滑片槽(见图2)等。



图2 空调压缩机气缸及气缸滑片槽

(2) 针对深槽加工的特殊要求，革新加工工艺，以先进的拉削工艺替代传统的插削、线切割和铣削工艺，研发出工件移动式三工位同步的一次拉削成型加工工艺，同时创新设计了高宽型特殊机床结构(见图3)，采用伺服电机驱动取代液压油缸驱动，配备三个工位，实现一次装夹即可同步快速拉削三个工件，完全满足技术协议规定的高标准要求，加工效率显著提升。此外，机床配有机器人作业，使其能够无缝融入流水线生产。

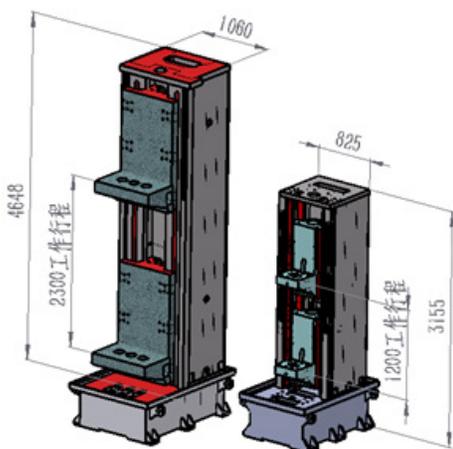


图3 深槽加工数控立式内拉床与普通伺服上拉式拉床对比图

(3) 开发了刀杆与刀片分离式的细长拉削刀具、刀具夹持装置及夹具总成，创新刀具加工工艺、热处理工艺及制造工艺，确保加工精度。刀具中设计了刀杆导向机构，有效增强了刀具刚性，保证了工件拉削速度的稳定性；拉刀夹持成套装置(见图4)的设计，使拉刀在拉削过程中始终保持精确的运行轨迹，从而确保工件加工质量达到高

精度标准。夹具组件可实现工件一次装夹后三个工位同时加工，并且能随主滑板灵活上下移动，即便承受较大切削力，仍能稳定保证加工精度。而且，夹具总成对于同类型工件仅需更换定位销和定位板即可快速实现换型，操作简便，定位精确，效率高。

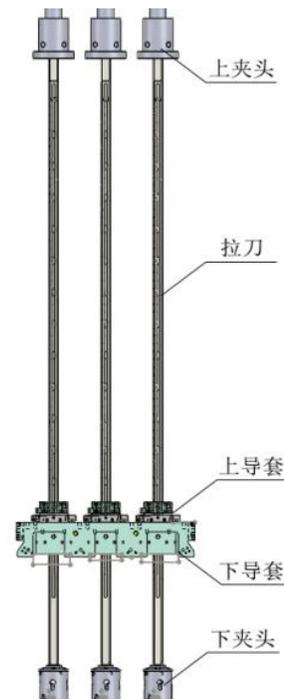


图4 拉刀夹持成套装置

(4) 为满足拉削过程中不同加工阶段(粗加工、半精加工、精加工)对拉削速度与拉削力的转换需求，开发了变速拉削的伺服驱动控制技术(如图5所示)。借助伺服电机的精确控制，实现了拉削加工过程中各区间拉削速度与拉削力的平稳转换。这一技术不仅增强了拉床的可控性，还显著提高了空压机滑片槽的拉削效率，有效降低了拉床在加工过程中的振动，延长了拉刀的使用寿命，同时确保了工件拉削精度始终保持在高水平，为产品质量提供了可靠保障。

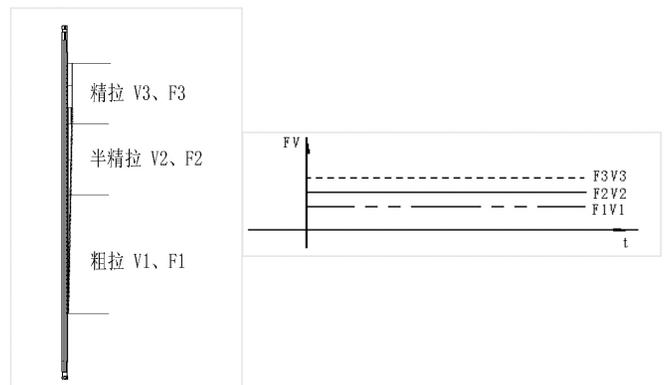


图5

本产品于2020年4月通过浙江省机电产品质量检测所检测，报告编号为5W200073，根据检测报告，产品的主要性能指标均达到或高于相关标准，并达到设计指标要求。2020年10月，该产品通过浙江省经济和信息化厅组织的浙江省省级工业新产品（新技术）鉴定验收（证书编号20201607），产品处国内领先水平。入选浙江省装备制造业重点领域首台（套）产品、浙江省先进（未来）技术创新成果、浙江机械工业科学技术奖二等奖。

4.应用效果及市场前景

LG5710DS数控深槽加工立式内拉床属于国内首创，适用于空调压缩机气缸滑片槽等深槽零件高速、高效、

高精的加工，自推向市场以来，其在空调压缩机气缸市场形成示范应用，产品成功进驻了全球空调转子压缩机最大的生产企业。客户使用后，反馈良好，批量加工稳定性高。加工精度和效率均稳定达到技术协议所规定的要求。

同时，公司高度重视客户提出的意见和建议，建立了完善的反馈处理机制。对于客户反馈的问题，售后团队迅速响应客户需求，解决客户在使用过程中遇到的各种问题，进一步增强了客户对产品的信任和满意度，通过这种持续改进的方式，不断提升产品质量和加工可靠性，使产品更加贴合客户实际需求，实现了与客户共同成长和发展，为产品在市场上的长期稳定应用奠定了坚实基础。□

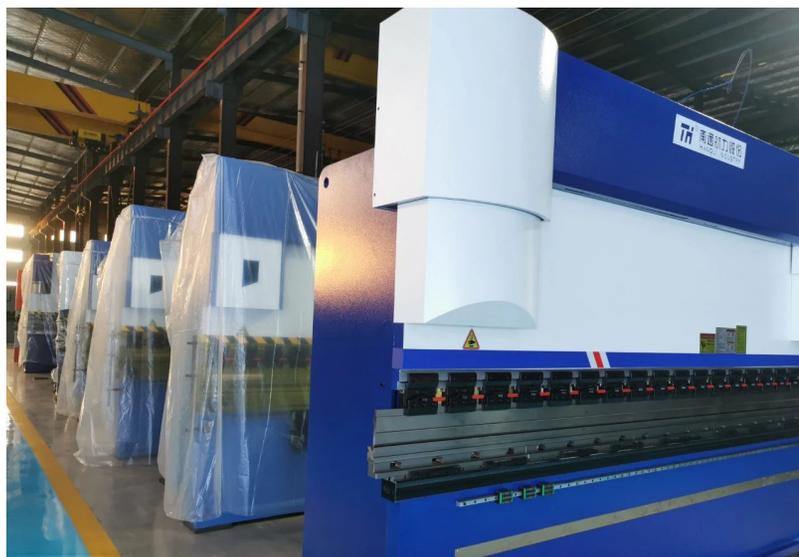
资讯

南通航力重工投资500万元进行更新改造

12月15日，南通航力重工股份有限公司新开发的HL-40/1600纯电伺服“小精灵”折弯机刚一下线，就被宁波某用户公司“抢走”。“我们看重的是这款折弯机带有15寸数控屏和纯电电缸，省时省心，不仅节能环保，还可进行高效率折弯。”用户代表张先生说。

“这边正在浇筑的地基，是我们订购的沈阳产加工中心的基础隐蔽工程，那边是新增的与之配套的磨床基础。加上淘汰更新的车床、刨床等，总价值500万元的6台（套）设备，将于2025年元旦后陆续安装到位。”南通航力重工董事长夏小新说。另一边，在公司新建的周转库内，即将发往国外的数控剪板机、折弯机就像“出嫁的姑娘”一样装扮一新，让人感受到这个冬天机床工具企业的一股暖流。

“只有倒闭的企业，没有倒闭的行业。”夏小新说，“说实话，这几年每一个企业运行都十分艰难，但关键是要有足够的信心。”在经营困难的情况下，航力重工调整企业发展战略，由产销扩张转为苦练内功。一方面提升技术



技能。特别是在加入中国机床工具工业协会后，放开眼界，把目光和精力放在提升航力产品的技术含量上。先后获得57项实用新型专利技术、20多款自主知识产权。获批国家高新技术企业。另一方面，加大技改投入，对老旧设备进行更新，“壮骨提力”。不仅扩建2000平方米成品周转库和展示中心，还进行前述的设备投资。

“精于工、匠于心、品于行、创于心。”南通航力重工专注主业20年，努力培养高素质技术研发团队，高中端数控剪板机、数控折弯机、卷板机、液压机等产品，成为国内外冶金、船舶、汽车、电器、钢结构、厨具等领域的抢手货。2024年出口贸易总额3000万元。

YHDM580B 高精度数控立式双端面磨床的品控管理

宇环数控机床股份有限公司

YHDM580B 高精度数控立式双端面磨床主轴为立式结构，送料采用转盘式送料方式，数控系统驱动运转。可同时加工零件上下两个平行的端面，实现粗、精磨削一次完成，能够磨削各类圆形、非圆形等任意形状的零件。数控双端面磨床加工精度高、表面光洁度好，适合高精端零件的批量加工。

该机床主要针对活塞环、气门垫圈、连杆、十字轴、阀片、拨叉、液压泵叶片、转子、定子、压缩机滑片、轴承内外套圈、车辆的刹车片、电子行业的磁环、磁钢片、石墨板等产品的双面磨削。



YHDM580B/1双端面磨床，于2015年12月通过湖南省机械工业协会组织的科技成果鉴定。产品经用户使用，反映良好。该项目产品填补了国内空白，整体技术达到国际先进水平。”

一、公司质量战略

公司制定并实施“数字化高质量创新发展”战略，学

习、借鉴国际先进数控机床企业的经验，建立了宇环数控基于“三化”赋能的“双控双驱”质量管理模式”，致力打造中国母机品牌名片，形成精密高效数控磨削机床的核心竞争力。

公司以“创新发展”为核心，制定了《高质量创新型二五发展战略》，坚持技术创新、精益管理、质量第一、效益优先。同时以坚持“主业创新发展”、“高质量发展”、“文化兴企”、“人才培养”为企业发展核心战略。

1. 质量安全

公司制定《客户订单流程管理》《客户服务管理办法》《顾客财产控制程序》《顾客满意度测评准则》等制度，切实履行质量安全担保责任及缺陷产品召回等法定义务，依据合同质保金条款承担质量安全损害赔偿赔偿责任。建立了以产品质量安全的生产、试验等标准；至今未发生过召回事件。

公司实行质量安全“一票否决”制，制定《不合格品管理控制程序》，规定公司授权人在产品生产过程中出现批量质量问题时，有权停止生产和发货。公司对出现质量问题的产品进行原因追溯，并通过顾客满意度调查等手段测评顾客对处理结果的满意程度。

2. 质量责任

公司建立健全了质量保证体系、全面落实质量责任制。质量管理制度覆盖组织运营全过程及所有部门。公司任命了首席质量官，建立《首席质量官制度》了公司、各部门、车间和班组质量安全控制的关键岗位责任制，将产品一次交检合格率和产品一次验收通过率等指标纳入各级组织的绩效考核，与责任人的绩效挂钩，落

实质量主体责任。

公司通过制定《合同评审管理程序》、《设计控制程序》，确保公司从订单和产品设计开始，从始至终严格执行法律法规及标准规定的质量要求，依法经营。

3. 风险意识

公司制定《风险与机遇管理控制程序》，运用过程方法对公司经营及运营管理存在的内、外部环境风险进行了全面的辨识、评价。对识别的风险实施看板监视管理，由风险主管部门定期组织对风险管理情况开展现场稽查，依据风险稽查的情况更新风险管控点及要求，同时组织全员开展风险管理培训教育，将风险的识别、稽查、更新、教育培训形成有机结合，建立了全面风险管理体系。

公司吸收行业国际标杆企业的先进经验，结合公司自身发展战略及环境，创新性的制定预防措施实施分级管控，将相应的风险预防措施融入各业务模块，形成了系统的风控体系。

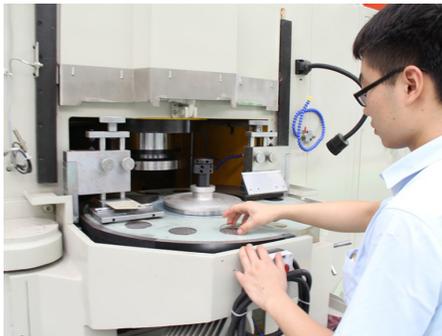
4. 治理体系

公司实行董事会领导下的总经理负责制。以《公司法》、《公司章程》指导公司治理及运行。高层领导的职权行使、重大投资、财务收支和经济活动等组织行为均纳入监管范围。

公司遵守并执行国家会计准则和财务通则，制订了《全面预算执行管理制度》、《资金管理制度》等制度；围绕年度经营效益目标，实施预算管理，并与绩效考评体系有机结合，确保年度目标的达成。

公司建立内控管理制度。每年聘任天健会计师事务所独立实施审计、出具审计报告，审计报告中无保留意见。

公司严格按照《公司法》和《公司章程》等要求进行规范运作，在追求经济效益、保护股东利益的同时，充分尊重和维护客户、供应商、员工、消费者等利益相关者的合法权益。



5. 风险管理

公司从经营层面和运营层面对质量安全风险进行识

别，并组织各部门实施质量安全风险防范，如：按照国家机床绿色设计标准，形成《新产品开发控制流程》、《风险和机遇评估分析表》、《质量重品管理卡》、SOP文件、SIP文件、DFMEA、PFMEA（质量五大核心工具）《关键工序控制图卡》、《质量控制手册》、《过程特别检查表》、《产品质量检验特性表》等制度和流程。明确管控指标、管控预案、责任人，管控结果在公司级会议上通报、处理；部门级的中等、一般风险由责任部门进行管控措施细化、落实责任人，在日常管理中进行管控。

公司制定《应急准备和响应控制程序》，成立了应急领导小组，统一领导应急工作，指导监督公司专项应急小组工作。各部门针对不同的紧急情况，制定相应的应急预案及资源储备，如：《新冠疫情管控方案》、《设备事故停机应急预案》、《客户投诉处理方案》等，确保不因突发事件影响公司质量安全。

6. 产品和服务质量的跟踪

公司在售前、售中、售后均有专业人员全面跟踪产品质量，建立了CRM系统管理，建立服务台账，定期对产品质量情况进行分析、预警并建立顾客数据库。明确了跟踪方法和责任单位。如，通过顾客满意度调查+售后服务+质量服务并联方式，为顾客解决产品加工、设备故障、设备精度维护等设备相关疑问，降低了顾客对购买产品后售后服务的担忧，提高了产品形象等。

公司通过自行调查、经销商调查、第三方机构采用调查问卷、走访、专项调查等方式调查竞争对手、同行业标杆企业的顾客满意度信息。

二、应用效果与体会

YHDM580B 高精度数控立式双端面磨床自推出上线以来，公司始终秉持以市场需求为出发点，客户服务至上原则，定期开展客户满意度调查，质量万里行，管理人员下沉拜访等活动，从不同维度收集客户对设备真实的使用建议，并对满意程度进行打分，满意度自2018年82%上升到2023年的98%。

经过近20余年的积累、优化与迭代，该产品的可靠性、稳定性获得客户的一致好评，同时公司战略实施进一步明确加快该产品的出口替代进度。在售前，售中，售后服务方面，坚决落实第一响应理念，最大程度由第一接触人解决问题，确保问题解决的有效性。对于难点问题，8小时回复解决方案，48小时人员抵达现场，在历年的客户满意度调查中，售后服务评分一直保持较高的记录。□

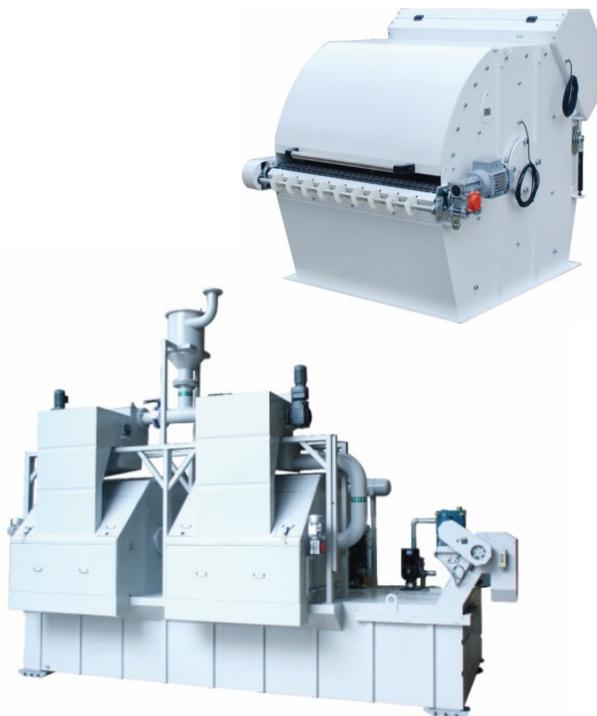
HRLGL立纸带过滤装置的品控管理

烟台开发区博森科技发展有限公司

周博 张雪丹 徐俊彦 纪艳青

立式纸带过滤装置是数控加工中心的重要辅机装备，是切屑液循环利用的重要保障，广泛应用于汽车、军工、高铁、风电、手机以及高精密机械加工等领域。

该产品根据现有数控加工中心布局特点，在有限的空间内采用柔性定制设计方案，将加工中心排出的大流量屑液，通过楔形网或滚筒将大颗粒切屑排出，实现一级粗过滤；过滤后的切削液由水泵输送至由马蹄形网链铺装成凹形腔体上的滤纸，经缓流腔体的来液减压，滤纸表面沉积定量细屑后液面上升，液位报警器发讯自动走纸系统，致使细屑通过滤纸排出，实现二级高精过滤，达到数控加工中心切削液资源的循环再利用，对机加工领域的节能减排、资源节约、绿色制造起到了重要的引领作用，对保障数控机床制造产业的辅机配套需求具有重要意义。



1.企业质量管理体系运行情况

博森公司在生产经营中极为重视员工的技术和素质培训，确保员工自身能力不断提高，使产品质量得到有效保证。

公司秉承“用户至上、质量第一”的质量方针，坚持创新驱动战略，建立并维护、改进质量管理体系，实施全面质量管理，创一流产品，树企业形象，对产品质量实施严格把控。

公司设立生产制造管理小组，由质量工程师专人负责，加强过程质量管控，提高过程问题分析与解决效率；建立标准化生产模块，进行工序标准化管理，各工序严格执行工艺文件和监督标准，形成了监督闭环；由质量工程师对生产制造成员定期进行培训，提升质量控制意识。

2.保障产品质量必备的把关设备、量具量仪

公司高度重视数字化管理，构建完成以客户为源点的一体化数字云工厂平台系统，实现从客户需求-客户下单-研发设计-生产制造-采购仓储-客户交付-售后运维的全业务流程、全生产要素、全价值链的数字化工厂。并在行业内率先应用焊接机器人、冲压机器人智能生产线、自动上下料激光切割机 and 数控折弯机等智能化生产加工设备。

在制造过程中，通过高精度生产与检测设备，开发配套精密加工工艺，满足了产品高精度制造技术要求；针对关键工序，使用焊接机器人、冲压机器人、激光切割和数控折弯等智能装备，通过数字化平台与数控设备系统直接转换，有效降低由于人为因素造成的产品质量波动，提升了产品在制造环节的稳定性可靠性。

3.产品质量水平简述

项目产品经烟台市产品质量监督检验所检验[报告编号：No.(2018) 2011537]，检验结论“所检项目符合标准

规定”；该产品自2015年研发生产以来，根据实际应用和客户要求不断优化和改进，目前技术已完全成熟，性能稳定，获得国家授权专利7项。随着产品质量日臻完善，在客户中树立良好口碑，完全可以与国外同类产品相媲美，在同类产品中具有较高竞争优势。

公司积极强化质量和品牌建设，率先通过QESEn管理四体系认证、知识产权管理体系认证、两化融和管理体系认证，并先后获得高新技术企业、国际级专精特新小巨人企业、山东省瞪羚企业、山东省企业技术中心、山东省单项冠军、山东省专精特新中小企业、山东省高端品牌培育企业、山东省著名商标、山东名牌、山东知名品牌、省市科技进步奖、山东省守合同重信用企业、烟台市工业设计中心、烟台市企业技术中心、烟台市工程技术中心、烟台市AAA劳动关系和谐企业、烟台开发区履行社会责任优秀企业、烟台开发区优秀党支部以及客户颁发诸多荣誉。公司获得国家专利128项，软件著作权18项。

4.产品创新性和先进性

(1) 立式纸带过滤装置的机构是在国外先进技术的基础上重新改进，采用两侧均可进液方案，可根据用户现场管路连接要求，随时调整设备的安装方向，同时与其它排屑过滤装置匹配使用过程中，方便现场安装，利于立式纸带过滤装在数控机床领域的推广与使用。

(2) 立式纸带过滤装置在运转过程中增加自润滑装置，定时定量对内部传动装置进行自润滑，确保回转部分无过渡磨损，减少磨擦阻力，延长过滤装置的使用寿命。

(3) 采用目前汽车行业中普遍使用的气动弹簧，对立式纸带过滤装置的传动链条进行自动张紧，并且在今后长时间使用过程中无需人工对链条进行张紧，减少故障发生点，维护系统的稳定性，减少设备检修工作量。

(4) 在废滤纸（布）出口处设托纸轮，有效防止滤纸随传动链条带入到立式纸带过滤装置壳体内部，减少对冷却液（油）的二次污染及设备故障发生点，同时托纸轮的动力与纸带驱动链条采用同一动力，减少能耗，运行成本低。

(5) 整机采用全防护壳体，有效防止在过滤装置工作状态下其它污物进入净液腔，滤纸（布）的选用宽与整机壳体，在滤纸（布）运行过程中无跑偏现象，有效密封过滤腔体，提高过滤精度，是高效、稳定、大流量数控机床冷却液（油）过滤的首选方案。

5.应用效果及市场前景

该装置由液箱、集污箱、滤纸、减速机、传动机构、发讯机构、供液泵等几部分组成。工作时利用楔形网、滚筒、过滤纸将冷却液中大流量切屑及杂质进行两级分离。污液由入口进入，进行楔形网或滚筒的粗过滤，实现一级粗过滤；过滤后的污液经过滤腔内滤纸时，细微的切削及杂质被吸附到滤纸的上表面，逐渐堆积直至滤纸堵塞。此时污液液体上升，浮子浮起，发讯机构发讯，减速机带动网链运动，将杂质及脏滤纸排入集污箱，实现二级高过滤；滤纸自动更换后，污液面随之下降，减速机停止工作，进入下一工作循环，运行动作自动控制。过滤后的净液由供液泵输送至主机，促进机床切削液资源的循环利用，对机加工领域的节能减排、资源节约起到了重要的引领作用，促进行业向高端制造发展。

该装置已被国内外多家知名品牌公司采用，通过实际运行效果非常好，是国内和国际机床制造业重要的辅助设备，尤其在磨床行业中的应用，大大提高了机床的技术性能与机床加工精度；员工工作环境及劳动强度得到改善；延长冷却液（油）的使用寿命；便于废液的集中处理，利于环保；过滤量达、彻底，性能稳定，使用范围广；替代进口，降低成本，减少外汇支出。经烟台市技术监督局质量监督检验所检测相关技术指标全部达标，并受到现场检测人员高度评价和用户的好评。该技术可以用于批量生产，替代进口产品，满足数控机床行业的需求。



中国机床辅机行业同国际辅机行业相比较还存在一定的不足，所以我们要在当前技术水平的基础上做进一步的改进和完善，让辅机行业更好的为数控机床服务，让中国的机床辅机行业屹立于世界辅机之列。□

五坐标数控机床旋转轴维修与精度恢复研究

昌河飞机工业（集团）有限责任公司 林超青

【摘要】旋转轴是五坐标加工中心五轴头的一个重要部件，其精度好坏直接决定机床五轴精度的高低。机床在实际使用过程中不可避免的会发生机械磨损和意外事故，导致精度下降无法满足技术要求，因此了解和掌握五坐标加工中心旋转轴维修和精度恢复技术具有很重要的意义。本文以某机床蜗轮蜗杆传动结构形式的叉式五轴头为例，探讨旋转轴维修和精度恢复技术。

一、机床的现状和问题

该机床是叉式五轴头结构的高速加工中心，A、C轴采用蜗轮蜗杆结构，C轴采用顶丝螺栓调整蜗轮蜗杆之间的间隙。该机床投入使用近20年，各部件磨损严重，RTCP精度极差，无法进行五轴精加工，设备只能用于三轴加工或粗加工。

二、机床精度下降的原因分析

1. 机床旋转轴精度检测值

为准确分析、确定旋转轴精度下降的原因，首先要对旋转轴及相关的精度现状进行检测，方法是用检棒和千分表，对该机床的旋转轴(C轴)及相关的精度进行反复检测。

(1) 主轴及相关精度检测值（见表1）

表1

序号	检测项目	精度要求/mm	检测结果/mm
1	主轴近端径向跳动(50mm)	0.010	0.005
2	主轴远端径向跳动(280mm)	0.020	0.030
3	主轴端面跳动	0.010	0.008
4	X方向，主轴检具母线与Z轴平行度	0.020/300	0.015
5	Y方向，主轴检具母线与Z轴平行度	0.020/300	0.030

(2) C轴旋转精度检测

为准确检测和反应C轴的旋转精度，利用检棒和千分表，C轴旋转不同的角度，在RTCP=ON的条件下进行多次检测。其结果如表2和图1所示。

表2 C轴旋转不同角度的精度检测值

(mm)

C轴旋转角度	第一次检测精度	第二次检测精度	第三次检测精度	第四次检测精度	C轴回到零位数值
90°	-0.030	-0.025	0.002	0.080	0.090
-90°	0.16	0.070	0.050	0.12	0.010
180°	0.070	0.010	0.090	0.10	0.030
-180°	0.020	0.10	0.20	0.12	0.008
270°	0.030	0.060	0.10	0.005	-0.005
-270°	0.050	0.11	0.14	0.080	0.15

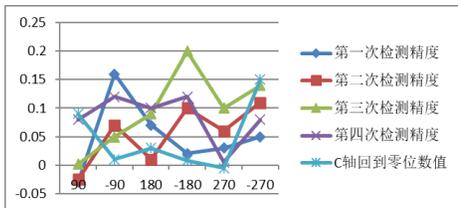


图1 C轴旋转不同角度的精度检测

(3) C轴蜗杆的轴向窜动

把千分表顶在蜗杆传动轴端面，旋转蜗杆，检测其轴向窜动，正常窜动值 $\leq 0.020\text{mm}$ ，本机床的检测结果为 0.055mm 。

2. 精度下降原因分析

(1) 精度数据分析

C轴旋转 (RTCP=ON) 出厂精度为 $\leq 0.040\text{mm}$ ，但从本机床C轴旋转不同角度的检测数据中可以发现，C轴旋转精度误差极大，同一角度精度数据没有重复性或重复性极差，而且C轴旋转后无法回到零点位置，C轴旋转完全没有精度可言或者精度完全丧失。

从主轴精度、主轴检具母线与Z轴平行度、C轴蜗杆的轴向窜动、C轴精度检测数据可以发现，主轴精度、主轴检具母线与Z轴平行度两项指标都有超差，主轴远端径向跳动 (280mm) 出厂精度为 $\leq 0.020\text{mm}$ ，主轴检具母线与Z轴平行度 $\leq 0.020\text{mm}$ ，超差幅度不大，不会导致C轴旋转精度严重超差，因此不是导致本机床C轴旋转精度严重超差的主要原因。

C轴蜗杆的轴向窜动或蜗轮蜗杆间隙过大都会导致C轴传动出现误差，但检测C轴旋转精度时， $A=0$ ，表针指向检棒中心，蜗杆轴向 0.055mm 的窜动无法导致C轴旋转出现如此巨大的偏差。另外通过顶丝螺栓调整蜗轮蜗杆的间隙后，C轴的旋转精度没有明显的改善，因此C轴蜗杆的轴向窜动或蜗轮蜗杆间隙误差不是导致C轴旋转精度丧失的主要原因。

(2) 机械传动结构分析

机床C轴的机械传动结构采用的是蜗轮蜗杆传动 (如图2所示)，蜗轮安装在C轴的中心轴上，外部用顶丝螺栓消除蜗轮蜗杆之间的间隙，C轴电机通过同步齿形带带动蜗轮蜗杆运转。C轴中心轴从上到下分别安装有油液气环形分配器，C轴圆光栅锁紧机构，圆光栅，蜗轮，以及两个对称的圆锥调心轴承，两个轴承之间有隔套，上轴承端面分别有轴承外圈和内圈锁紧装置，以消除轴承传动间隙，保证C轴旋转及传动的精确性和刚性。

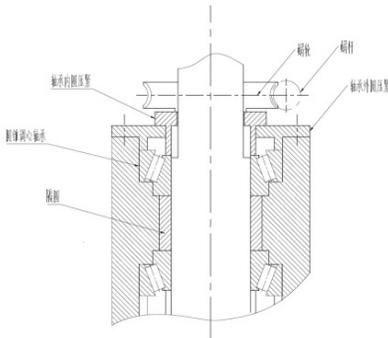


图2 C轴结构示意图

通过C轴传动结构和各部件分析可以发现，圆光栅及锁紧装置、油液气环形分配器功能正常，不会导致C轴旋转如此巨大的精度偏差，蜗轮蜗杆传动问题也不会导致C轴旋转精度完全丧失，因此导致C轴旋转精度丧失的可能原因是两个圆锥调心轴承磨损，间隙大，C轴旋转时中心轴出现摆动，最终导致C轴旋转精度误差极大，没有重复性或重复性极差，精度完全丧失。

三、C轴维修及精度调整

1. C轴部件的拆解与装配

(1) C轴蜗杆部件的拆解与装配
蜗杆轴向窜动允差 $\leq 0.020\text{mm}$ ，但检测结果为 0.055mm ，因此蜗杆部件需要进行维修。蜗杆两端由轴承支撑，通过同步齿形带与伺服电机相

联，因此该轴向窜动超差可以确定是由支撑轴承磨损导致，需要更换支撑轴承。

把蜗杆组件 (如图3所示) 从C轴拆卸分离，拆除磨损失效的蜗杆支撑轴承，支撑轴承两端各有两个，轴承拆除后，可以明显看到滚珠已经磨损失效，因此需要更换新轴承，并预紧防止轴承间隙及轴向窜动。

装配蜗杆轴承时，由于结构限制，特别注意的是，需要先把蜗杆插入电机同步带轮侧的支承座，然后分别安装支撑轴承。安装轴承时需要加热轴承，避免敲击轴承，导致轴承损坏。蜗杆轴承安装到蜗杆上后，接着用热风枪等加热设备，加热蜗杆支承座，利用热胀，把已安装轴承的蜗杆装配到支承座上，并进行预紧消除。



图3 C轴蜗杆及电机

(2) 拆卸油液气环形分配器，C轴圆光栅锁紧机构，圆光栅及蜗轮

按从上到下的顺序，分别拆除油液气环形分配器，C轴圆光栅锁紧机构，圆光栅及蜗轮。油液气环形分配器，C轴圆光栅锁紧机构 (如图4所示)，圆光栅拆卸完成后，接着拆卸蜗轮。该蜗轮的材质是尼龙塑料，而蜗杆的部件材质是钢，蜗轮拆卸后，可以明显看出，蜗轮磨损较大，需要更换，更换方法是把尼龙蜗轮从蜗轮座上拆除，用新的同型号蜗轮进行替换并预紧。

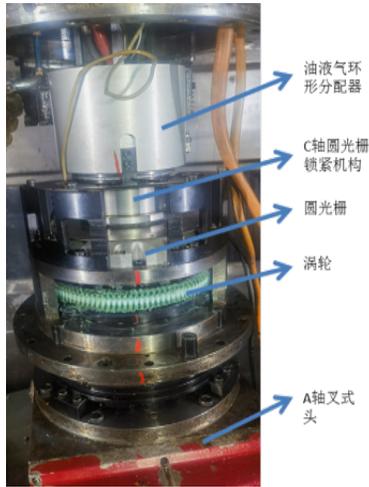
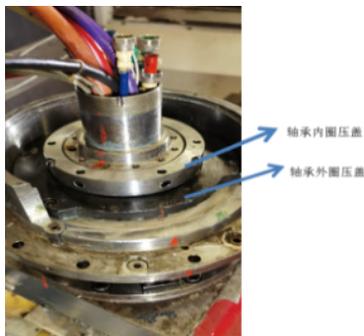


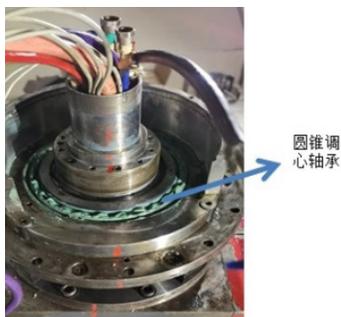
图4 C轴实物图

(3) 拆除圆锥调心轴承组件

首先拆卸圆锥调心轴承的内圈压紧螺帽（见图5所示），内圈压紧螺帽与中心轴是螺纹连接的，拆除该内圈压紧螺帽时先把锁紧顶丝松开，然后，反时针旋转内圈压紧螺帽并拆离中心轴。内圈压紧螺帽拆除完成后，接着拆卸外圈压板，外圈压板使用螺栓固定在C轴腔体上。轴承内外圈的压紧部件都完成后，就可以看到圆锥调心轴承，如图5所示。



(a)



(b)

图5 调心轴承压组件图6调心轴承

完成轴承内外圈压紧部件的拆卸后。接着拆卸圆锥调心轴承组件(包含两个圆锥调心轴承，C轴腔体等)，圆锥调心轴承组件是用螺栓固定在A轴叉式头上，拆除相应就紧固螺栓后，该组件就可以从A轴叉式头上分离。

圆锥调心轴承组件分离后，拆除下端圆锥调心轴承的外圈压板，使两个轴承都处于自由状态。由于轴承与中心轴属于过盈装配，配合紧密，把轴承从中心轴拆卸难度较大，为把轴承顺利拆除，需要使用加热装置比如大功率热风枪等加热轴承，等轴承组件加热到一定温度后，用铜棒或铝棒敲击中心轴，使中心轴和轴承从C轴腔体分离，并把轴承从中心轴上脱开。

拆除中心轴和轴承内圈后，加热C轴腔体和轴承外圈，把轴承外圈从C轴腔体分离，这样圆锥调心轴承组件拆解完成。

(4) 圆锥调心轴承组件装配

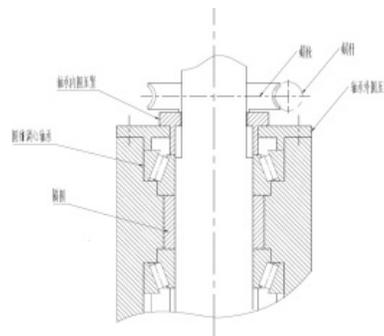


图7 C轴结构示意图

根据C轴的结构示意图（如图7所示），圆锥调心轴承组件装配时，首先要将C轴腔体加热，待腔体热膨胀后，安装两个圆锥调心轴承的外圈，并用铝棒或铜棒敲击到到位。

圆锥调心轴承外圈安装完成后，开始安装圆锥调心轴承。安装轴承可以采用冷却芯轴或加热轴承工艺，这里由于结构限制，只能采用加热轴承和腔体的安装工艺。圆锥调心轴承组件有上下两个轴承，安装圆锥调心轴承时，要先安装下轴承，再安装上轴

承，最后把轴承内外圈压紧。安装步骤是先把中心轴直立放置，然后加热轴承，待轴承达到一定温度后，把轴承装入中心轴，然后轻轻用铝棒敲击轴承内圈，使之安装到位。这里要注意的是轴承加热要达到一定温度，使轴承能够容易插入芯轴或只需轻轻敲击即可，不能大力敲击轴承，否则易损坏轴承。

下轴承安装完成后，把已经装好轴承外圈的C轴腔体加热并安装到中心轴上，然后安装轴承隔套。

轴承隔套装配完成后，加热上圆锥调心轴承和腔体，然后把上圆锥调心轴承安装到中心轴上，并敲击到到位。

轴承安装到位后，开始安装轴承压紧螺帽，轴承外圈压板用螺栓固定在腔体上，螺栓要注意紧固到位防止外圈松动。轴承外圈压板装配完成后，接着安装轴承内圈压紧螺帽，轴承内圈压紧螺帽利用中心轴的螺纹拧紧轴承内圈。这样圆锥调心轴承组件就安装完成，并安装固定到A轴叉式头支架上。

(5) 安装油液气环形分配器，C轴圆光栅锁紧机构，圆光栅及蜗轮

圆锥调心轴承组件装配完成后，按照油液气环形分配器，C轴圆光栅锁紧机构，圆光栅及蜗轮拆卸的相反顺序及装配方法，先后安装蜗轮，圆光栅，C轴圆光栅锁紧机构，油液气环形分配器，并把C轴安装到滑枕上，然后把蜗杆组件安装到位，调整蜗轮蜗杆间隙。自此，C轴拆装已经完成，可以进行电气调试。

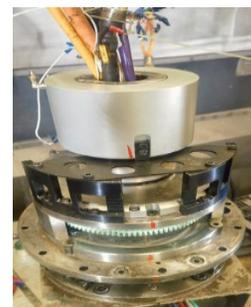


图8 C轴实物图

2. C轴调试及精度调整

(1) 参数设置

C轴进行拆卸和重新装配后，需要对C轴的相关参数进行调整和设置，主要的参数有C轴的零点位置，RTCP参数（A与C轴中心的位置偏差，主轴与C轴中心的位置偏差，主轴（刀具轴）与A轴中心的偏差），C轴的定位精度补偿等。

(2) C轴旋转精度测试

参数设置完成后，进行旋转精度测试，测试时RTCP=ON。这台机床C轴行程范围是+360° ~ -360°，因此测试规则是从360° ~ 0° ~ -360° ~ 0° ~ 360°，每旋转90°记录一个数值，检测结果如表3、图9、图10所示。

表3 C轴旋转不同角度的精度检测值(mm)

C轴旋转角度°	百分表表针正对X轴				百分表表针正对Y轴			
	第一次检测精度	第二次检测精度	第三次检测精度	第四次检测精度	第一次检测精度	第二次检测精度	第三次检测精度	第四次检测精度
360	0	0	0	0	0	0	0	0
270	0.30	0.28	0.30	0.28	-0.10	-0.07	-0.10	-0.09
180	0.48	0.48	0.48	0.48	0.07	0.12	0.07	0.06
90	0.42	0.40	0.42	0.40	0.19	0.17	0.19	0.20
0	0	0.23	0.27	0.23	-0.04	-0.04	-0.02	-0.01
-90	0.27	0.25	0.28	0.25	-0.12	-0.10	-0.12	-0.11
-180	0.45	0.42	0.45	0.43	0.04	0.11	0.04	0.07
-270	0.44	0.40	0.44	0.40	0.20	0.23	0.20	0.20
-360	0.24	0.20	0.24	0.20	-0.01	0	-0.01	0
-270	0.24	0.21	0.24	0.21	0.20	0.22	0.20	0.20
-180	0.28	0.25	0.28	0.25	0.06	0.11	0.06	0.06
-90	0.10	0.06	0.10	0.06	-0.11	-0.09	-0.11	-0.11
0	0.01	-0.02	0.010	-0.02	-0.01	0	-0.01	0
90	0.26	0.24	0.26	0.24	0.19	0.16	0.19	0.19
180	0.30	0.28	0.30	0.28	0.05	0.09	0.06	0.06
270	0.11	0.06	0.11	0.06	-0.11	-0.08	-0.11	-0.11
360	0.01	0	0.01	0	0	0	0	0

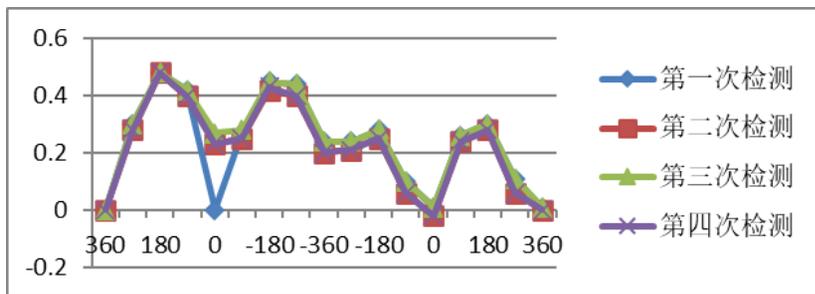


图9 百分表表针正对X轴测试结果

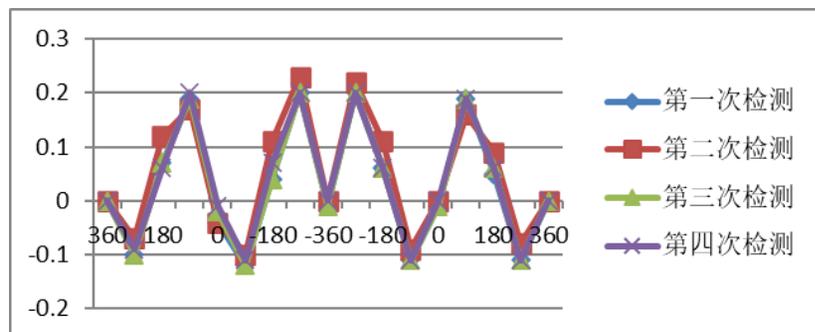


图10 百分表表针正对Y轴测试结果

从测试结果发现，C轴的旋转精度非常差，偏差值甚至超过旋转轴修理前的数值，而且两种测试方法，即表针正对X轴与表针正对Y轴的测试结果差异巨大，表针正对X轴时旋转精度偏差值，C轴正向和反向旋转时重复性差，但是表针正对Y轴时，C轴旋转精度的偏差值小，而且重复性好，但也与要求的 $\leq 0.040\text{mm}$ 精度相差巨大。

从前面的分析可以知道，影响C轴旋转精度的主要因素是C轴的轴承、蜗轮蜗杆之间的间隙及轴向窜动。为确定C轴旋转精度差的原因，可以测试蜗轮蜗杆之间的间隙及轴向窜动。对蜗杆进行轴向窜动测试，发现蜗杆的轴向窜动值为 0.015mm ，符合要求，因此不是导致精度差的原因。

为验证蜗轮蜗杆之间的间隙对旋转精度的影响，多次调整蜗轮蜗杆之间的间隙，C轴的旋转精度偏差值有变动，但变动值较小，变化数值 $\leq 0.050\text{mm}$ ，表针正对X轴与表针正对Y轴，测试结果的趋势没有改变，即表针正对X轴时旋转精度偏差值，C轴正向和反向旋转时重复性差，表针正对Y轴时，C轴旋转精度的偏差值小，而且重复性好，同时如果蜗轮蜗杆之间的间隙会导致蜗杆严重发热及C轴位置环报警，也就是C轴间隙小，旋转不灵活，导致位置误差过大出现系统报警。因此调整蜗轮蜗杆之间的间隙无法解决出现的精度问题，它不是导致C轴精度差的主要原因。

蜗轮蜗杆的可能性排除后，剩下的可能原因就是C轴轴承组件。但C轴轴承是新轴承，没有磨损，且精度检测合格才进行装配的，因此不可能是轴承本身的质量原因导致C轴旋转精度出现如此巨大偏差。进一步测试时发现，表针指向X轴时，C轴旋转启动的瞬间，表针出现 $0.15\sim 0.20\text{mm}$ 的跳动，另外用手推动A轴或旋转C

轴时，表针会出现0.20~0.35mm的偏差，且甚至出现表针无法回零的现象，这表明C轴的刚性差，部件安装有间隙。从C轴结构图可以知道，C轴采用圆锥调心轴承，如果轴承没有压紧或装配不到位，将导致轴承出现间隙。如果轴承没有压紧出现间隙，且C轴采用自调心结构，那么C轴旋转过程，因为C轴轴承有间隙，就导致C轴无法精确调心，出现摆动和刚性差的现象。因C轴蜗杆安装位置是平行于X轴，C轴旋转时，由于Y向有蜗杆，径向受力，所以C轴在Y向的摆动小，精度的重复性好。

为验证上述原因分析，把C轴重新拆卸下来后，再次旋压轴承内圈，发现轴承内圈压紧螺帽又能顺时针旋转60°左右，也证明轴承没有压紧，因此也就验证了旋转精度差的原因是

装配工艺出现问题，轴承没有压紧到位，导致出现轴承间隙，C轴旋转时摆动。

分析第一次C轴圆锥调心轴承组件装配过程，装配过程中全程采用加热工艺装配，中间间隔时间很短，把轴承安装到中心轴以后，相关部件还有完全冷却的情况下即进行轴承压紧装配，虽然此时轴承压紧到位，由于各部件处于热膨胀状态，一旦各部件冷却后，由于热胀冷缩，就又出现间隙，导致C轴旋转时出现摆动、精度及刚性差等现象。

因此在部件装配时，不管采用热装工艺还是冷装工艺，如果需要进行压紧消除等操作时，一定要等各部件回到常温状态下进行，同时在进行旋压消除时在拧紧压紧螺帽的同时，要旋转C轴腔体，边压边旋转，使调心

轴承自动定心并彻底消除间隙。

等再次完成轴承内圈的压紧操作后，把C轴安装到滑枕上进行测试。测试结果表明：C轴在全行程范围内的旋转精度是0.015mm，满足精度要求，该机床C轴旋转的出厂精度为0.040mm，因此达到修理及精度恢复目标。

四、结语

在进行精密复杂机械部件修理时，需要分析导致问题发生的各种原因，并一一进行排除，同时进行部件拆装时要注意拆卸及安装工艺，不管采用热装工艺还是冷装工艺，精度调整时都需要等部件恢复常温状态下进行，这样才能得到理想的装配效果和修复精度。□

资讯

设备转让

因公司转型，现急需将原陕西第二机床厂生产滚齿机的设备及原辅材全部低价转让。

设备有五面体加工中心、双柱数控立车、立式卧式加工中心、数控车床、龙门刨床、磨齿机、内外圆磨、花键磨、螺纹磨、蜗轮母机、静压车床、滚齿机及配件、相应的检测、起重设备等。



详情请关注近期“西部产权交易所”信息。
单位：陕西新宝实业有限责任公司 电话：0917-3880038, 18146808761 (宝鸡)

新型数控双回转金属带锯床技术的应用

滕州市三合机械股份有限公司 朱绪刚 张成龙 王鹏

一、概述

随着现代经济的迅速发展，无论是国际还是国内机床行业的市场竞争也更加激烈，企业要生存要发展，就必须把产品向高、新、精方向发展。

在金属下料锯切领域，原来的弓锯床已逐渐被带锯床所取代，带锯床有着广阔的市场前景，而针对目前不断持续上涨的人力成本，基于本土配套部件与国外产品相当、性能价格比优于国外产品的数控型金属带锯床将比普通带锯床更易被用户所接受，所以数控带锯床市场前景更加广阔，而数控回转型金属带锯床更是得到用户青睐。

目前市场上的数控回转金属带锯床大多都是向一个方向回转，不利于双斜面的工件锯切，且一次送料距离大都在半米以内，如锯断长度超过半米以上时需多次送料来达到锯断长度要求，又因多次送料易造成积累误差增大，所以锯断长度准确度不高，锯切动力大都采用普通电机或者变频电机，此类电机在低速运转过程中因扭矩降低而往往出现锯带憋锯现象而影响使用。为了适应市场需求，拓展锯床的锯切功能，所以开发双回转、且能一次大距离送料的数控自动金属带锯床，将能更有效地适应市场提高锯切质量进而占有市场。

基于这种市场需求，并通过广泛的市场调研，我司决定开发双回转、且能一次大距离送料的BSK460K数控自动金属带锯床。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，小组技术人员认真分析了国内、外数控带锯床的发展趋势，在大量消化吸收国内、外先进技术的基础上，采用先进的设计理念和技术，并借助已有生产多年数控金属带锯床的经验，结合客户要求，形成了一个带有数控系统，可自动左右回转、锁紧、锯切、大距离送料于一体的合理的产品设计方案，使加工

机床功能齐全、精度可靠、实用性强、操作方便快捷，可满足客户需求。

二、BSK460K数控金属带锯床的结构特点和技术性能指标

BSK460K数控金属带锯床是金属棒、型材锯切下料的加工机床。

其工作原理是：伺服电机+蜗轮减速箱控制锯弓的左右回转和回转角度检测；升降液压缸及调速阀控制锯弓的上升及下降速度；同步带拉动待加工工件的进给；PLC接受和发出控制信号来控制各个点的运动。

1. 结构特点

(1) 产品结构

如图1所示，本机床由锯弓部分、回转部分、送料部分、液压部分、电器部分、操作部分等组成。

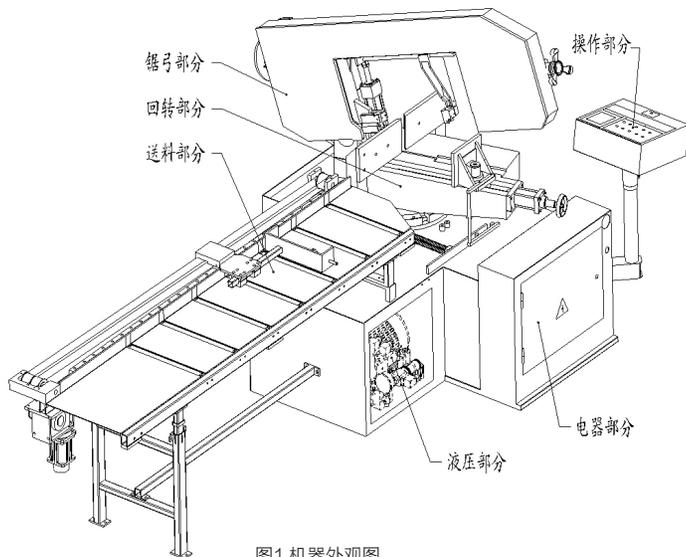


图1 机器外观图

(2) 锯弓可自动左右回转与自动锁紧、放松

锯弓通过回转轴铰接连接在回转体上，回转体下部连接有NMRV型蜗轮减速箱（为了降低回转速度，我们采用两级蜗轮减速，减速比可达1:600），蜗轮减速箱和回转体通过连接轴铰接连接，蜗轮减速箱的固定面和底座固定连接，回转体和底座通过连接圆盘和弧形压盘扣压旋转固定，底座上和连接圆盘配合焊接一固定圆盘，这样就使回转部分和回转动力驱动部分分成了上下两部分，两部分由底座的上盘面隔开，这种结构提高了安全性。

蜗轮减速箱的驱动孔处的连接轴下部连接一个液压缸，可控制回转后的夹紧和回转前的放松，蜗轮减速箱的动力输入部分采用伺服电机，伺服电机的低速高扭矩和回转精确的特点保证了回转的动力强劲、平稳，同时又保证了回转角度的准确。回转与驱动机构如图2所示。

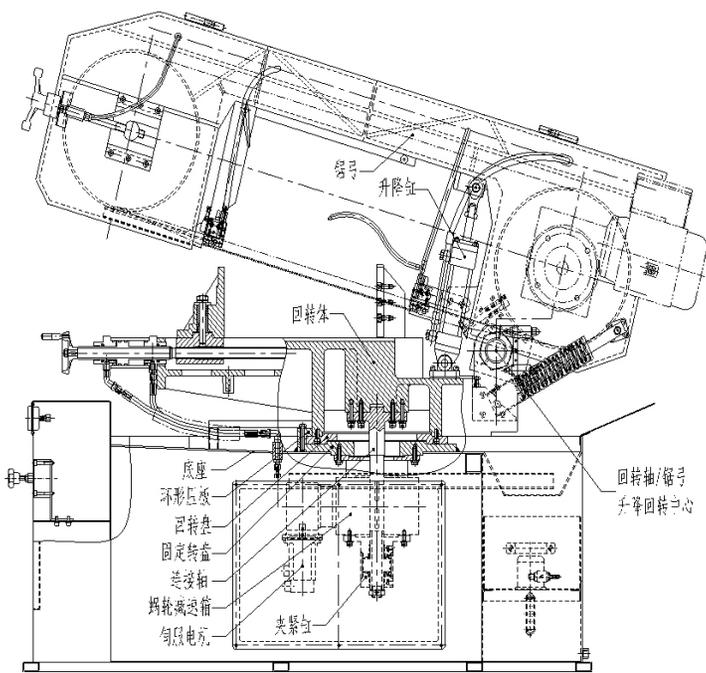


图2 回转与驱动机构

(3) 钳口动板的弹性防转装置（见图3）

钳口动板和回转体当回转体回转时，为了防止钳口动板和回转体相对不动，在钳口动板的后部安装了一个连接支架，连接支架可延伸到下面的限位板上，限位板和导向轴固定在一起，导向轴在导向座内可自由滑动，并能在弹簧的作用下自由复位。此结构保证了钳口动板和钳口定板不论是回转或不回转都能保持平行，避免了回转体在回转时钳口动板和回转体相对不动和钳口定板所产生的夹角，此夹角在夹紧工件时会造成钳口动板的棱边和工件先接触，对工件表面造成压痕，损坏工件。

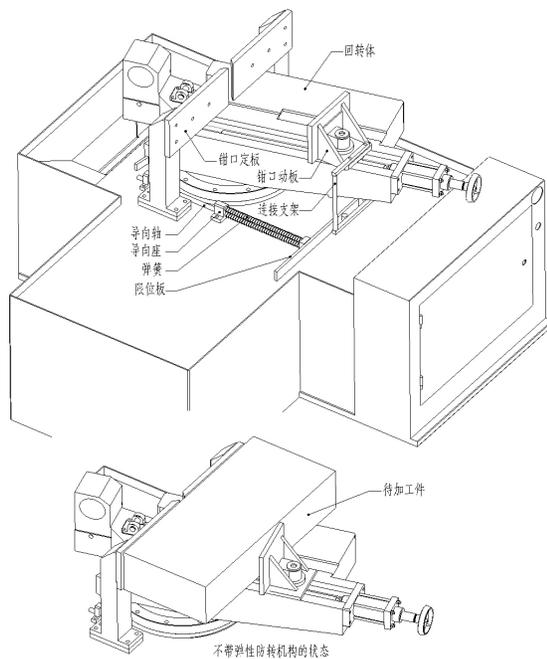


图3 弹性防转装置

(4) 大距离的送料机构（见图4）

传统的液压缸推动送料或丝杠传动送料虽然也能有大的送料距离，但其制造成本要大大增加，过高的成本不能适应市场需求，为了用过低的制造成本达到大的送料距离，满足市场和客户要求，送料机构我们采用了伺服电机+蜗轮减速箱+同步带轮和直线导轨的结构，送料方式采用同步带拉动，此结构制作成本低，但送料距离大大提高，可达2米以上，锯切时可用一次装夹完成多次锯切。

送料托板上设有多个托辊，托辊上设有可调节机构，保证多组托辊的上母线在同一平面内，减小了送料阻力。

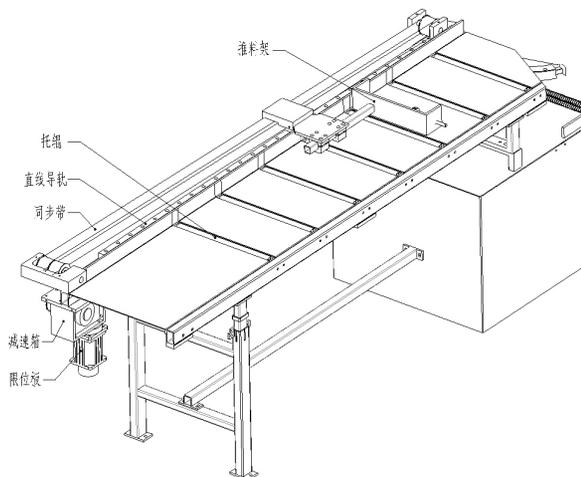


图4 送料机构

(5) 可自由回转的操作站结构

操作站和底座之间的连接采用两处铰接连接，可根

据需要选择适合的位置操作，操作方便、灵活。

(6) 锯条上铁屑的随动清理装置 (见图5)

在主动轮的背面装有摩擦滚轮，摩擦滚轮的另一端装有钢丝锯刷，主动轮旋转时带动摩擦滚轮旋转，钢丝锯刷亦随之旋转，自动清理切割后可能粘在锯条上的铁屑。

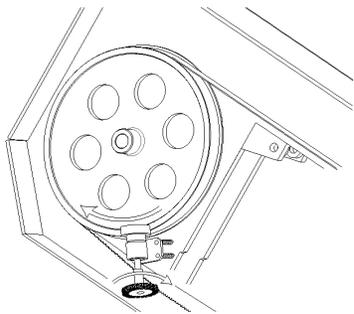


图5

(7) 一个液压系统两路系统压力的设置

一路液压系统确保有足够的压力来控制锯弓升降及回转的夹紧和放松，一路系统压力为了避免在锯切薄壁管型材或特殊材料的工件时，因夹紧力过大使材料被挤夹变形或损坏材料表面的现象出现，而设置成压力保护，并可自由调节。

(8) 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床运转的稳定性和可靠性。

(9) 设备的安全性

在设备的安全可靠性上，锯条的运转通道采用全防护并有开门断电功能，所有转动部件均进行封闭无外露。这些措施保证了机床的使用安全性。

2. 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BSK460K数控金属带锯床技术参数和性能指标为：

锯切工作台及送料拖架高度	(mm)	850
钳体最大开口距离	(mm)	460
90° 锯切矩型材	(mm)	460 × 250
90° 锯切圆型材	(mm)	φ330
±45° 锯切矩型材	(mm)	250 × 250
±45° 锯切圆型材	(mm)	φ250
主电机功率		2.2Kw (伺服)。
角度回转误差		± 0.1°
锯切的垂直精度		0.1mm/100mm
锯断片的等厚度		0.2mm/100mm
送料机构重复定位精度		向前: 0.1mm, 返回: 0.2mm
机床体积 (长 × 宽 × 高)	(mm)	4100 × 2130 × 1520
整机重量	(kg)	1360

三、主要创新点

(1) 伺服电机+两级NMRV型蜗轮减速器控制锯弓的左右回转

伺服电机和高输出比蜗轮减速箱的配合使用，保证了回转精确、动力强劲、运行平稳。关键点是在保持送料方向不变的情况下，控制锯弓左右回转从而实现工件的对称双斜面锯切，且一次送料距离在2米或2米以上。

(2) 钳口动板的弹性防转装置

此结构保证了钳口动板和钳口定板两夹持面的平行，避免了钳口动板的棱边夹伤工件表面的现象，

(3) 一次性大距离的送料机构

伺服电机+蜗轮减速箱+同步带轮和直线导轨的拉动式送料结构，大大提高了一次性送料距离，实现了一次装夹多次锯切，提高了工作效率。

(4) 锯条上铁屑的随动清理装置

不需配备额外动力装置，而能自动清理粘在锯条上锯屑，节约了能源，保护了锯条。

(5) 一个液压系统两路系统压力的设置

一个液压系统满足了两种使用要求，不仅节约了能源且保护了工件，方便了不同壁厚工件的锯切。

四、结语

BSK460K数控双回转金属带锯床功能齐全、操作方便，具有效率高、节约原材料等特点，加工工艺精良，是金属制品、机械制造等行为必备的高效节能生产设备。产品经用户使用，效果良好，完全满足客户的使用要求，特别是机床具有的自动回转功能、强劲的锯切动力驱动和触摸屏式人机界面操作设置，更是得到用户的青睐和肯定，很具有推广价值，应用前景将十分广阔，具有显著的经济效益和社会效益。BSK460K数控金属带锯床的研发、所选用的原材料、生产工艺均符合国家或行业相关标准的要求，符合国家可持续发展战略。

通过BSK460K数控金属带锯床的研制和开发，使我们深深体会到，企业要想发展，要想有所作为就必须依靠市场信息，满足市场需求，在不断吸收国内外新技术、新工艺、新产品的同时，提高自身的创新能力。在新产品开发上应做到生产一代、研制一代、储备一代；不断推出市场对路的高科技新产品，形成规模生产，迅速占领市场，企业才能焕发生机与活力。□

基于先进传感技术和人工智能技术的 机床刀具监测系统

北京南洋思源智能科技有限公司

思源智能是由国内外顶尖工业设备故障预诊与健康管
理（即工业设备PHM）专家团队创建的一家基于工业物联
网及工业人工智能技术，为客户提供PHM综合解决方案的
高科技公司。历经数年艰苦的底层技术研发，打破国外技
术垄断，突破了声发射技术在线监测和故障诊断技术，成
为业内领先的能够通过声发射技术有效监测工业设备最早
期故障的高科技公司，创新性地将独有的声发射技术和振
动、声学、光学等多维数据相结合，多层次有效监测工业
设备运行状况。

1. 声发射技术原理

声发射技术是通过检测材料或结构内部产生的高频弹
性波，来监测、评估和分析材料的内部缺陷、损伤状态
或结构变化。当材料受到外力作用、环境变化或其内部应
力超过某一临界值时，材料内部会产生微裂纹、位错、相
变、塑性变形等现象，这些物理变化会释放出高频弹性
波。声发射技术通过传感器捕捉高频弹性波，并通过信号
处理技术对其进行分析，从而判断材料的健康状态。

声发射技术的独特之处在于它能够“听见”材料内部
发生的损伤活动，尤其适用于实时监测和在线监测。此
外，声发射技术能够捕捉材料或结构在整个使用周期内的
损伤累积过程，具有动态检测的优势。

声发射技术应用于设备监测，需要解决三个方面的问题：

（1）让设备声音被“听得到”。思源智能自主研发了
声发射传感器，传感器感知终端集成了高灵敏、宽频带传
感模块，可采集1kHz~2MHz的声发射信号，准确捕捉刀具
加工过程中的声发射信号。

（2）让设备声音被“听得清”。终端进一步构建了微
功耗、轻量级、高防护的信号预处理单元，结合自适应小波

分解、声源混合模型等算法，实现信号的高效去噪增强。

（3）让设备声音被“听得懂”。通过构建声发射特征
数据库，引入机器学习与深度学习算法，对声发射信号进
行特征提取和特征分类，准确判断刀具磨损、崩刃、断刀
等异常现象。

2. 思源智能机床刀具监测

在制造行业中，机床刀具的磨损和断裂会影响加工精
度和生产效率。声发射技术能够实时监测刀具的磨损状态
和断裂风险，及时提醒操作人员进行更换或调整，从而提
高生产效率，减少废品率。

（1）实时监测刀具磨损状态

在加工过程中，刀具会随着使用时间逐渐磨损，过度
磨损可能导致加工精度下降、表面质量变差，甚至产生废
品。通过声发射技术，能够实时监测刀具的磨损状态。磨
损过程会伴随微观的材料破坏，这些破坏产生的声波可以
被声发射传感器捕捉并分析。根据声发射信号的变化特
征，能够及时判断刀具的磨损情况，提示操作人员进行刀
具更换或调整。

（2）检测刀具断裂

刀具断裂不仅会导致工件报废，还可能损坏机床，甚
至危及操作人员的安全。声发射技术对材料裂纹扩展、断
裂等破坏具有极高的灵敏度。在刀具发生断裂前，材料内
部会产生裂纹扩展的声发射信号，系统可以通过分析这些
信号提前预警，避免刀具断裂带来的严重后果。

（3）识别切削过程中的异常情况

在加工过程中，可能会出现切削条件不稳定、工件材
质不均匀等异常情况，这些都会影响加工质量。声发射技
术可以捕捉到切削过程中产生的细微变化，通过信号特征
分析，识别异常切削现象，如切削力突变、振动过大等。

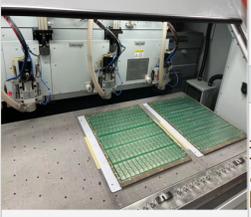
这样可以帮助操作人员及时调整加工参数，优化切削工艺，保证产品质量的稳定性。

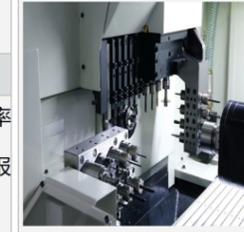
(4) 提高加工效率

通过声发射技术的实时监测，可以精准判断刀具的健康

状态，避免过早更换或过度使用刀具，减少停机时间。同时，声发射监测能够在刀具损伤即将发生时发出预警，避免因刀具断裂或磨损过度导致的返工和停机，进而提高机床的利用率和生产效率。

3.应用案例

	苏州某著名智能高端专用装备	PCB成型机	铣刀	机床制造		宁波某著名精密模具	五轴加工中心	钻头	模具
解决的问题					解决的问题				
1、精准实现粗铣刀断刀前预警及精铣刀磨损预警预警准确率100%； 2、刀具监测系统实时监测刀具状态替代固定加工时长换刀方式，延长刀具使用寿命30%左右。					1、精准实现刀具磨损预警； 2、准确率100%； 3、残次品率为0； 4、提高机床加工效率。				
	苏州某著名密封件	数控车床、橡胶切割机	车刀、切割刀	密封件、模具		深圳某著名新材料科技	北京精雕机	砂轮	盖板玻璃
解决的问题					解决的问题				
1、精准实现刀具磨损预警，准确率100%； 2、断刀后3秒内报警，并控制机床停机； 3、残次品率由5%降低至低于1%。					1、精准实现刀具磨损预警； 2、准确率100%； 3、残次品率为0； 4、提高机床加工效率。				
	中国某著名汽车	铣床	盘铣刀	汽车零部件		上海某著名汽车部件	走心式数控车床	车刀	汽车制造行业
解决的问题					解决的问题				
1、精准实现刀具崩刃报警，准确率100%； 2、残次品率为0。					1、精准实现刀具磨损预警，在刀具磨损到导致残次品之前准确预警； 2、磨损预警准确率100%； 3、残次品率基本为零； 4、质检工序人员由10人减少至1人。				
	江苏某著名精密汽车部件	车床	钻头、铣刀	精密汽车部件		常熟某著名汽车传动系统	车床	车刀	汽车部件
解决的问题					解决的问题				
1、精准实现刀具断刀前预警，断刀预警准确率98%； 2、刀具监测系统同时监测多把刀，每月节省因加工过程中1把刀断刀导致后续刀具断刀成本约50万元； 3、提高机床生产效率40%。					1、精准实现刀具磨损前预警，磨损预警准确率100%； 2、每年节省刀具成本约12万元； 3、残次品率基本为零； 4、一名机床操作工程师看管机床数量由2台增加至6台。				
	山东某著名机械制造	深孔钻床	钻头	轮胎模具		徐州某著名工程机械	插齿机	插齿刀	机械传动件
解决的问题					解决的问题				
1、精准实现刀具断刀前预警，准确率97%； 2、每月节省因刀具问题导致的工件返修及工件报废成本约1000万元； 3、提高机床生产效率20%左右。					1、精准实现刀具磨损前预警，磨损预警准确率100%； 2、刀具监测系统实时监测刀具状态替代固定工件个数换刀方式，延长刀具使用寿命15%； 3、残次品率基本为0； 4、一名机床操作工程师看管机床数量由2台增加至5台； 5、质检工序人员由6人减少至1人。				

	河南某著名 煤矿机械	推镗床	镗刀	煤矿机械		郑州某著名 煤矿机械	卧式车床	车刀、槽刀	煤矿机械
解决的问题					解决的问题				
1、精准实现刀具磨损预警，在刀具磨损至导致残次品前准确预警； 2、磨损预警准确率95%； 3、残次品率基本为零； 4、精准实现断刀前预警，避免刀具断裂造成工件及机床的损伤； 5、避免维修机床，提高生产效率。					1、精准实现刀具磨损预警，在刀具磨损至导致残次品前准确预警； 2、磨损预警准确率95%； 3、残次品率基本为零； 4、在自动化产线上实现自动换刀，补充了自动化产线的刀具监测空白。				
	山西某著名 电气机械	车床、铣床	铣刀	机械部件		上海某著名 自动化	卧式车床	车刀	精密汽车部件
解决的问题					解决的问题				
1、精准实现刀具断刀前预警，断刀预警准确率100%； 2、每月节省因刀具断刀导致工件返修及工件报废成本约100万元； 3、提高机床生产效率50%。					1、精准实现刀具磨损预警，在刀具磨损到导致残次品之前准确预警； 2、磨损预警准确率100%； 3、残次品率基本为零； 4、质检工序人员由10人减少至1人。				
	山东某著名 柴油动力	加工中心	铣刀、铰刀	柴油机		山东某著名 轮胎	钻孔机、刻字机	钻头	汽车轮胎模具
解决的问题					解决的问题				
1、精准实现刀具磨损预警，在刀具磨损到导致工件表面光洁度不够前准确预警； 2、磨损预警准确率98%； 3、残次品率基本为零。					1、精准实现刀具断刀前预警，准确率97%； 2、每月节省因刀具问题导致的工件返修及工件报废成本约1000万元； 3、提高机床生产效率20%左右。				

注：如果您对内容感兴趣，请搜索并关注微信公众号“思源智能PHM”，以获取更多有价值的信息。

资讯

德马吉森精机2024年第三季度销售额增长但利润下降

2024年11月，德马吉森精机公布了1-9月的财务业绩。公司报告称，净销售额同比增长2.1%，至3879.6亿日元。然而，由于在其欧洲工厂实施新的ERP（企业资源计划）系统所产生的额外成本，营业收入下降15.9%至300.4亿日元。此外，该公司还记录了一次性损失（因将俄罗斯制造子公司排除在合并业绩之外），导致净收入大幅下降97.4%至6.6亿日元。

关于全年预测，德马吉森精机将其合并订单量预测从原来的5300亿日元修订为5000亿日元。做出这一调整

Unit: billion JPY, center figure is % change from the previous period

	Q3, FY2024 (ending December 2024)	% Change	Full-year forecast FY2024 (ending December 2024)
Consolidated Orders Received	3815	▲4.5	5,000
Net Sales	3880	2.1	5,500
Operating Income	300	▲15.9	440
Net income	6	▲97.4	100

Source: Compiled by the editorial team based on DMG MORI's financial results

是因为，自8月以来的月度订单量与7月份的复苏趋势相比失去了动力。在净销售额预测保持不变的同时，该公司将营业利润预测从 585 亿日元下调

至 440 亿日元。净收入也从360亿日元大幅下调至100亿日元，主要原因是与俄罗斯子公司运营相关的预期保险索赔被推迟到下一财年。

数控车床双工序加工夹具设计应用及找正方法

吉林东光奥威汽车制动系统有限公司 刘振利

【摘要】设计了一种用于数控车床加工台阶孔，或具有内槽的孔加工，该种孔一般偏离零件的中心位置。本夹具可以同时加工零件上的两个位置的孔，也可以实现单独加工，适合批量及研发试制产品的生产加工。

1. 问题的提出

在机械制造领域，在某些非轴类产品中有许多孔要加工，根据这种孔的结构特点，在数控车床上加工比较方便，特别是当产品处于试制加工阶段，当孔的尺寸需要调整时，使用车床刀具加工的通用性较好，可以节省刀具成本，并减少前期准备时间。

比如某种阀体类零件，该种零件外形结构整体为长方体，在阀体上有多种不同形状和规格的孔，其中的主孔和偏心孔由于孔内有很多的沟槽和圆角，并且孔比较深，所以更适合使用数控车床加工。另外，如果在新产品试制时，主孔和偏心孔的尺寸会根据需要多次变化，那么在数控车床上进行加工，有更好的便利性。这种情况下就需要设计一种夹具，来适合主孔和偏心孔的加工。

笔者试图制作一种用于数控车床进行孔加工时所使用的夹具和安装调整方法。该结构制作的夹具，能够完成平面上孔的加工。一套夹具经过简单操作的更换，可以完成两个方向不同孔的加工，也可以根据需要分别完成加工。减少车床数量的使用，方便调整切换，减少打表找正的次数和方法。并总结提炼了一种调整找正的方法。

2. 设计原理和使用方法

图1是某阀体结构（工件）的简化示意图，工件主孔和工件偏心孔是准备在数控车床上进行加工的，两者都不在工件相应平面的中心位置。为了能够完成工件主孔和工件偏心孔的加工，装夹工件时需要保证所加工孔的轴线要与车主轴轴线重合。

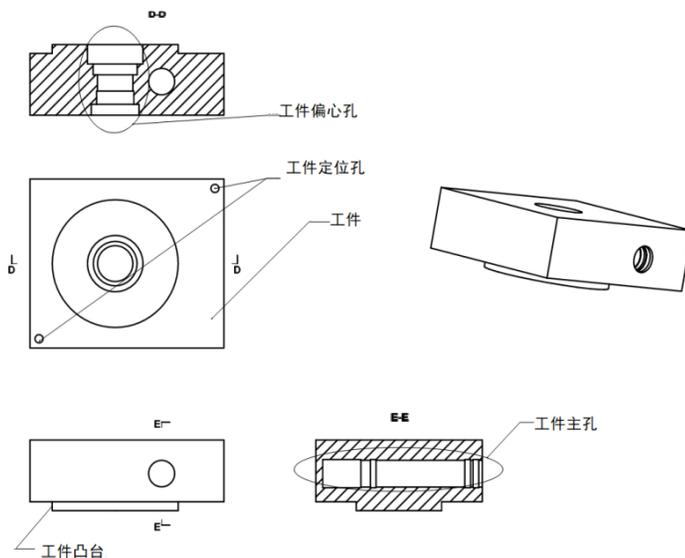


图1 工作示意图

具体结构参见图2、图3、图4、图5，上板与左立板、右立板之间装有连接定位销，并通过螺栓连接。左立板、右立板通过螺栓与底板连接，底板与连接盘通过螺栓连接。连接盘安装在数控车床主轴上。夹具定位体安装在底板上，夹具定位体安装面平面与数控车床主轴轴线之间的设计距离，要保证工件安装后工件主孔的轴线与数控车床主轴轴线重合。锁紧体安装到夹具定位体的定位孔中，加强板用于拉紧左立板和右立板。

工件安放到夹具定位体的安装面上，工件凸台与工件安装定位孔接触，并且工件定位孔安放在夹具定位体上的菱形定位销上。实现一面两销定位。锁紧螺杆经过压板、与锁紧体连接，利用六方扳手经过左立板上的避让孔，锁紧螺杆，完成加工工件主孔的定位夹紧。

当加工工件的偏心孔时，可将工件放置在上板上，工件定位孔放在上板上面的工件定位销上，工件凸台置于上板的避让圆孔里。垫块安装在上板的两侧，锁紧螺栓，经压板压紧工件。定位销在上板的位置要保证工件安装后的工件偏心孔轴线与数控机床主轴轴线重合。

当夹具定位体和上板上都装有工件，并锁紧后，由于所要加工的工件主孔和工件偏心孔的中心都处于数控车床主轴轴线重合位置，这样我们就可以对两个孔实施加工了，一个夹具就能够完成两个不同位置孔的加工。

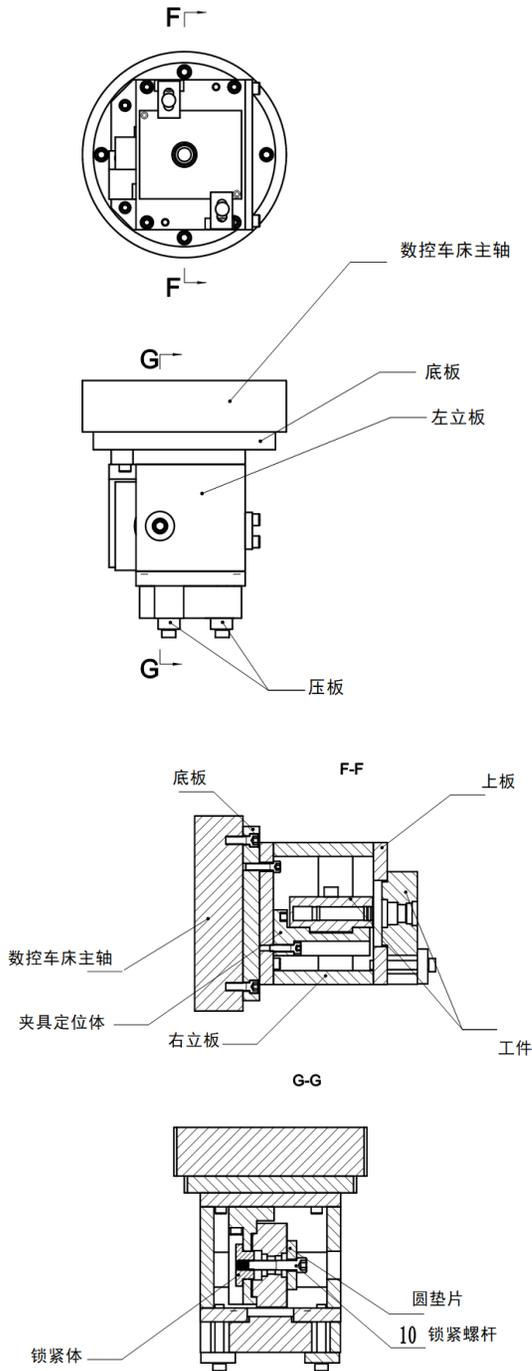


图1 主视图 俯视图 剖视图

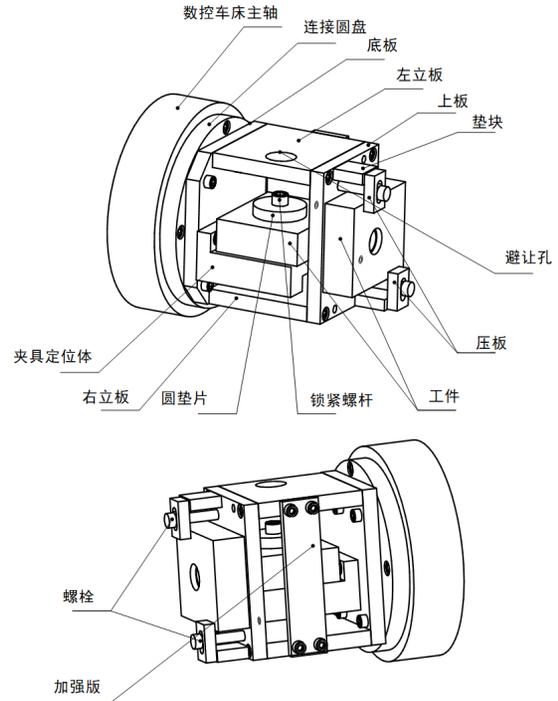


图3 轴测图

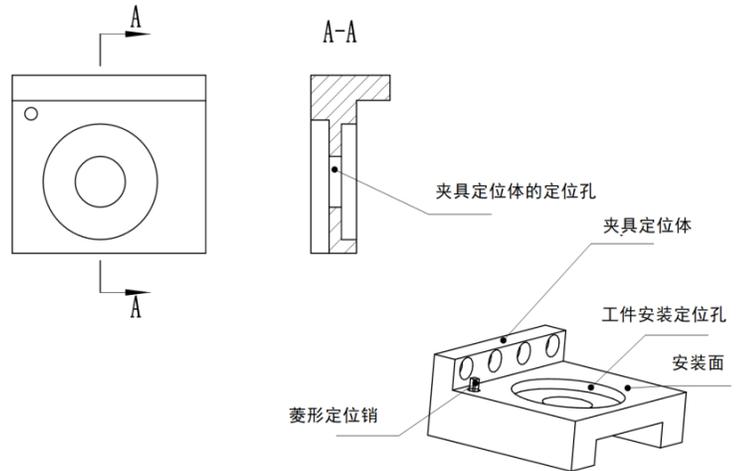


图4 主体夹具定位体

单工序加工时的操作方法：参见图5，当我们要加工的产品较大、工件主孔和工件偏心孔的孔径又相对较小时，一次装夹两个产品加工工件主孔时，由于上板和上板上的工件的厚度较高，会导致加工工件主孔时的刀具伸出来过长，导致刀具颤动，不利于产品加工。这时我们可以利用这套夹具分别对工件主孔和工件偏心孔进行加工。具体操作方法是：当加工完工件偏心孔后，可以把上板及上面的垫块和压板等件一起卸下来，这样加工工件主孔时的刀具长度就会大大缩短，保证了加工刀具的刚性；而需要把上板及上面的垫块和压板等件装回夹具时，由于在左立板、右立板和上板之间设计了定位销进行定位连接，保证了它

们之间的定位连接精度，再次加工工件偏心孔时，仍然能够保证工件偏心孔的中心处于数控车床的轴线重合，保证了加工精度。

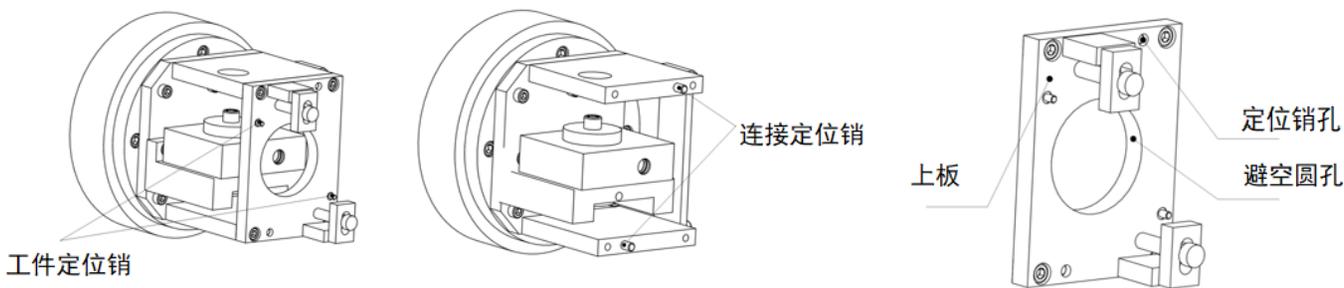


图5 上板切换示意图

夹具安装找正的方法：整体夹具在首次安装到数控车床上时，必须保证夹具的安装精度，这样才能保证加工产品时的尺寸精度。在设计夹具时，为了保证加工工件主孔和工件偏心孔时中心线和数控车床轴线保持一致，虽然个部件之间都设计了相对的位置精度，但实际制造、组装夹具时难免存在误差，所以夹具在安装到数控车床时有必要对夹具进行打表找正。

首先，把连接圆盘安装到数控车床主轴上，两者之间的连接螺栓保持松开状态，使用磁力表座和杠杆百分表来找正连接圆盘的径向外圆，找正后锁紧两者之间的连接螺栓；然后，把上板、底板、左立板和右立板等组装后的夹具，安装到连接圆盘上，保证底板和连接圆盘上两者之间的连接螺栓保持松开状态，使用磁力表座和杠杆百分表来找正上板上的避空圆孔圆表面，由于在设计避空圆孔圆时，与工件定位销之间的位置有严格的尺寸精度要求，所以找正避空圆孔圆表面就间接地找正了工件定位销的精度，也就是保证了在加工工件偏心孔时中心线和数控车床轴线保持一致，找正后锁紧底板和连接圆盘上两者

之间的连接螺栓；最后，把夹具定位体，安装到底板上，保证夹具定位体和底板两者之间的连接螺栓保持松开状态，把标准体（或者使用已加工完的工件）见图6，安装到夹具定位体表面上，锁紧标准体，使用磁力表座和杠杆百分表来找正标准体上的标准孔，这样就找正了加工工件主孔时的中心，保证了工件主孔和数控车床轴线保持一致，找正后锁紧夹具定位体和底板之间的连接螺栓，这样整个夹具的安装找正就完成了。当整套夹具从数控车床上卸下来，需要再次安装时，不需要像上述方式分别找正，只要找正连接圆盘或者上板上的避空圆孔圆，就可以找正整体夹具，保证了加工工件主孔和工件偏心孔时中心线和数控车床轴线保持一致。

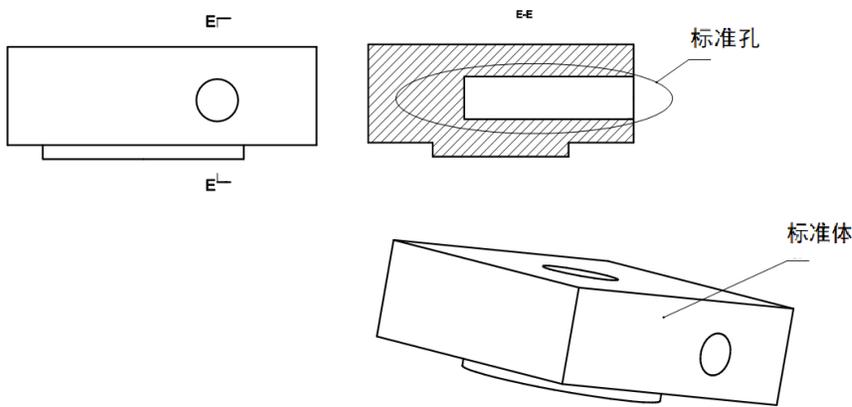


图6 标准体示意图

3. 总结

通过设计的一套夹具能够在数控车床上完成两道工序的孔加工操作，结构紧凑实用，还能够根据实用加工情况进行分序加工，并实现快速更换定位件，保证加工精度的需要，同时介绍了一种夹具找正方法，实现了一次找正，多次快速更换的目的。□

卧式车床尾座丝杆轴扭断可能性的研究及优化

沈阳机床股份有限公司 刘东波 王云萍

【摘要】 自动化柔性生产线作为迭代传统机加工车间的新型生产模式，具有自动化、信息化、规模化、智能化等诸多优势，其产成品在加工效率、精度一致性，质量稳定性等方面更是跨越式提升。本文选取筹建立式加工中心主要零部件的自动化柔性生产线为研究对象，深入分析自动线的工艺性设计。

目前市场上立式加工中心年需求量约3~4万台，市场规模巨大，效益空间充足。国际上一些头部机床行业制造商如美国HASS、日本FANUC等早已建设了自己的立式加工中心自动化柔性生产线，凭借着其产成品的规模化，精度一致性高，质量稳定的优势占领大片市场，国内在此方面尚属空白，故此亟需筹建我们自己的立式加工中心（下简称立加）自动化柔性生产线（下简称自动线）。秉承工艺先行原则，本文着重研究自动线工艺性设计并提出设计方案，其中包括：工艺路线设计、生产设备选型、夹具设计，物流设备选用等并通过测试验证方案效果。

1. 工艺路线设计

工艺人员在构建工艺流程的时候，要深入了解产品的加工数量、机械设备的具体情况以及相关工作人员的专业程度等，从而找出一种符合具体要求的机械加工工艺路线设计^[1]。而自动化柔性生产线有着自己的特殊工艺属性，其加工的物料种类、工序多样，通过交换工作台及工装底板标准化、工装柔性化，配合RGV调度系统达成柔性换产的目的，减少上下料造成的等待，提高设备利用率。采用机外装夹，零件在机床加工区外装夹，不占用机床切削时间。利用AGV、RGV空余时间进行与自动线零件缓存区交换。减少常规生产中装夹的时长，提高设备开动率，生产中采用一次装夹完成多特征加工，配置工件在线测量、刀

具在线检测技术，从而保证产品质量，提高零件精度。下文以立式加工中心主轴箱为例，设计零件加工工艺流程。

(1) 立式加工中心主轴箱零件加工工艺流程

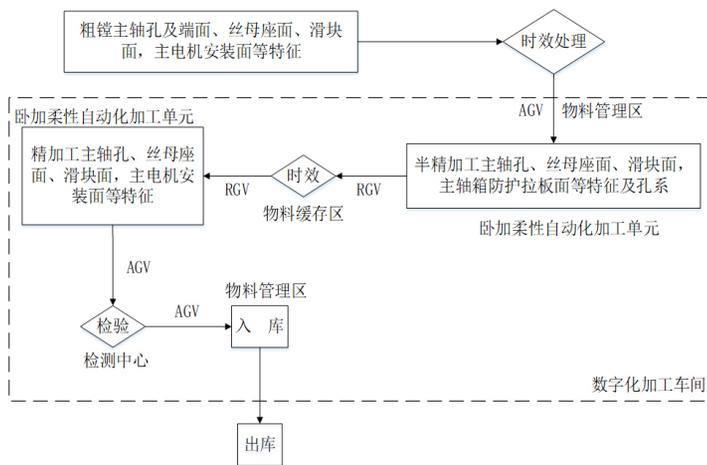


图1 主轴箱零件加工工艺流程

如图1所示，主轴箱经外部粗加工、时效处理后，进入数字化加工车间物料管理区，通过AGV物流系统，送到卧式加工中心自动化加工单元，在上下料区由人工安装至柔性托盘（上下零件、换序均由人工在上下料区进行），RGV传送至机床进行半精加工，完工后由RGV传送至加工单元内的时效区，再由RGV传送至机床内进行精加工，完工后由AGV送工件至检测中心，完工后送回数字化物料管

理区，最终完成出库。

(2) 某1100型立式加工中心主轴箱零件自动线内生产节拍测算

测算生产节拍与单件工时，验证生产线是否满足工艺条件。

表1 某1100型主轴箱工序工时

序号	工序	工时/h
1	OP10半精卧序	1.75
2	OP20精立序	1.5
3	OP30精卧序	0.75
单件工时		4

测算生产节拍 (TT) = 工作日天数 × 每日工作时长 × 设备开动率 × 投产设备数 / 生产大纲生产数 (2025生产大纲) 注：产品合格率忽略不计

$$TT = 250 \times 24 \times 85\% \times 3 / 3100h \approx 4.9h$$

经测算，生产节拍 > 单件工时，生产线满足工艺条件。

2. 生产设备选型

自动线生产设备的选型主要考虑待加工件的工序内容、外形尺寸（一般选取最大尺寸工件）、关键精度项，以及预投产生产设备自身的各项性能是否满足要求，另外测算设备数的计算方式与上文提到的生产节拍计算公式类似，以下选取某1100型立式加工中心五大件为例详细阐述：

$$\text{测算设备数} = \frac{\text{测算工时} \times \text{投产设备数} / \text{生产大纲生产数}}{\text{工作日天数} \times \text{每日工作时长} \times \text{设备开动率}}$$

表2 某1100型立式加工中心五大件设备选型测算表

工件名称	自动线内工序	工件外形尺寸	关键精度项	单件工时	测算设备数	设备数	设备选型
床身	半精上面OP10	2260 × 1930 × 510	导轨面直线度0.01	5	9.87	10 (场地限制实际投入7台, 欠缺产能外委或外协)	GMC2030
	精上面OP20			1			
立柱	半精上面OP10	1665 × 1470 × 495	导轨面直线度0.01	4.75	9.87	10 (场地限制实际投入7台, 欠缺产能外委或外协)	GMC2030
	精上面OP20			0.75			
滑座	半精底面OP10	2000 × 530 × 330	滑块面平面度0.01 导轨面直线度0.01	1.5	2.75	3	VMC1600P
	半精上面OP20			2			
	精底面OP30			0.5			
	精上面OP40			0.75			
工作台	半精底面OP10	1300 × 600 × 260	滑块面平面度0.01 T型槽直线度0.01	1.25	2.75	3	VMC1600P
	半精台面OP20			1.25			
	精底面OP30			0.75			
	精台面OP40			1			
主轴箱	精卧序OP50	890 × 660 × 620	主轴孔圆柱度0.01 滑块面平面度0.01	0.8	1	1	TH65100X125
	半精卧序OP10			1.75	2.43	3	HMC100Ht
	精立序OP20			1.5			
	精卧序OP30			0.75			

3. 夹具设计

工装夹具是柔性自动化生产线其中重要一环。通常夹具按通用化程度分，有通用夹具、专用夹具、成组专用夹具、组合夹具等。按动力来源分，有手动夹具、气动夹具、液压夹具和电动夹具等^[2]。综合考虑效率、成本、软硬件等因素，柔性自动线最终选取手动专用夹具，其特点是适用于大批量生产，结构紧凑、简单方便、首次投入成本低。缺点是辅助工时长，后期持续性人力成本相对较高。

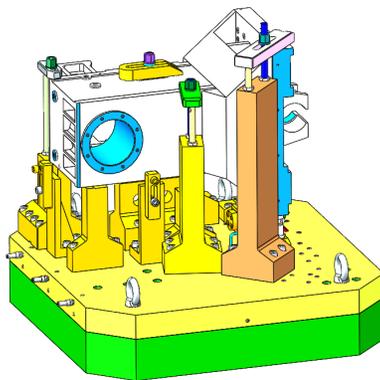


图2 某850型立加主轴箱工装夹具示意图

如图2所示设计的某850型立加主轴箱工装夹具，其定位点、夹压点布设合理，巧妙地避开了待加工面，

又能保证工件在工装中确定位置，避免了工件的装夹变形，同时基准面均设有气密检测装置检验工件装夹稳定性。另外工装托盘上预设多处拓展螺纹孔，通过挪动更换模块适用于多种不同外形的主轴箱。

4. 物流设备选用

自动化柔性生产线的一大优势便是智能化、数字化的先进物流系统，通过AGV运输设备、智能调度系统、同时应用ERP、MES、仓储管理等与计划流的实时信息共享，打通从订单到生产计划、投料计划、现

场生产执行的一体化管理，实现计划流与物流系统的集成统一。



图3 AGV智能物流运输车

图3所示为选取的AGV智能物流运输车，其具有智能上下料、探路、躲避、称重等多种功能。

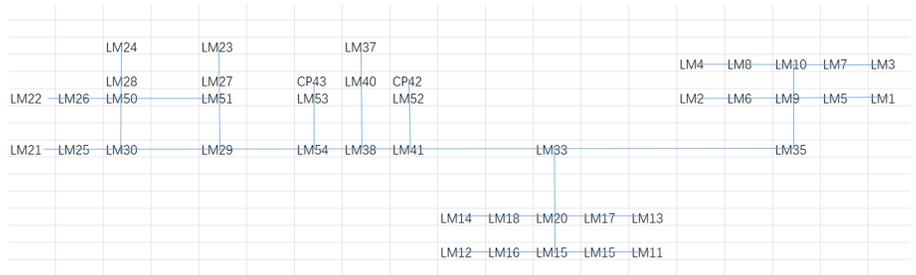
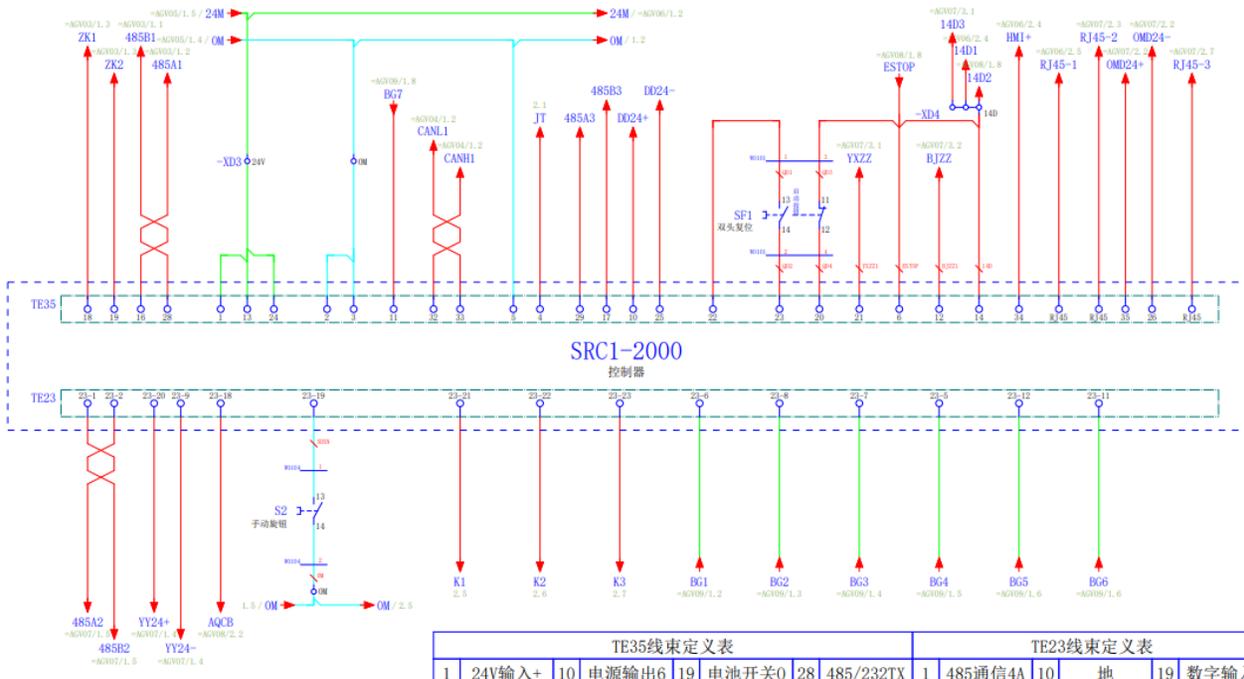


图4 AGV物流系统逻辑控制图

图4 所示为AGV物流系统逻辑控制图，确定了本车间AGV运输路线及运行逻辑。物流系统上料逻辑：毛坯平面库出入库 - 毛坯放置到AGV码头托盘 - 呼叫AGV运送到对应产线 - 对应产线绑定毛坯与工装并开始生产。

图5为AGV控制器电路图。



=A31+/1

TE35线束定义表					TE23线束定义表								
1	24V输入+	10	电源输出6	19	电池开关0	28	485/232TX	1	485通信4A	10	地	19	数字输入1
2	地	11	数字输入3	20	模式1开机	29	485通信1A	2	485通信4B	11	数字输入8	20	电源输出3
3	地	12	报警灯	21	开机灯	30	CAN通信2L	3	485通信3B	12	数字输入7	21	电源输出2
4	急停输出1-	13	24V输入+	22	电池开关0	31	CAN通信2H	4	485通信3A	13	地	22	电源输出4
5	急停输出1+	14	地	23	电池开关N	32	CAN通信1L	5	数字输入6	14	地	23	电源输出1
6	急停开关	15	自动充电	24	24V输入+	33	CAN通信1H	6	数字输入2	15	抱闸输出		
7	急停灯	16	485/232RX	25	地	34	电源输出0	7	数字输入5	16	地		
8	急停输出2+	17	485通信1B	26	地	35	电源输出5	8	数字输入4	17	抱闸开关		
9	急停输出2-	18	电池开关N	27	手动充电			9	地	18	数字输入0		

图5 AGV控制器电路图

5. 结语

本文通过研究与探讨工艺路线设计、生产设备选型、夹具设计，物流设备选用等方面，论证立式加工中心主要零部件自动化柔性生产线的工艺性设计合理，其可实施性强，建设方向正确，预期将产生良好的经济效益和社会效

益。总的来看，该自动线无论从技术上还是从经济上都是合理可行的。□

参考文献

- [1]机械加工工艺技术与误差分析[J].徐永利.中国设备工程.2021.417
- [2]轴类零件加工夹具及定位分析[J].田昊、徐永利.科学与财富.2016.8

基于S7-1200PLC的通信协议转换

北京工研精机股份有限公司 肖博 刘贺强 戴玉红 王楠楠 张胤

【摘要】通过S7-1200PLC的转换，实现S7协议和828D之间、S7协议和MODBUS-RTU之间的互联互通和信息交换，进而实现了828D和MODBUS-RTU设备之间的协同工作和信息共享，思路简捷，易于实现。

一、问题与方案

采用SINUMERIK 828D的加工中心，增加超声波控制器来实现超声波加工。从SINUMERIK 828D发送指令，对超声波控制器的运行参数进行设置。同时，超声波控制器的实际工作参数和工作状态还需要实时显示在SINUMERIK 828D的显示器上，便于实时诊断或实时监控。这便涉及到了设备间通信的问题，该超声波控制器支持MODBUS-RTU (Remote Terminal Unit)通信协议，而SINUMERIK 828D系统并不支持MODBUS-RTU通信协议。如何建立SINUMERIK 828D和超声波控制器之间的通信？

本例采用S7-1200PLC作为桥梁，进行通信协议的转换，基本构架如图1所示。

S7通信协议是指西门子公司用于其S7系列PLC之间进行通信的标准通信协议或者说是专用通信协议，能够实现PLC之间的数据传输和互相控制。S7-1200PLC作为本地站，设置与828D通信的IP地址；828D为远程站。编写PLC程序于本地站，调用PUT和GET实现通信。

Modbus RTU是用于网络中通信的标准协议，使用RS232 或 RS422/485 连接在网络中的 Modbus 设备之间，并进行串行数据传输。Modbus RTU 使用主/从站网络，其中整个通信仅由一个主站设备触发，而从站只能响应主站的请求。通过 Modbus 指令，S7-1200PLC与支持Modbus RTU协议的超声波控制器进行通信，这里使

用了 CM 1241 RS485 通信模块。其中，S7-1200PLC作为 Modbus 主站，超声发生器被作为从站，该项目中，程序的编写在作为主站的S7-1200PLC进行，通过指定MODE=0或1来实现读写通信。

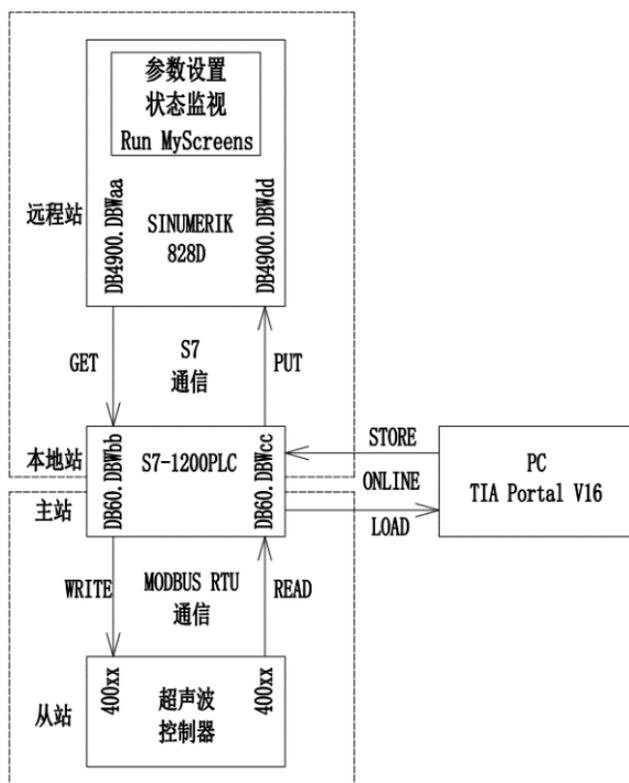


图1 基本构架

二、配置与连接

1. 软件与硬件配置 (见表1)

表1 该项目中主要配置

名称	型号	备注
TIA Portal V16	/	用于调试S7-1200
SINUMERIK 828D	6FC5370-5AA40-0AA0	抗干扰的 RJ45通讯接口, S7通讯协议
CPU 1214C DC/DC/RLY	6ES7214-1HG40-0XB0	抗干扰的 RJ45通讯接口, S7通讯协议
5端口以太网交换机	DES-1005D	同步通信
通信模块 CM1241 RS485/422	6ES7241-1CH32-0XB0	RS485/422接口, 9 针 D-sub 插座, Modbus RTU通讯
超声波发生器	CSDB-B4	RS485接口, 9 针 D-sub 插座, Modbus RTU通讯

2. 设备连接

(1) 通信总览

交换机被用来扩展 SIMATIC 以太网接口, 以便实现与CPU 1214C、828D或者计算机的同步通信, 通讯总览如图2所示。

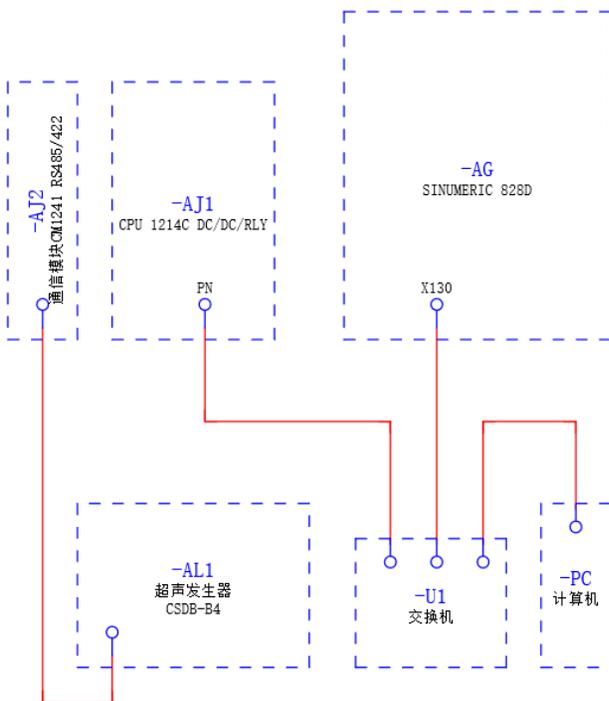


图2 通信总览

(2) RS485接口

对于CM1241通信模块的RS485接口和超声波控制器的RS485接口, 需要焊接DB9插头。插头为针型, 两侧对

应的脚号如表2所示。

表2 DB9插头焊接

脚号		含义
CM1241通信模块RS485接口	超声波控制器RS485接口	
3	1	5V
8	2	0V
5	5	GND

注: 屏蔽层两端接插头金属外壳

三、地址规划

1. Modbus地址

(1) 帧结构

S7-1200对超声波控制器进行读操作时, 命令帧见表3:

表3

Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7	Byte8
从机地址	功能码	寄存器起始地址高字节	寄存器起始地址低字节	寄存器数量高字节	寄存器数量低字节	CRC 低字节	CRC 高字节
0x3A	0x03						

S7-1200对超声波控制器单个寄存器进行写操作时, 其命令帧见表4:

表4

Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7	Byte8
从机地址	功能码	寄存器地址高字节	寄存器地址低字节	数据 1 高字节	数据 1 低字节	CRC 低字节	CRC 高字节
0x3A	0x06						

在应用Modbus_Master 函数块时, 并不能直接输入命令帧中的功能码。Modbus_Master 指令使用 MODE输入而非功能码输入。MODE和Modbus地址一起确定实际Modbus 帧中使用的功能码^[1], 如表5中列出了部分内容。

表5 MODE、Modbus功能和Modbus地址之间的关系

MODE	Modbus 功能	数据长度	操作和数据	Modbus 地址
0	01	1 到 2000 1 到 1992 1	读取输出位: 每个请求 1 到 1992 或 2000 个位	1 到 9999
0	02	1 到 2000 1 到 1992 1	读取输入位: 每个请求 1 到 1992 或 2000 个位	10001 到 19999
0	03	1 到 125 1 到 124 1	读取保持寄存器: 每个请求 1 到 124 或 125 个字	40001 到 49999 或 400001 到 465535
0	04	1 到 125 1 到 124 1	读取输入字: 每个请求 1 到 124 或 125 个字	30001 到 39999
104	04	1 到 125 1 到 124 1	读取输入字: 每个请求 1 到 124 或 125 个字	00000 到 65535
1	05	1	写入一个输出位: 每个请求一位	1 到 9999
1	06	1	写入一个保持寄存器: 每个请求 1 个字	40001 到 49999 或 400001 到 465535
1	15	2 到 1968 2 到 1960 1	写入多个输出位: 每个请求 2 到 1960 或 1968 个位	1 到 9999
1	16	2 到 123 2 到 122 1	写入多个保持寄存器: 每个请求 2 到 122 或 123 个字	40001 到 49999 或 400001 到 465535

(2) Modbus功能

根据命令帧的格式可知，该项目所涉及的功能码为3或6。想要把Modbus功能设为3或6，命令帧中的寄存器地址就要转换为表中所要求的Modbus地址：40001到49999，或者400001到465535。

本文采用“40001到49999”。

超声波控制器的寄存器地址始于0x00，通过两步，将其转换至“40001到49999”：

第一步：将寄存器原地址由16进制转换为10进制。

第二步：加上40001。

转化前后的寄存器地址分别参见表6中的“寄存器原地址”和“寄存器新地址”两列。

2. 通信地址

寄存器新地址确定后，进一步对“S7通信”的地址和“Modbus通信”的地址进行整体规划，使得在编写程序时更加具有条理性，更加高效，且不易出错，如表6所示。

表6 通信地址

地址规划表			Modbus写		PUT		
			GET	寄存器新地址	Modbus读		828D(ADDR)
变量名	寄存器原地址	数据类型	828D(ADDR)	S7-1200(RD)	寄存器新地址	S7-1200(SD)	828D(ADDR)
设备启停	0x04	INT	DB4900.DBW14	DB60.DBW18	40005	DB70.DBW18	DB9043.DBW18
通讯连接	\	INT	DB4900.DBW28	DB60.DBW22	\	DB70.DBW22	DB9043.DBW22
控制模式	0x00	INT	DB4900.DBW10	DB60.DBW10	40001	DB70.DBW10	DB9043.DBW10
功率	0x01	INT	DB4900.DBW12	DB60.DBW12	40002	DB70.DBW12	DB9043.DBW12
终止频率	0x02	INT	DB4900.DBW16	DB60.DBW14	40003	DB70.DBW14	DB9043.DBW14
起始频率	0x03	INT	DB4900.DBW20	DB60.DBW16	40004	DB70.DBW16	DB9043.DBW16
手动频率	0x05	INT	DB4900.DBW24	DB60.DBW20	40006	DB70.DBW20	DB9043.DBW20
烟雾除尘	\	INT	DB4900.DBW30	DB60.DBW24	\	DB70.DBW24	DB9043.DBW24
谐振频率	0x0A	INT	\	\	40011	DB70.DBW30	DB9043.DBW30
工作状态	0x0B	INT	\	\	40012	DB70.DBW32	DB9043.DBW32
报警类型	0x13	INT	\	\	40020	DB70.DBW48	DB9043.DBW48
终止频率	0x1A	INT	DB4900.DBW18	DB60.DBW62	40027	DB70.DBW62	DB9043.DBW62
起始频率	0x1B	INT	DB4900.DBW22	DB60.DBW64	40028	DB70.DBW64	DB9043.DBW64
手动频率	0x1C	INT	DB4900.DBW26	DB60.DBW66	40029	DB70.DBW66	DB9043.DBW66
谐振频率	0x1D	INT	\	\	40030	DB70.DBW68	DB9043.DBW68

3. 辅助功能通信地址

另外，作为828D系统PLC I/O点的补充，S7-1200 PLC本体集成I/O点完全可以充分利用起来，这也有利于设计中的模块化，工程化，现场施工也更具有条理性，程序可读性也更好。项目中将S7-1200 PLC本体集成I/O点用于辅助功能的逻辑控制，地址规划如表7和表8所示。

表7 输入信号的地址

地址规划表		PUT	
变量名	数据类型	S7-1200 (SD)	828D (ADDR)
除尘器供电	BOOL	I0.0	DB9043.DBX116.0
超声供电	BOOL	I0.1	DB9043.DBX116.1
电子锁按钮	BOOL	I0.2	DB9043.DBX116.2
前门关闭	BOOL	I0.3	DB9043.DBX116.3
\	BOOL	I0.4	DB9043.DBX116.4
\	BOOL	I0.5	DB9043.DBX116.5
\	BOOL	I0.6	DB9043.DBX116.6
\	BOOL	I0.7	DB9043.DBX116.7

表8 输出信号的地址

地址规划表		GET	
变量名	数据类型	828D (ADDR)	S7-1200 (RD)
除尘器启动	BOOL	DB9043.DBX117.0	Q0.0
\	BOOL	DB9043.DBX117.1	Q0.1
\	BOOL	DB9043.DBX117.2	Q0.2
\	BOOL	DB9043.DBX117.3	Q0.3
电弧加工状态	BOOL	DB9043.DBX117.4	Q0.4
电子锁线圈	BOOL	DB9043.DBX117.5	Q0.5
外部控制端口	BOOL	DB9043.DBX117.6	Q0.6
电子锁按钮灯	BOOL	DB9043.DBX117.7	Q0.7

4. 新建数据块

根据上面的地址规划，新建DB60、DB70数据块，数据块类型为全局，并取消“优化的块访问”，如图3所示，因为不允许在具有优化访问的块中对数据进行绝对寻址。

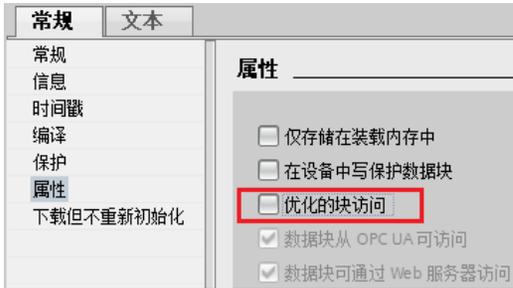


图3 取消“优化的块访问”

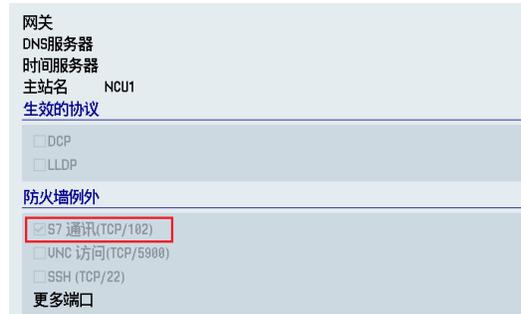


图5 防火墙例外

5.网络IP地址 (见表9)

表9

	IP 地址
828D X130端口	10.89.27.151
S7-1200 PN口	10.89.27.150
计算机	10.89.27.149

6.PC侧设置

设置TCP/IPv4属性的IP地址，同时关闭计算机防火墙，如图4所示。



图4 计算机IP与防火墙

四、S7通信设置

S7通信设置主要有828D侧设置和S7-1200侧设置，其中主要是S7-1200侧设置。

1. 828D侧设置

对于X130端口，设置S7通讯 (TCP/102) 防火墙例外以及IP地址，如图5和6所示。

TCP/IP配置	NCU 公司网络X130	NCU 服务X127
平均可用性	100.00%	0.00%
计算机名称	-	-
DNS名称	-	ncu-ibn
MAC地址	00:1c:06:76:22:02	00:1c:06:76:22:04
地址类型	手动 - 关	DHCP - 服务器 (缺省)
IP地址	10.89.27.151	192.168.215.1
子网掩码	255.255.255.0	255.255.255.224
DHCP服务器	-	-
DHCP服务器	-	-
状态	-	-
DHCP同步方式	-	-
DNS服务器 1	-	-
DNS服务器 2	-	-
网关	-	none

图6 X130端口IP地址

2. S7-1200侧设置

这一部分是通过TIA Portal软件来进行的，下面以TIA Portal V16为例说明。

(1) 添加新设备

添加CPU：打开TIA Portal V16-新建项目-添加新设备-控制器-CPU 1214C DC/DC/RLY, 6ES7 214-1HG40-0XB0，如图7所示。

设置以太网地址：属性-常规-profinet接口[X1]-以太网地址，单击“添加新子网”并生成子网名称：PN/IE_1，填写IP地址：10.89.27.150，如图8所示。

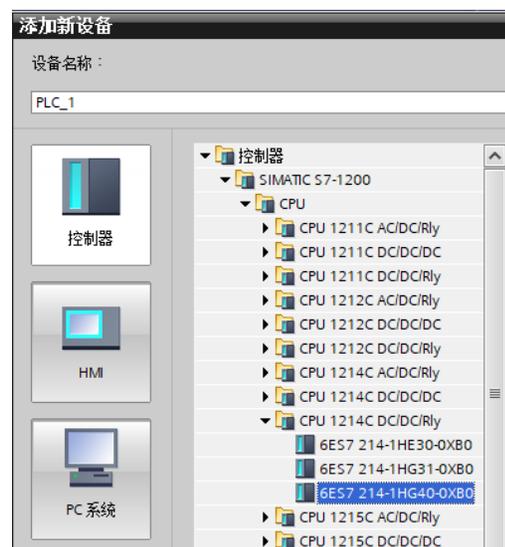


图7 添加CPU



图8 S7-1200 PN口IP设置

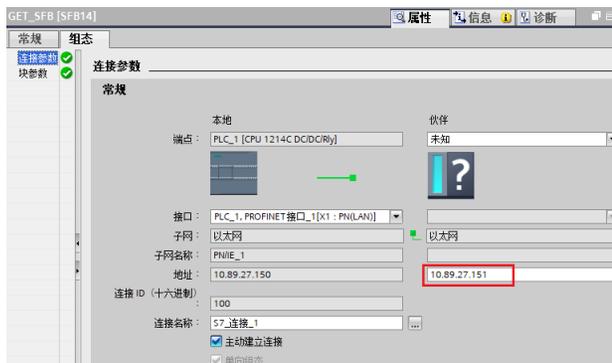


图11 伙伴地址

(2) GET指令

GET指令用于从远程CPU读取数据，即从828D读取数据。调用该指令的路径为：指令-通信-S7通信-GET，同时，如图生成背景数据块。接着，开始组态，如图9和10所示。



图9 背景数据块

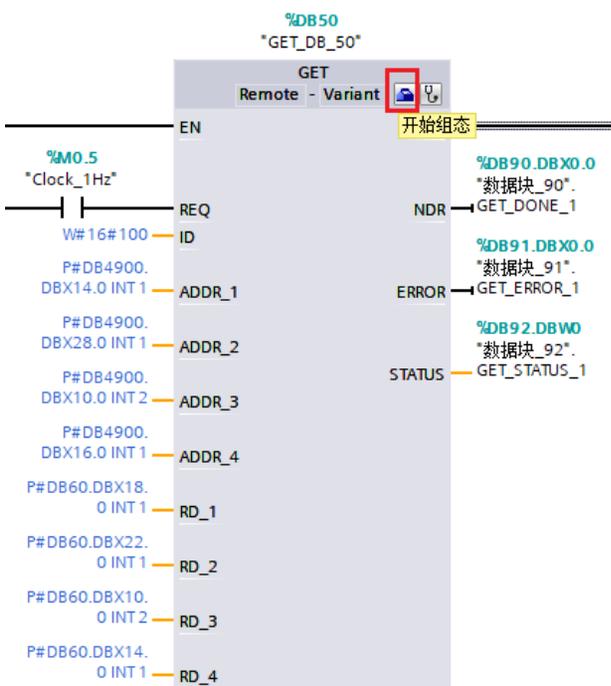


图10 开始组态

②ID号：伴随着GET指令块的建立，本地ID号会自动生成并自动设置于ID引脚，比如该项目中ID号为W#16#100。

③块参数设置：块参数用来定义程序块的函数引脚，如表10所示。

表10 块参数设置

引脚地址	含义	备注
REQ	启动请求	M0.5，通过上升沿信号启动操作，这里为1Hz时钟。
ADDR	读取区域	指向待读取伙伴 CPU（即828D）中的区域，参见表6 通信地址。
RD	存储区域	指定本地（即S7-1200）CPU地址区用于接收数据，参见表6通信地址。
NDR	请求已完成	指示请求是否已成功完成。如果状态参数NDR 的值变为“1”，则表示该动作已经完成。
ERROR	错误位	(1) ERROR=0的情形。 STATUS=0，正常；STATUS≠0，警告。
STATUS	错误信息	(2) ERROR=1的情形，出错。 STATUS为错误的具体信息。

这里，保存ERROR=1时STATUS的信息，便于调试诊断，如图12所示。

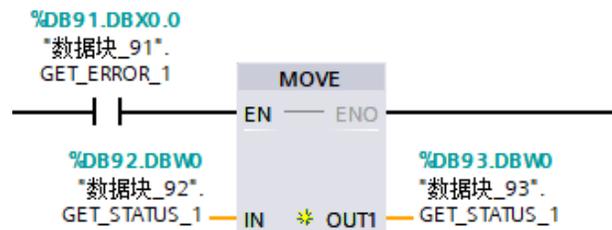


图12 错误信息保存

①连接参数设置：设置伙伴地址，即828D X130端口地址：10.89.27.151，如图11所示。

篇幅原因，这里只列出部分引脚的设置，如图13所示。



图13 部分引脚设置

④S7连接设置：设置伙伴的机架/插槽为0 2。路径为：设备和网络-网络视图-连接-属性-常规-地址详细信息，如图14所示。这里若设置不当，执行GET时有16#19报警。

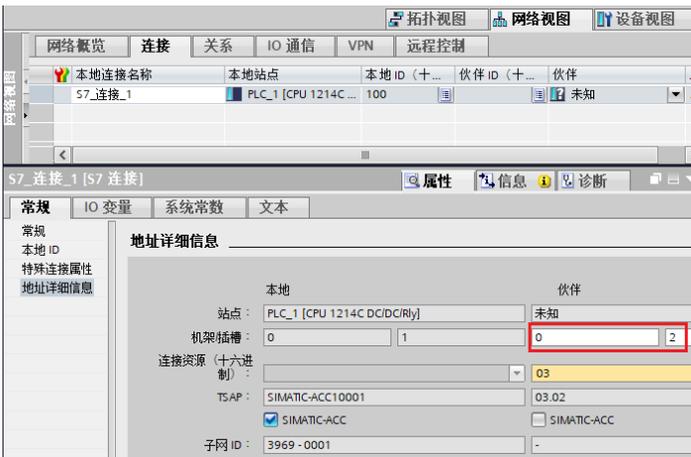


图14 机架/插槽

(3) PUT指令

PUT指令用于向远程CPU写入数据，即向828D写入数据。与GET指令是同样的道理，这里不做赘述。

五、MODBUS-RTU通信设置

MODBUS-RTU通信设置是在S7-1200侧进行的。

1. 添加通信模块

单击设备组态-硬件目录-通信模块-点对点- CM1241 (RS485/422) , 6ES7 241-1CH32-0XB0, 如图15所示。

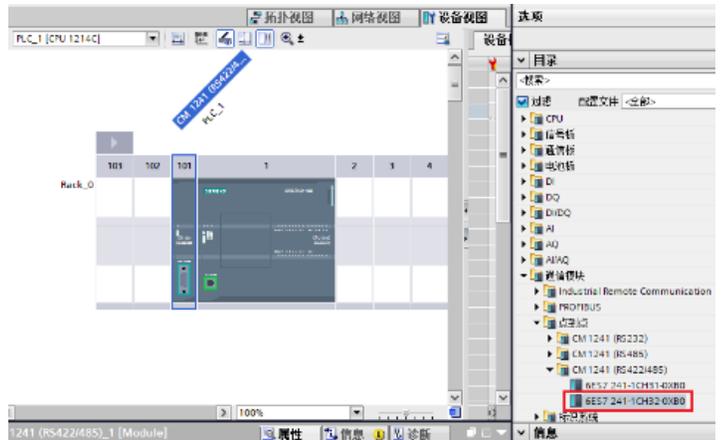


图15 添加通信模块

对该通信模块进行端口组态：单机该模块-属性-常规-RS485/422接口-端口组态，该模块与超声波控制器连接，根据超声波控制器厂家所提供的数据进行设置，如图16所示。其中，

- 操作模式：半双工（RS-485）2线制模式
- 波特率：38400bps
- 数据位：8
- 校验位：无校验
- 停止位：1

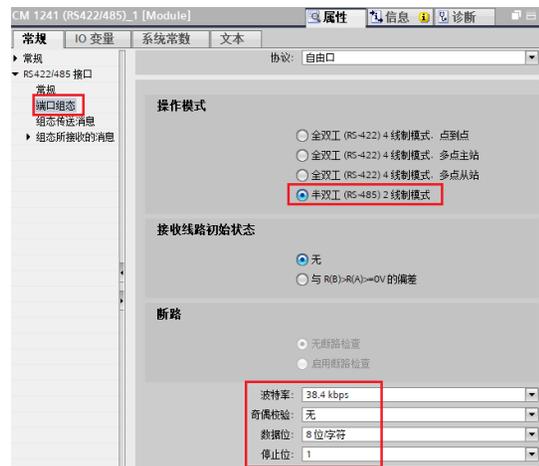


图16 端口组态

2. 端口初始化编程

指令路径为：通信-通信处理器-MODBUS (RTU)，调用指令Modbus_Comm_Load，并自动或手动生成背景数据块：“Modbus_Comm_Load_DB_1”，即

DB1。该指令用来组态Modbus的端口，即通过 Modbus RTU 协议对用于通信的通信模块CM1241（RS485/422）进行组态，以便 Modbus_Master指令可以使用该端口进行通信，如图17所示。

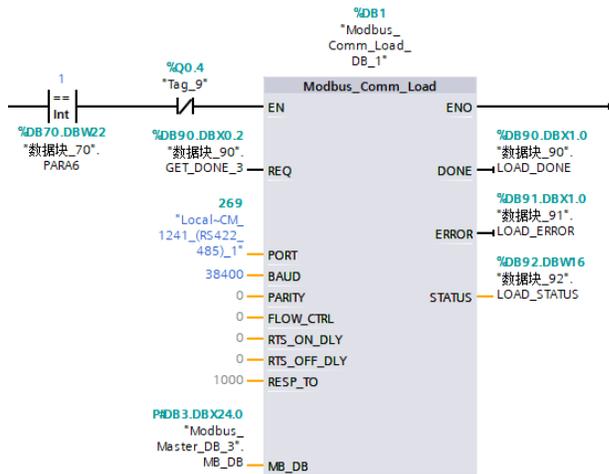


图17 端口初始化

(1) 输入输出引脚地址分配 (见表11)

表11

引脚地址	含义	备注
EN	使能端	通信连接
REQ	请求	M0.5, 通过上升沿信号启动操作, 这里为1Hz时钟
PORT	通信端口的硬件标识符	269
BAUD	波特率	38400
PARITY	奇偶检验选择	0
FLOW_CTRL	流控制选择	0
RTS_ON_DLY	RTS延时选择	0
RTS_OFF_DLY	RTS关断延时选择	0
RESP_TO	响应超时	1000
MB_DB	Modbus_Master所用背景数据块	"Modbus_Master_DB_3". MB_DB
DONE	完成位	执行正确完成后保持为TRUE一个扫描周期
ERROR	错误位	错误时保持为TRUE一个扫描周期
STATUS	错误代码值	错误代码仅在 ERROR = TRUE 的周期内有效

其中，单击CM1241-属性-系统常数，可知硬件标识符为269，此即PORT引脚的设置，如图18所示。



图18 硬件标识符

MB_DB 参数必须与 Modbus_Master 或 Modbus_Slave 指令的MB_DB 参数相连。

(2) 操作模式

数据块DB1中有一个Static变量：MODE。该变量表示操作模式，需要设置为4，表示半双工操作模式，如图19所示。

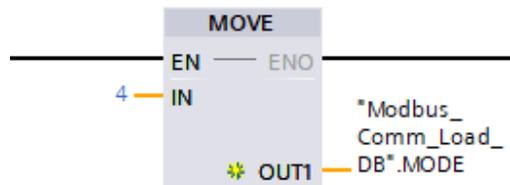


图19 操作模式

3.创建写指令

指令路径为：通信-通信处理器-MODBUS (RTU)，调用指令Modbus_Master，并自动或手动生成背景数据块：“Modbus_Master_DB_3”，即DB3，如图20所示。

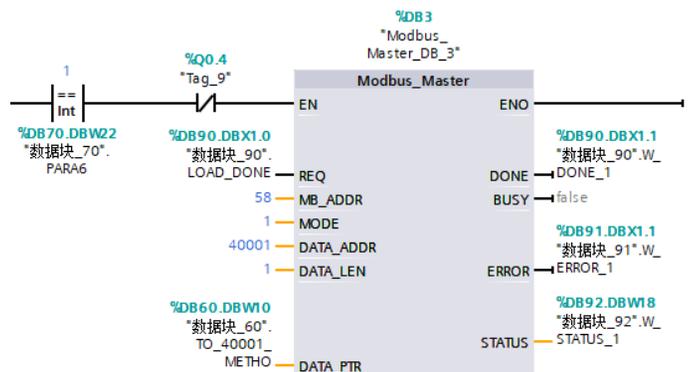


图20 Modbus_Master指令

输入输出引脚地址分配：输入输出引脚地址分配如图20所示，各引脚含义如表12所示。

表12 引脚含义

引脚地址	含义	备注
EN	使能端	通信连接和相关互锁
REQ	请求	Modbus_Comm_Load的完成脉冲DB90.DBX1.0
MB_ADDR	从站地址	由超声发生器说明书可知0x3A, 即十进制58
MODE	请求类型	写入
DATA_ADDR	从站中的起始地址	40001
DATA_LEN	数据长度	1, 类型: int
DATA_PTR	指向要写入或读取的数据的M或DB地址	DB60.DBW10, 参见表6通信地址
DONE	完成位	执行正确完成后保持为TRUE 一个扫描周期
BUSY	执行位	操作正在进行, 这里没有指定
ERROR	错误位	错误时保持为TRUE 一个扫描周期
STATUS	错误代码值	错误代码仅在 ERROR = TRUE 的周期内有效

4. 创建读指令

仍然调用指令Modbus_Master, 输入输出引脚地址MODE=0。与创建写指令是同样的道理, 这里不做赘述。

5. 轮询

RS485采用半双工传输^[2], 同一周期只能有一条报文存在于线路中, 主站发送报文, 因此要用到轮询。

如图1基本框图中, S7-1200PLC中含有多个Modbus_Master指令调用, 必须确保在任意给定时间, 只有一个调用处于激活状态。因此需要通过上一条指令输出位“DONE=1”来触发下一条指令。

至此S7-1200PLC可编译, 下载, 运行。

六、小结

以S7-1200PLC为纽带, 实现了S7协议和828D之间, S7协议和MODBUS-RTU之间的互联互通和信息交换, 进而实现了828D和超声控制器之间的协同工作和信息共享, 原数控机床实现了稳定高效的超声加工功能。该方法也可以应用于其他类似场合, 比如, 对于相关的力传感器、流量传感器数据的读取, 就可以参考本文所述方法或者文中描述的部分章节, 思路简洁, 且易于实现。本文旨在抛砖引玉, 触类旁通。□

【参考文献】

- [1] 系统手册 S7-1200可编程控制器_201609_chs:1357.
- [2] 徐 游. 流量计 RS485 接口通讯程序的设计与实现[J] 信息通信, 2017 年第 3 期: 69.

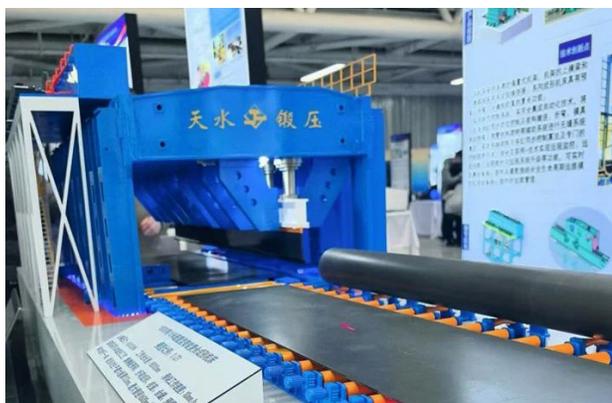
资讯

天水锻压集团新产品获甘肃省第五届“创新杯”工业设计大赛银奖

12月11日, 甘肃省第五届“创新杯”工业设计大赛在兰州举行, 天水锻压机床(集团)有限公司研发的“超重型多牌坊系列智能复合成形机床”获得银奖。

据悉, 此次赛事由甘肃省人民政府主办, 甘肃省工业和信息化厅、甘肃省教育厅等5家单位承办, 来自全国工业设计领域的1757件作品参赛, 较往届产品更多、规模更大、品类更全。天水锻压集团把参加此次大赛作为提升自我、锤炼能力的难得机会, 进行了精心组织和统筹安排。获奖产品的主要特点是: 集预弯边、合缝、矫直等多功能于一身, 技术含量高, 解决了多项“卡脖子”技术。产品受到赛会的广泛青睐, 赢得一致好评。

另据报道, 12月12日, 天水锻压机床“多缸同步数控钢管成形机控制算法研究及系统集成”, 荣获天水市第六届职工优秀创新成果一等奖。



近年来, 天水锻压集团坚持把科技创新作为推进产业工人队伍建设和企业提质增效的重要抓手, 鼓励和支持广大职工开展创新、创造活动, 努力营造企业在技术、工艺、质量、管理、文化等方面的创新氛围。

利用普通镗床加工超程大孔距连杆的精准定位装夹装置的设置与应用

泰安嘉和重工机械有限公司 李动光 赵忠刚

【摘要】本文简述了原始的镗削方法和弊端，阐述大孔距连杆镗孔装夹装置的主要构成内容，并对基座及其相关安装附件的设制与选配进行了论述，以及滑台的设计思路与制造要点，描述锁销与顶丝销的设制理念和加工注意事项，讲解了该装置的应用及养护事项。该工装设计新颖、制作简便、使用简捷、装夹可靠，解决了在镗床上加工孔距超其横向行程的连杆的镗削疑难问题，保证了所镗削的连杆的孔距一致性。

1. 引言

在许多矿山机械中，其铰接部分很多都会用到连杆这种结构件（如图1所示）。连杆的孔径和孔距的形位加工精度决定着连杆自身及与之铰接构件的使用寿命和功率的传递功效比率。它的孔径、孔系的同轴度和孔距的加工精度往往是普遍厂家要求的重点，其孔径尺寸和孔系的同轴度的加工较易掌控；但对于它的孔距尺寸精度，设计图纸通常选择 $\pm 0.05\text{mm} \sim \pm 0.2\text{mm}$ 的范围，对于左、右连杆同步动作的结构，这是不太科学的设计；另外，还有两组孔系的平行度要求。

现在，虽然绝大多数生产制造厂家已用数控机床对连杆的铰接孔进行镗削，使此孔距的公差能够符号图样要求，且较好地达成了一致（误差随数控机床的精度而大大减小了），但有些孔距较大的连杆在一些横向行程不能达到连杆孔距的数控镗床上加工，尚需移动工件进行二次装夹才能镗削完成。这既影响了连杆的镗削工效，又使得连杆的孔距的尺寸精度和孔系的平行度存在一些质量隐患。特别是对于那些左、右同步安装的连杆机构，对连杆的孔距的尺寸精度和孔系的平行度必须加工要求一致（误差应小于其装配间隙的二分之一），否则，必然会使两个连杆

在工作中会产生两组回转轴线空间交叉的现象，从而导致连杆及其配套回转件在回转过程中的犯别，造成一定的内力消耗，既加剧了机械设备的功率损失，又加剧了该机构中的销轴、轴套、轴承及连杆等相关运动系列件的磨损；情况严重者，必然导致连杆焊缝的开裂及销轴、轴套或轴承的变形与发热。因此，保证连杆的孔距的尺寸精度和孔系的平行度至关重要。

通过多年在生产现场对各类连杆镗削的过程进行探索和研究，笔者研制了一套在镗床上加工超机床行程的大孔距连杆镗削的精准定位装夹装置（如图2所示）。该装置不但适用于在数控镗床上对大孔距连杆的加工，也适用于在普通镗床上对大孔距连杆的加工。现对该装置的主要构件的设制与应用进行系统的分析和论述。

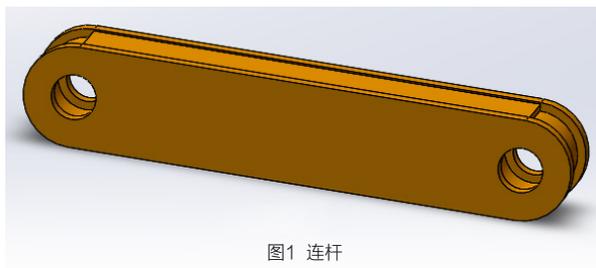


图1 连杆

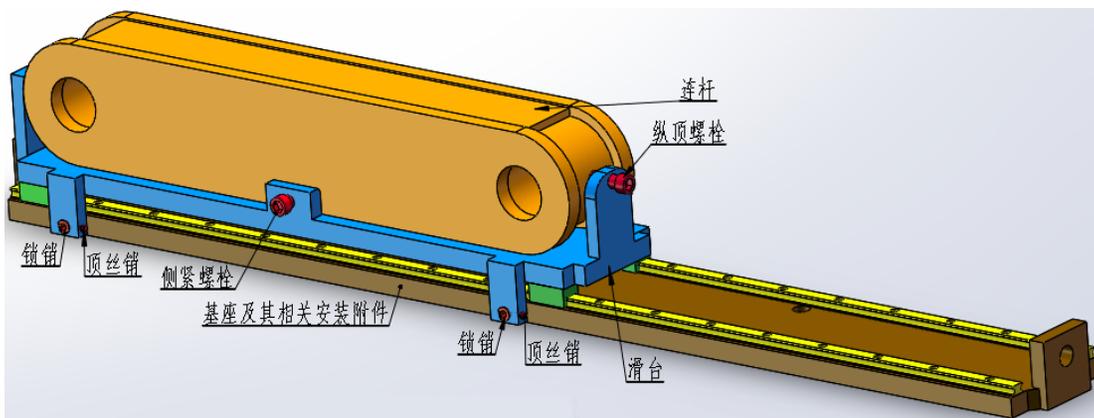


图2 连杆镗孔装夹装置

2. 大孔距连杆镗孔装夹装置的构成

如图2所示，连杆镗孔装夹装置主要由基座及其相关安装附件、滑台、锁销、顶丝销、纵顶螺栓、侧顶螺栓等组成，其中纵顶螺栓、侧顶螺栓及图3中的直线导轨、滑块等均属标准件，而基座及其相关安装附件、锁销、顶丝销和滑台是自制件。

(1) 基座及其相关安装附件的研制与选配论述

由图3基座及其相关安装附件可知，它主要由基座、滑块、直线导轨和紧固螺栓组成，其中滑块、直线导轨和紧固螺栓均属于购置的标准件，基座是HT200材质的铸造加工件。

基座的底面和直线导轨的安装面需要加工，其粗糙度为Ra6.3；基座左、右定位耳板可以不加工，它们的主要作用是防止滑台在移动过程中脱离导轨的，也是通过其上面的耳孔进行吊卸的；在镗削连杆时，基座两个定位耳板的内侧均与滑台的左、右端面分别存在一定的间隙（5mm即可）。基座上有四个装夹基座于镗床工作台上的紧固螺栓孔和安装直线导轨的对应螺纹孔，可以在龙门立式加工中心上一起加工完成；最重要的是基座锁销孔和基座左、右定位耳板之间的加工，基座锁销孔需在滑台安装

完成后与滑台一起钻铰，基座左、右定位耳板之间的距离=滑台长度+连杆的孔距（实际上，滑台的锁销安装孔距与连杆图纸上标注的连杆孔距存在一定的误差）。

滑块和直线导轨的选择需要慎重，它们须承担起对连杆和滑台等件的重量之和，连杆的毛坯重量为266kg，滑台的重量为50kg，其总重量为316kg。连杆在吊装下落到滑台上的速度最大约为0.1667m/s（按照慢速10m/min计算），与滑台的冲击时间粗略估计为0.1s，根据瞬时冲击力计算公式 $Ft=mv$ （其中F为冲击力，单位：牛；t为两件的碰触瞬时时间，单位：秒；m为运动件的重量，单位：千克；v为冲击速度，单位：m/s），可以推出 $F=mv/t$ ，那么连杆在此时与滑台的瞬时冲击力为 $F=mv/t=266 \times 0.1667/0.1=443.422$ （kg），再加上它与滑台的总重量316kg，那么此时的瞬时重量等于759.422kg。滑块HGH15CA承重11.38kN，约为 $11.38\text{kN} \div 9.8\text{N/kg} = 1161\text{kg}$ 。因此，选该型号的HG15的直线导轨和HGH15CA的滑块即可。为使结构稳定，选择四个滑块。理论上，直线导轨与滑块的摩擦系数在0.02左右，装夹连杆后，推动滑台的力为： $316\text{kg} \times 0.02=6.32\text{kg}$ 。但实际上，由于基座和滑台的加工精度存在偏差，滑块的数量较多（四块），以及直线导轨和滑块的安装偏差等原因，现实推动载着连杆的滑台在起步时大约需要近16kg的力。当然，推动载着连杆的滑台对于从事镗床操作的人员也是轻而易举的。

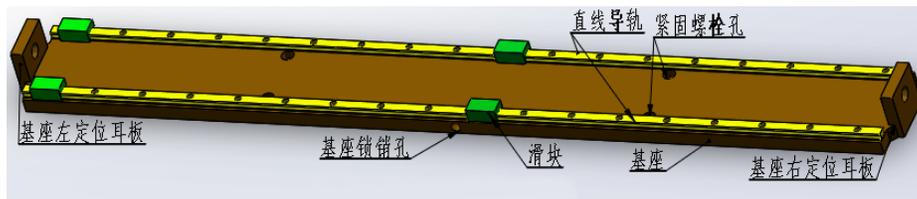


图3 基座及其相关安装附件

(2) 滑台的设计思路与制造要点控制分析

滑台的结构如图4所示，其V形定位端是设计的关键部位之一，其V形的夹角线与主板的高度距离比连杆的圆弧中心高度大3mm，在夹紧连杆时，其V形的上斜面部分起着对连杆圆弧面斜向下压的作用，V形定位端的立面与连杆端头的圆弧面存在着微小的间隙。滑台有两个纵向中心距大致等于连杆孔距的挂耳，其上面的锁销安装孔的中心距也是该滑台的关键部位之一，其孔距等于连

杆的孔距，加工是难点。首先，将连杆的孔心线画出，并按照图的方式在镗床上进行装夹，校正连杆的右端孔心线，镗床主轴箱下移，使主轴的中心与基座底板的高度中心基本一致后，对滑台的左端的锁销安装孔连同基座上的锁销安装孔一起钻铰；用一米的卡尺测量滑台右端至基座右定位耳板之间的距离假设为 L 、连杆的孔心距为 M 、 $N=L-M$ ，那么滑台右移后，其右端至基座右定位耳板之间的距离等于 N 时，则连杆的左孔在基座纵向上便到达了主轴的中心位置，此时再钻铰滑台左端挂耳上的锁销安装孔即可。V形定位端与侧顶螺栓座板之间的距离不连杆的总长度大10mm，以适应连杆的长度尺寸的微量变化状态和便于连杆的装卸工作右端；另外，每个挂耳上还加工了一个M10的顶丝销孔。纵顶螺栓孔的高度比连杆端头圆弧的中心高度大5mm，这样，纵顶螺栓在顶紧连杆时，对连杆也是起着斜向下压的作用。滑台上的两个挡块对连杆起着定位的作用，既防止了连杆在镗床上的Z向移动，又限制了连杆在镗床加工坐标系中的X-Z平面内的旋转。图2中的侧紧螺栓通过滑台的侧顶螺栓座板上的侧顶螺栓孔对连杆实现了Z向紧固的作用。

建议采用HT200~300铸铁材质进行加工。需要注意的是：其锁销安装孔是于基座的锁销孔一起加工的，并且是锥形孔，用试棒研磨等大。

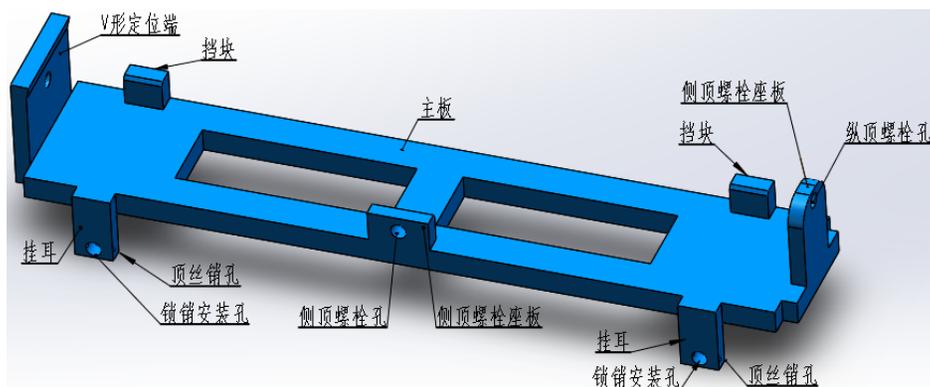


图4 滑台关键部位示意图

(3) 锁销与顶丝销的设制理念和加工注意事项

图5是锁销，图6是顶丝销，锁销端部有个安装内六角扳手的六方孔，其外圆的锥度与基座锁销孔和滑台锁销孔的锥度一致，且其外圆上有个螺旋槽，其槽的宽度略大于顶丝销的销径。由图2可知，锁销和顶丝销都安装在滑台的挂耳上，顶丝销安装后是静止的，锁销在用内六角扳手旋转时，会在顶丝销的作用下发生轴向移动，以实现滑台的纵向定位和释放。

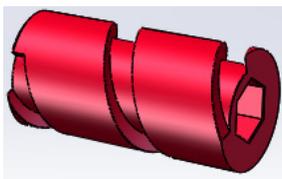


图5 锁销

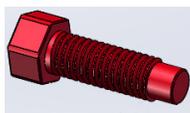


图6 顶丝销

3. 装置的应用及养护事项

该装置的应用非常简捷，只需按照图2的方式在镗床工作台上进行装夹即

可。首先，将基座吊装在卧式镗床工作台上，使其两端悬伸出工作台的长度大体一致；再通过在镗床工作台上T型槽内的挡块和等厚垫块将基座在镗床坐标系的Z轴方向定位，并左、右推拉滑台，用四个紧固螺栓通过基座的紧固螺栓孔将其紧固在工作台上。其次，将滑台移动，使其任一挂耳上的锁销孔与基座的锁销孔对正后，拧紧锁销，将滑台固定。然后，将连杆吊装于滑台上并拧紧滑台上的侧顶螺栓和纵顶螺栓，把连杆紧固在滑台上。最后，开动机床，使其主轴中心对正连杆孔中心，镗削即可。加工完连杆的一个孔后，再用内六角扳手松开锁销，使其脱出基座，推动滑台，使滑台的另一个挂耳的锁销孔与基座的对正后，再拧紧锁销，镗削连杆的第二个孔即可。

该装置的保养必须注意：既要做好直线导轨和滑块的维护，更要做好锁销的涂油防锈事项。存放时，基座的底面要安置在无尘、无屑的平整皮垫子或平整的木制台架上。

4. 结语

该工装设计新颖、制作简便、使用简捷、装夹可靠，解决了在镗床上加工孔距超其横向行程的连杆的镗削疑难问题，很好地保证了所镗削的连杆的孔距一致性，发明了利用镗床镗削大型连杆的新工艺，开拓了机械加工行业中加工类似产品的新思路。

此外，为防止滑台在推拉过程中与基座定位耳板发生较大的冲击碰撞，可以将基座的定位耳板内侧适当去除一些，加个具有缓冲的皮垫子。□

参考文献：

- [1] 李益民. 机械制造工艺设计简明手册[M]. 北京：机械工业出版社，2004.
- [2] 朱耀祥 蒲林祥. 现代夹具设计手册[M]. 北京：机械工业出版社，2009.10.

发动机刀具降成本的探索

上汽通用五菱汽车股份有限公司青岛分公司 张文龙 吕学娜

【摘要】近现代以来，工业制造等发展迅速，汽车制造业蓬勃发展，对发动机的需求以及性能提出了更高的要求。随着加工原材料的价格上涨，各个厂商通过降低价格来促进销量。通用体系提出了全球降成本的概念，并成立CETC小组进行全方位降低成本。降低成本变得任重而紧迫，刀具成本的降低涉及到质量的好坏，所以刀具降成本变得更加谨慎且重要。

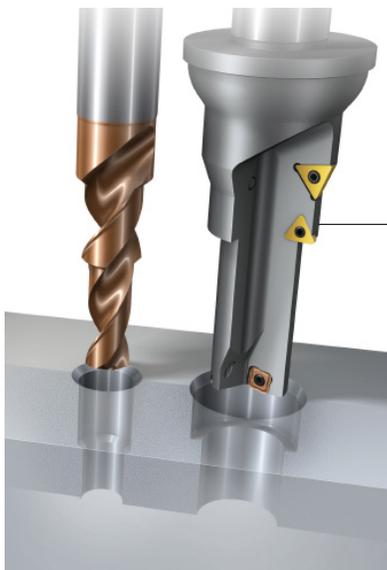
发动机工厂降低刀具管理成本，一般都会考虑两个方向：降低采购价格，提高刀具寿命。

小幅度价格的降低为采购讨价还价的结构，大幅度降低采购价格通常伴随着更换厂商或者变更使用材料，再进一步优化工艺，进行管理。下面我们简单探讨一下降成本的几个方面。

1. 钻头丝锥类刀具的优化

高速钢钻头统治了近一个世纪，但是新兴的硬质合金钻头由于刚性好，耐磨性、红硬性好（可达800~1000℃），因而有较高的线速度，在流水线稳定孔加工中，硬质合金已经占领几乎所有的市场。硬质合金钻在加工同样尺寸特征的孔寿命是高速钢的3~5倍，切削效率能提高至少能提高20%。对于非铸铁类材料的加工，近年来焊接PCD（人造聚晶金刚石）刀具受到广泛欢迎，尤其在铝合金加工方向，几乎以硬质合金十倍以上的使用寿命以及超高的切削速度，优良的表面质量，成为市场的黑马。小直径的钻头可以使用优化材质，大直径

钻头现推出一种可换刀片式，只消耗刀片，大大节省了刀具的使用成本。



传统钻头与可换片式钻头

2. 刀片类刀具的优化

山高、瓦尔特、肯纳的刀片的质量是无可厚非的，但是部分国产刀片同样可以达到加工要求并且价格低廉。威硬刀具在PCD与PCBN方面的刀片相较国外知名品牌来说，国产品牌交货期短，价格低廉。株洲钻石等

国产新兴企业也逐渐发展成型。

整体型单刃刀片优化为整体可转角式刀片，提高使用寿命，充分利用刀片材质。目前转角刀片一般为4/6/8/12/16个转角，大大增加了刀具的使用寿命。另外，在整体刀片的基体上焊接PCBN/PCD等超级材料，在寿命到达后将焊片取下重新进行焊接，重复利用刀片基体，也大大增加了刀具的使用寿命。目前这两种降成本方式已经成为市场的主流。



可转角刀片焊片式刀片

3.工艺的优化

在某些刀具可以将若干个加工工艺合并为一把刀具加工，既节省了节拍又节约了刀具成本。例如：某发动机工厂在加工缸盖顶面罩孔和凸轮轴瓦盖安装孔位于同一面上，顶面罩盖安装孔为5.55mm、深17mm，而凸轮轴瓦盖安装孔加工为5.55mm、深17.15mm，有一8.05mm、深4.15mm沉孔，两个孔统一用一把丝锥攻丝。考虑到加工内容相近，将两把刀具合并为一把刀具加工，不仅节省了一把刀，而且节省了换刀时间。

在比如某发动机工厂在加工不同型号两种缸盖时候，由于两种型号导管尺寸不一致，座圈为两种型号共用。两种型号同时生产时候，经常发生两种刀具备刀具不足导致生产停线等待刀具的情况。为缓解此问题，经过团队讨论，将两种型号的刀具合并，在生产两种型号时，同一把刀具能够加工两种机型。将其中一种刀具废除使用，降低停线风险，而且减少一种易耗品的库存，降低了工作内容，无形中降低了刀具管理成本。

工艺的优化减少了刀具的消耗，降低切削成本。选择合适的参数，优化走刀路径从而减少走刀的次数，用最适用的切削液，从而降低了刀具的磨损消耗，节约了成本。

4.降低刀具异常消耗

异常消耗对于设备、人员不稳定的车间来说，控制异常消耗是极其重要的。部分刀具，例如曲轴砂轮，缸体珩磨头，曲轴孔导条刀具，凸轮轴孔导条刀具等，由于设备或者人员造成的异常消耗少几万不等，多则数十万，严重还可能导致无刀可用，造成停线风险，则损失不可计数。刀具降成本内容为日积月累，逐步将成本降低，但是一次异常消耗就可能使本月成本提高很多。控制异常消耗，是工厂在设备出现老化以及批量引入新人时候严格控制的，关注每次的异常消耗，将废刀风险降至最低。同时，由于异常崩断刀情况，会产生一定量的不合格工件，产生返修浪费，增加人工成本，不能返修的工件直接报废，产生工件浪费。总之，重视异常消耗，控制异常消耗，可有效降低生产成本。

5.刀具的修磨

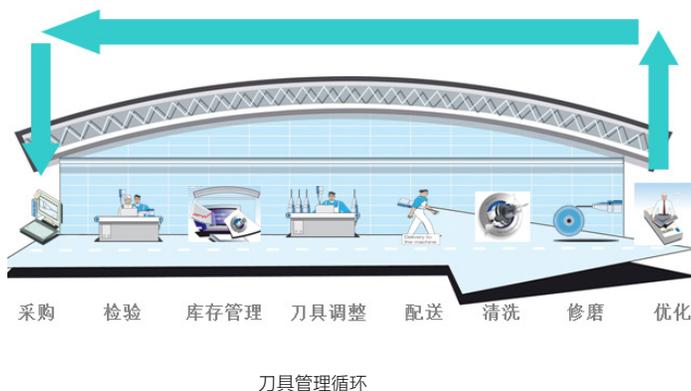
由于加工期间刀具的工作部分在切削刃及附近约3mm的范围内，对于其他部分来说是一种极大的浪费。各个刀具管理厂商制定刀具修磨技术标准，严格按照要求进行刀具修磨，跟踪修磨刀具的加工状态。

对于具有刀具修磨能力的厂商来说，刀具修磨需要注意，不同材料、不同类型刀具的修磨方法，对于刃口的处理，以及评估是否可以再次修磨，都需要制定技术标准，

以保证快速修磨出所需要的刀具。

6.无形的成本—刀具管理

作为刀具管理，本身就是一种降成本的体现。混乱的刀具使用成本是非常大的，一般刀具管理的成本要占制造成本的15%~30%，包括采购，仓管，调试，修磨，运输，人员工资，房屋建设，设备折旧等。



刀具管理的功能在于：

- (1) 降低刀具库存，提高刀具利用率。
- (2) 减少备刀，调刀的错误率。
- (3) 提高加工效率，选择更优的加工参数。
- (4) 提高机床利用率。
- (5) 分析与监督刀具相关问题、数据。

7.总结

持续不断降低成本，才能获得更大的利润。通过刀具降低成本任重而道远，在满足加工条件下，寻找最合适的加工材料，最恰当的加工参数，最大限度提高刀具寿命，不断优化加工节拍，完成三套刀顺畅运行。

更多的降低成本是需要对价格信息的明晰，材料的适用性掌握，管理方法的不断优化，在优化成本的道路上还有很长的路要走，合理有效的成本才能出奇制胜，赢得市场。□

参考文献

- 《合理运用降低刀具成本》东方工业自动化 2011-09-05
 《如何降低发动机气门座加工刀具成本》机械专家网 2010-6-5
 《数控刀具成本控制与管理分析》周翔重庆大学 2007
 《降低刀具成本的几点探索》杨晓松工具技术网2008, 42 (12)