

机器人与机床行业面临的机遇和挑战

■ 哈工大机器人集团副总裁 于振中

摘要：本文重点介绍了智能制造的热点需求以及工业机器人与机床的应用现状，提出建立战略联盟打通机器人和机床控制系统壁垒等建议。



中国制造业的蓬勃发展和制造水平的提升，使得数控机床的普及和占有率从10年前不到5%，发展到现在30%以上。而且随着汽车及相关制造工业的发展，仍然呈快速增长的趋势。为了充分发挥数控机床的优势和特性，提高生产效率和降低生产成本，配备有自动化上下料机构（即工业机器人）的智能成套设备，实现无人化、少人化的数字化车间已成为主流。

2009年以来，中国已经连续多年成为世界第一的机床生产和消费大国。由于我国目前正处于工业化中期，煤炭、汽车、钢铁、房地产、建材、机械、电子及化工等一批以重工业为基础的高增长行业发展势头强劲，构成

了对机床尤其是数控机床的巨大需求。在需求的拉动下，我国机床（尤其是数控机床）保有量呈高速增长趋势。下一步，随着整体行业的转型升级，自动化、智能化产业水平提升，客户现有机床的自动化改造市场前景更加巨大。

智能制造是新需求热点

按照《中国制造2025重点领域技术路线图（2015版）》，路线图围绕经济社会发展和国家安全重大需求，选择10大战略产业实现重点突破，力争到2025年处于国际领先地位或国际先进水平。作为10大领域之一，高档数控机床和机器人的发展目标、方向及重点领域明晰。

在高档数控机床与基础制造装备领域，到2020年，国内市场占有率超过70%；到2025年，高档数控机床与基础制造装备国内市场占有率超过80%，总体进入世界强国行列。在机器人领域，到2020年，自主品牌工业机器人国内市场占有率达到50%，国产关键零部件国内市场占有率达到50%，新一代机器人的核心技术

取得突破；2025年，形成完善的机器人产业体系，机器人研发、制造及系统集成能力力争达到世界先进水平，新一代机器人样机研制成功，并实现一定规模的示范应用。

这些政策和顶层设计的规划，都将引导着行业的变革，数控机床与工业机器人的融合将成为工业和科技发展的必然趋势。未来10年，电子与通信设备、航空航天装备、轨道交通装备、电力装备、汽车、船舶、工程机械与农业机械等重点产业的快速发展以及新材料、新技术的不断进步将对数控机床与基础制造装备提出新的战略性需求和转型挑战。对数控机床与基础制造装备的需求将由中低档向高档转变、由单机向包括机器人上下料和在线检测功能的制造单元和成套系统转变、由数字化向智能化转变、由通用机床向量体裁衣的个性化机床转变，智能制造是新的需求热点。在重点产品上，将重点针对航空航天装备、汽车、电子信息设备等重点产业发展的需要，开发高档数控机床、先进成形装备及成组工艺生产线。

工业机器人与机床集成应用现状

工业机器人与机床集成应用的现状主要是以机床为主完成加工工序，而机器人只是完成工序间的上下料以及物流。在组线方式方面，也分为以下几个方面：

(1) 单机上下料作为对生产批量大、加工时间短的中小零件加工，或需吊装的笨重工件而言，机器人上下料的优势特别明显。而机器人和机床的组合形式，也分为机床外部和机床一体的形式，机器人的形式也可以划分为桁架机器人和关节机器人两种。



(2) 除了单机上下料之外，还有多台机床、多种工序组成的柔性生产线。由机器人承担工件的工序转换工作，与若干台机床组成柔性生产线，是一种比单机上下料更为复杂也更有价值的一种应用。在当前工业转型升级过程中，市场需求越来越旺盛。在这种应用场合下，机床布局取决于工艺路线和现场条件等因素。常见的有L形、U形和直线形、对面布置等形式，其中三台数控机床构成U形，由一台机器人在场地中间进行工件转换的布局十分紧凑。

(3) 在金属成型机床上，

工业机器人的融入，不仅仅是实现搬运的过程，更重要的是参与到了整个工艺过程中，与机床一同完成工艺过程，机器人夹持工件在冲剪、折弯机上实现加工操作，不仅是简单的上下料，而是替代了所有原来的人工作业。这比人工操作更加准确和快速，从而提高了产品质量和生产效率。



(4) 在个别工序上，工业机器人也可以参与到加工中，如机器人的切割、打磨、抛光及清洗等工艺过程，甚至可以让机器人直接夹持切削工具，对工件进行打孔、攻螺纹及铆接，也可以进行切削加工。在这种情形下，机器人本身就是一台机床。具备视觉、触觉的机器人可以用于组装、零件分选等复杂工序，即使是上下料，也可以不用带有定位装置的专用工位器具。给机器人装备特殊手爪，可用于高温环境下作业的铸造、锻造机械，完成取铁水、浇注、上下热毛坯及更换热态的模具等人工难以直接完成的工作。

战略联盟，打通机器人和机床控制系统的壁垒

工业机器人是一种高柔性的通用自动化装置，它的应用场合和功能具有无限的拓展空间。在与机床的集成应用中，工业机器人

人的具体应用形式也在不断发掘和创新当中。

由于工业机器人在原理和结构上与数控机床有很多相似之处，因此，机器人和机床的融合就有很多的条件和基础，如控制系统、组合形式等，将工业机器人作为一种标准的零部件，如何应用集成，才是我们下一步融合机器人的数控机床研究的重点方向。

加上现在用户对机床制造商的要求已不仅仅是提供机床那么简单，机床企业往往要为用户提供一整套的解决方案，或者是整个生产线的布置。不论是数控机床企业，还是综合类系统集成商，决定性优势在于他们能否提供整套的技术解决方案。而我们国内企业正是要从这点出发，提供整套技术解决方案，从机床设备到融合工业机器人自动化的制造单元，向客户提供整体自动化的交钥匙工程。

高档数控机床自动化的高端需求继续以高附加值、复杂交钥匙生产线为主，业务需求向上游、下游延伸，向工装夹具、自动物流、立体仓储、系统控制、MES等应用延伸。做整体工序的大系统集成，为客户提供一站式、一揽子的数字化工厂交钥匙工程项目将越来越多地出现，而能够提供以上服务的高端供应商也将集体浮出水面。

这就要求高端的自动化和数控机床厂家结成战略联盟，打通机器人和机床控制系统的壁垒，统一自动化思想，统一数字接口，统一操作界面，无缝化连接，甚至一体式串联机床也将大

量出现。同时，通过自动化物流和仓储系统，不同专业的自动化工作站也将打通，从加工自动化领域进行横向拓展、即向铸造、焊接、装配及打磨等领域展开。

以为客户建立无人化工厂为研发方向，可能从以下几个方向突破：

(1) 模块化、一体式的无人化制造单元：结合自动化技术和先进的机床技术，设计研发无人化制造单元，给市场提供完整的自动化制造单元。

(2) 信息自动化：通过技术合作、引进吸收、自主研发等步骤，国内优秀厂家将拥有成熟的加工设备适配器硬件和软件技术，同时拥有MERLIN (MES) 的成熟车间管理软件系统。

(3) 物流自动化：目前国内顶级公司研发的自动化物流系统，结合自动化生产线，形成从制造到物流过程全部自动化的产品形态，为客户打造无人化工厂提供物理基础。

技术的纵向延伸，目标是实现智能化无人化工厂。大系统集成的未来就是在自动化的基础上，实现智能化和无人工厂。优秀的自动化厂家将来不仅仅做硬件设备的集成，他们会更多地参与顶层架构设计和软件方面的集成。他们会总结经验，提升技术，不断向提供数字化车间，无人化工厂努力。

系统集成的未来就是自动化的基础上实现智能化和无人工厂。以大系统集成方向，横向延伸领域，纵向提高技术水平，递增值跨越发展的自动化技术将成为现实。

追根溯源，把握趋势，加快发展

在目前机器人和机床融合、集成应用中还需要解决的一些问题主要有：机床企业和机器人企业相对独立，设计不能够定制类开发，应充分发挥各自产业相关的固有优势，树立更高的发展目标。另外，为促进机床与机器人集成应用水平的提升，应加紧相关的技术标准的研究与制定，通过标准的制定进行规范。集成应用作为两个行业的关键点，行业知识和经验需还不断积累，并经行人才培养，避免非标项目的失败。

在实现机器人自动化过程中，对整条生产线的质量需要有所考虑，例如加工精度的自动检测、刀具磨损情况的自动检测与补偿及刀具的自动更换等，从而保证柔性工作单元的连续稳定运行。

在机床与机器人自动化技术国内外情况对比，存在如下几个趋势：机械结构向模块化、可重构化发展。控制系统向基于PC机的开放型控制器方向发展，便于标准化、网络化；器件集成度提高，控制柜日渐小巧，且采用模块化结构；大大提高了系统的可靠性、易操作性和可维修性。传感，视觉技术日益发展，除采用传统的位置、速度、加速度等传感器外，装配、焊接机器人还应

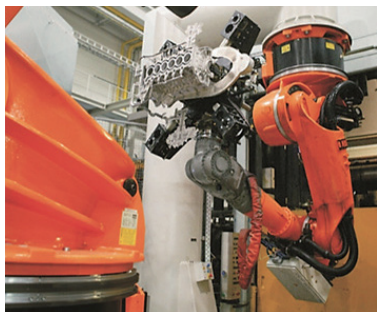
用了视觉、力觉等传感器。

但总的来看，我国的工业机器人和机床融合中，技术及其工程应用的水平和国外相比还有一定的距离，如：可靠性低于国外产品；机器人应用工程起步较晚，应用领域窄，生产线系统技术与国外相比有差距，应用规模小，亟需形成机器人产业。当前我国的生产线都是应用户的要求，非标设计，机器人品种规格多、批量小、零部件通用化程度低、供货周期长、成本也不低，而且质量、可靠性不稳定。因此迫切需要解决产业化前期的关键技术，对产品进行全面规划，做好系列化、通用化、模块化设计，集成应用开发，积极推进产业化进程。



在关键共性技术方面，一是攻克整机技术；二是部件技术，以突破机器人关键零部件、满足国内市场应用，满足与人协作型机器人的关键部件需求，满足新型机器人关键部件需求为目标，分阶段开展关键共性技术攻关；三是集成应用技术，以提升机器人任务重构、偏差自适应调整的能力。

工信部副部长怀进鹏指出，以数字化、网络化、智能化为核心特征的智能制造模式，正在成为产业发展和变革的重要方向，



也必将引发新一轮制造业革命并重新构筑全球制造业竞争新格局。中国要建设制造业强国，必须紧紧把握制造业的发展趋势，加快智能制造的发展。

未来，机床和工业机器人行业将大有可为

未来国家也将紧密围绕重点制造领域关键环节，开展新一代信息技术与制造装备融合的集成创新和工程应用。依托优势企业，紧扣关键工序智能化、关键岗位机器人替代、生产过程智能优化控制、供应链优化，建设重点领域智能工厂、数字化车间。

在建设智能工厂时，需要重点关注模块化、数字化、自动化和智能化四大技术课题。依托物联网、大数据、云计算等技术支撑和制造业智能化、服务化概念的兴起，以智能工厂、智能制造为核心的第四次工业革命开始来临，智能机器人，红外传感器，3D打印等技术的成熟和规模应用，为智能工厂的建立和智能生产提供了技术保障。

建立程序传输管理系统、生产数据采集分析管理、车间实时可视化反馈系统，实现对整个生产线生产数据的采集和分析，从而改善生产设备的总体生产运行效率，降低生产成本，提高产品质量，为客户带来更大利润空间。机床自动生产线和自动化程度高的加工设备已经成为今后制造工厂的一个发展趋势。单机自动化、整线自动化等自动上下料装置用于加工工件的自动上料和下料、工件翻转及工件转序等工作，能够满足快速、大批量加工节拍，节省人力成本，提高生产效率等要求，成为越来越多的工厂的理想选择。智能工厂将重点对机器人生产线布局设计与作业规划技术，机器人运动学动力学性能分析技术，机器人任务模拟方针技术，机器人自动化生产线设计与集成技术进行研究。

2016年，国家继续实施智能制造工程，支持高档数控机床与工业机器人等五大关键装备创新应用。继续实施智能制造试点示范行动，确定60个以上新模式试点示范项目。行业前景良好，机床和工业机器人行业将大有可为！

参考文献：

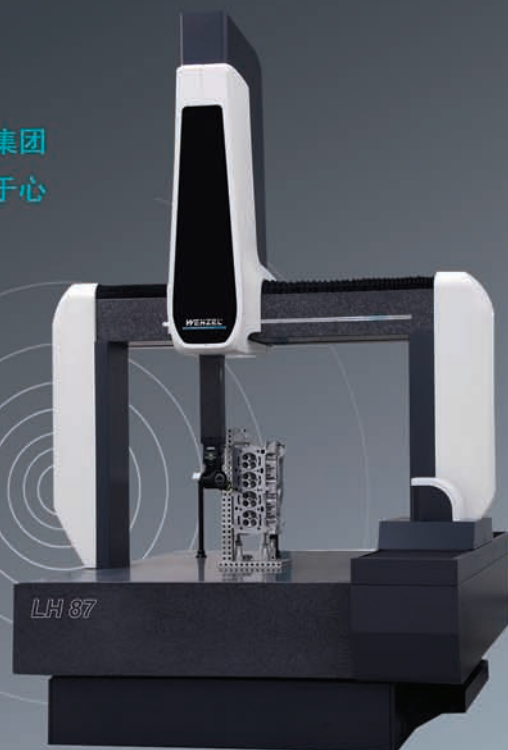
[1] 司建楠. 高档数控机床和机器人取得新突破[N], 中国工业报, 2015-12-7 (5) .

MW (收稿日期: 20160420)

CIMES展位号
W1-D207

WENZEL®

德国温泽集团
精密源自于心



LH-Series: LH 系列产品具备了稳定、可靠和全动态测量的功能，是一种适用于不同测量应用的通用灵活的测量设备。

- 卓越的工程设计
- 精密机械结构
- 创新测量技术
- 智能软件解决方案

温泽集团测量解决方案

新一代工业计算机断层扫描exaCT
exaCT 可应用于需要复杂的内部和外部结构3D数据的测量和测试技术。

- 精确、非接触式以及非破坏性测量
- 通用体积测量技术：一次测量 - 多次评估
- 易于使用的专属数据采集、重建和评估软件



CORE-DS: 更专业，更高效的叶片测量中心，适用于透平叶片及其它各种敏感表面，高反光度表面或镜面的非接触式测量。



WGT-Series: 高精度齿轮测量中心适用于直径大至6000 mm 的齿轮检测，同时也适用于各种齿轮加工刀具的测量。



◆广告 查询编号: 8110

竭诚为您提供各种测量演示及工件评估服务.....

温泽测量仪器(上海)有限公司
上海市青浦区崧秀路219号
Tel: +86 (0) 21 5970 3088 Fax: +86 (0) 21 5970 3082
info@wenzel-cmm.cn www.wenzel-cmm.cn