

数字化与智能化赋能制造业新发展

程哲

青岛理工大学复杂网络与可视化研究所

2022年8月工信部召开了“推动制造业高质量发展 夯实实体经济根基”新闻发布会。文件指出，发展的重点任务为“加快数字化绿色化转型，助推提质增效”，而其中首要提到的就是要深化推进产业数字化。发展制造业企业数字化转型是促进实体经济和数字经济融合的最好选择，是推动制造业高质量发展的必然要求。2023年4月QME青岛国际机床展在青岛世界博览城举行，本次展览我了解到一些制造业数字化的前沿技术应用——机械臂与数控机床和机械臂焊接技术，对铁王数控公司、华辉数控公司及卡诺普工业机械臂、KUKA工业机械臂进行了解。

1.机械臂与数控机床

本次华机展了解到现代机床一种更高效、更智能的加工方式——机械臂和数控机床配合加工。机械臂是由多个关节构成的机械手臂，具有灵活的运动方式和高度可编程性，可根据需求进行各种工作。而数控机床是一种通过计算机程序控制的机床，能够实现高精度、高效率的加工。二者都是最常见的自动化设备，机械臂可通过传感器采集工件的位置和姿态信息，并将其传输给数控机床，以便数控机床进行精确的加工；机械臂还可以通过其自身的运动控制，协调数控机床的加工过程，使加工更加高效、精准。



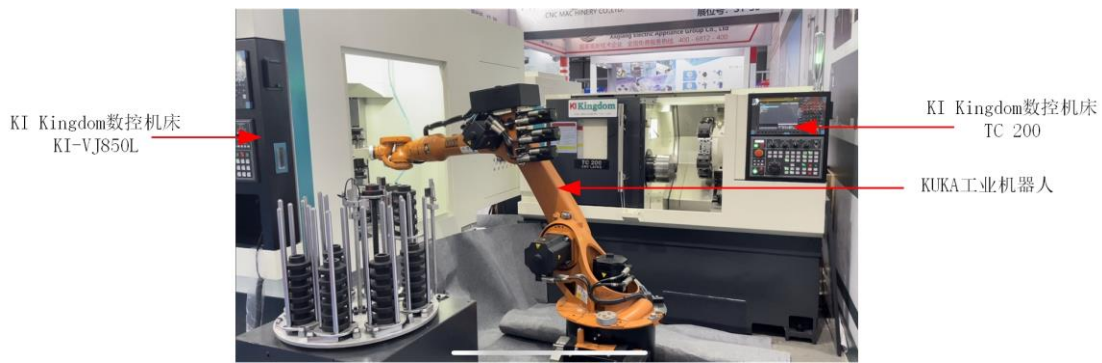


图 1 机械臂与数控加工中心

如图 1 所示，共有两台加工中心和一台机械臂组合完成加工。左侧机床为 KI Kingdom 数控机床 KI-VJ850L，右侧机床为 KI Kingdom 数控机床 TC 200，机械臂为 KUKA 工业机器人。该方式在多种传感器配合下形成一个整体的自动化生产系统。可实现自适应加工、自适应控制等多种功能，同时可以大幅度减少人工操作及操作误差等因素影响，提高加工效率和精度。机械臂与数控机床配合加工主要包含联合控制技术、配合加工技术及集成设计技术等多个方面，这些技术的发展为自动化生产提供了新的可能性，同时也促进了现代工业的智能化和高效化。目前该种方式普遍应用在汽车制造、航空航天、电子制造等领域广泛应用。在汽车制造过程中，可以根据预设程序将零部件从一个加工中心移动到另一个加工中心，数控机床则可以对零部件进行高精度加工，适用于精密零件的加工、装配等工序；在航空航天领域，可用于飞机零部件和卫星结构件的制造，可在零部件的制造过程中进行装配、打磨和表面处理等工作，实现高精度的零部件加工。



图 2 机械臂与折弯不锈钢剪板机

本次展览还有其他公司针对不同需求所展示的其他配合及加工技术，如图 2 所示为机械臂配合 LFK EHP110-31 折弯不锈钢剪板机进行加工。

机械臂和数控机床的配合加工技术需要保证机械臂和数控机床的运动精准

和稳定性，只有这样才能保证产品的精度和质量。因此，使用该技术必须注意设备的维护和保养，并根据加工要求选择合适的机械臂和数控机床；机械臂和数控机床的配合加工技术实现了高度自动化的生产过程，可以减少人工操作和生产周期，提高生产效率和产品质量。在大批量生产的场景下，该技术可以帮助企业实现更高效的生产模式。机械臂具有较强的灵活性，可以根据需求进行不同的工作，而数控机床能够精细地加工各种形状的工件，因此机械臂和数控机床的配合加工技术适用范围广泛。机械臂和数控机床的配合加工技术需要专业的技术支持和操作人员，只有经过专业培训的人员才能进行设备的操作和维护。机械臂和数控机床的配合加工技术是一种高度自动化的生产方式，在实际应用中可以提高生产效率和产品质量。

2.机械臂焊接技术



图 3 机械臂焊接技术

机械臂焊接技术是一种基于机器人技术的现代化焊接技术，机械臂焊接技术主要包含机械臂、焊接设备、传感系统等三部分。机械臂由机械手臂本体和控制柜组成，焊接设备由焊接电源，送丝机、焊枪等组成，传感系统由激光或摄像传感器及控制设备等组成。如图 3 所示为卡诺普工业机械臂与麒麟激光应用焊头组合形成基于视觉传感器的机械臂焊接技术。

基于视觉传感器的机械臂焊接技术的基本流程是：调整焊枪位置使其对准焊缝中心，开启电源系统开始工作，程序开始运行，传感器中的 CCD 便实时监视图像，由软件启动一个定时器，根据焊接速度的要求，调节定时器的时间间隔，每隔一定的时间抓拍幅图像，通过程序对图像进行实时处理，得到图像的焊缝中心，以当前焊缝中心相对于初始焊缝中心的偏差量为检测量，输出调整量给机器人控制器，控制机械臂指引焊枪运行，实现自动跟踪。

机械臂焊接技术是一种自动化的焊接技术，它利用机械臂的灵活性和精度，将焊接枪或焊丝送到焊接点，进行自动化的焊接。在机械臂焊接技术中，通常会采用激光或者视觉系统进行实时监测和控制，实现高精度、高效率、高质量的焊接过程。该技术具备多种优势，可以实现焊接过程的自动化，减少人工操作的参与，提高了生产效率和产品质量；可以减少焊接工人的劳动强度和安全风险，保护工人的身体健康和安全；可以实现高精度的焊接过程，降低了焊接缺陷的发生率，提高了产品的质量和可靠性。

近年来随着离线编程技术、通信技术、虚拟现实及人工智能等的发展，机械臂焊接技术也在发展进步，出现了离线编程技术与焊缝自动跟踪技术结合、焊接遥控技术、虚拟现实仿真与人机交互技术、3D 扫描成像及人工智能技术等。离线编程技术是基于计算机图像学及机器人运动学等技术模拟仿真机器人的动作，通过图像化编程来生成机器人的运动轨迹及相应的机器人操作；遥控焊接是指操作者远离有毒、深水、核辐射及易燃易爆等危险工作环境，实现对焊接设备和焊接过程进行远程操控；人机交互界面负责机器人运动信息反馈和机器人的控制，人再通过人机交互界面对焊接机器人实施远端操作，从而达到人机交互；基于 3D 视觉的机器人自主焊接系统可基于结构光相机生成的点云图像并且基于人工智能快速自主生成焊缝轨迹，然后基于焊缝轨迹生成机器人的激光寻位、空走及焊接轨迹。

通过华机展我看到了各种各样的机床、加工中心等等，这些设备通过数字化和智能化技术的应用，实现了更高的精度、更高的效率和更低的成本。除此之外，我还看到了一些前沿技术的应用，例如人工智能、机器视觉等，这些技术正在改变制造业的生产方式和业务模式。它们能够帮助制造企业更好地优化生产流程、提高产品质量和降低成本，我深刻意识到了制造业的数字化和智能化转型的重要性，未来随着科技的不断创新和应用，智能化制造业将迎来更广阔的发展前景。