

机器人数控技术在机械智能制造中的应用研究

励 杰

奥克斯空调股份有限公司 浙江 宁波 315100

摘 要: 本文聚焦机器人数控技术在机械智能制造中的应用研究。先阐述机器人数控技术基本概念与关键要素,包括控制系统、传感器等。接着介绍机械智能制造关键技术,如自动化生产线等。随后探讨机器人数控技术在零件加工、装配线、质量检测中的应用。最后展望其未来发展趋势,如智能化程度提高、与新兴技术融合等,为机械智能制造发展提供参考。

关键词: 机器人数控技术; 机械智能制造; 应用研究

1 机器人数控技术的基本概念

机器人数控技术是机器人技术与数控技术深度融合的先进制造技术,为现代工业生产带来了高效、精准与灵活的变革。从本质上看,它借助计算机系统对机器人的运动和操作进行数字化控制。机器人如同具备智能的“工人”,拥有多个可灵活运动的关节和自由度,能模仿人类手臂完成抓取、搬运、焊接、装配等多样化任务。而数控技术则为机器人的行动赋予了精确的“指令集”,通过预先编写的程序,精确规划机器人每个关节的运动轨迹、速度、力度以及动作顺序等参数。这种技术摆脱了传统生产方式对人工的高度依赖,极大地提高了生产效率和产品质量的一致性。它能够适应多品种、小批量的生产模式,根据不同的生产需求快速调整作业程序^[1]。无论是在汽车制造、电子装配等大规模工业生产领域,还是在航空航天、医疗器械等对精度要求极高的行业,机器人数控技术都发挥着关键作用,成为推动现代制造业向智能化、自动化发展的重要力量。

2 机器人数控技术的关键要素

2.1 控制系统与编程技术

控制系统堪称机器人数控技术的“大脑”,负责接收、处理与执行指令,协调机器人各部分协同运作。现代机器人控制系统多采用分层结构,含决策层、控制层和执行层。决策层依据生产任务与工艺要求制定作业计划和策略;控制层把决策层指令转化为具体控制信号,精确控制机器人运动;执行层由驱动器和执行机构构成,实际执行信号完成动作。编程技术是赋予机器人“智慧”的关键,主要有示教编程和离线编程两种方式。示教编程是操作人员手动引导机器人完成动作,系统记录轨迹和参数生成程序,简单直观,适用于简单重复任务。离线编程借助CAD和CAM技术,在计算机上建模,用专门软件编写程序后下载到系统,不受现场环境

限制,可提前设计优化,提高编程效率和准确性,适用于复杂任务编程与虚拟仿真调试。

2.2 传感器与执行器技术

传感器是机器人的“感觉器官”,能感知周围环境与自身状态信息,并转化为电信号等传给控制系统。常用传感器有位置、力、视觉、触觉传感器等。位置传感器检测关节位置角度,助机器人准确抵达预定位置;力传感器测量操作受力大小方向,实现精确控力,避免损坏工件设备;视觉传感器获取环境图像,经处理识别实现物体定位跟踪,提供视觉反馈;触觉传感器模拟人类触觉,让机器人感知物体表面特征质地,提升操作灵活性与适应性。执行器是机器人的“肌肉”,依控制系统指令,将电能等转化为机械能驱动关节运动。常见执行器有电动、液压和气动执行器。电动执行器结构简单、控制精度高、响应快,广泛应用于工业机器人;液压执行器输出力大、传动平稳,适用于大负载操作;气动执行器成本低、清洁无污染,在对环境要求高的领域有应用。

2.3 机器人本体设计与制造技术

机器人本体是机器人的物理载体,其设计与制造质量关乎机器人性能和可靠性。设计需考虑机械结构、运动学和动力学特性、材料选择等因素。机械结构设计要合理布局关节和连杆,保证足够自由度和工作空间,同时确保结构刚度和强度以承受负载力矩。运动学和动力学分析是重要环节,前者确定关节运动关系和末端位置姿态,为运动控制提供理论基础;后者研究运动中受力情况及影响,为动力设计和控制策略提供依据。材料选择影响本体性能和成本,常用材料有铝合金、碳钢、不锈钢等。铝合金密度小、强度高、耐腐蚀,可减轻重量提高运动灵活性;碳钢和不锈钢强度硬度高,适用于大负载部件。制造工艺上,精密铸造、数控加工、3D打印等先进技术的应用,提高制造精度和质量,缩短周期,

降低了成本。

3 机械智能制造的关键技术

3.1 自动化生产线与柔性制造技术

自动化生产线是将多个自动化设备按照生产工艺流程依次连接起来,实现产品连续、自动生产的一种生产组织形式。在机械智能制造中,自动化生产线通过采用机器人、数控机床、自动输送装置等设备,实现了从原材料上料、加工、装配到成品下线的全过程自动化^[2]。自动化生产线具有生产效率高、产品质量稳定、劳动强度低等优点,能够大大提高企业的生产能力和市场竞争力。柔性制造技术则是在自动化生产线的基础上发展起来的一种更加先进的制造模式。它强调生产系统的灵活性和适应性,能够根据市场需求的变化,快速调整生产产品的种类和数量。柔性制造系统通常由数控加工设备、工业机器人、自动物料搬运系统、计算机控制系统等组成。通过计算机控制系统对各个设备进行统一调度和管理,实现生产过程的自动化和信息化。柔性制造技术能够满足多品种、小批量生产的需求,缩短产品的生产周期,降低企业的库存成本,提高企业的快速响应能力。

3.2 智能检测与监控技术

智能检测与监控技术是机械智能制造中保障产品质量和生产安全的重要手段。智能检测技术利用各种传感器和检测设备,对产品的尺寸、形状、表面质量、性能参数等进行实时检测和分析。与传统检测方法相比,智能检测技术具有检测速度快、精度高、自动化程度高等优点。智能监控技术则通过对生产设备和生产过程的实时监测,及时发现设备故障和生产异常情况,并采取相应的措施进行处理。智能监控系统通常由传感器、数据采集模块、数据分析处理模块和报警显示模块等组成。传感器实时采集设备和生产过程的各种参数,数据采集模块将传感器采集到的信号进行转换和传输,数据分析处理模块对采集到的数据进行处理,判断设备和生产过程是否正常,一旦发现异常情况,立即发出报警信号,并通过报警显示模块通知操作人员进行处理。

3.3 物联网与大数据在智能制造中的应用

物联网技术通过将各种设备和物品通过传感器、网络通信等技术连接在一起,实现设备之间的互联互通和信息共享。在机械智能制造中,物联网技术可以将生产设备、机器人、工件、物流系统等连接成一个有机的整体,实现生产过程的实时监控和协同控制。同时,物联网技术还可以实现设备之间的自动协同工作,提高生产效率和资源利用率。大数据技术则是对物联网采集到的大量数据进行处理,挖掘数据中隐藏的价值信

息,为企业决策提供支持。在机械智能制造中,大数据分析可以应用于生产过程优化、质量控制、设备维护等多个方面。通过对生产过程中的历史数据和实时数据进行分析,可以发现生产过程中的瓶颈环节和潜在问题,优化生产工艺和生产流程,提高生产效率和产品质量;通过对设备运行数据的分析,可以预测设备的故障发生时间和维修需求,提前安排设备维护计划,减少设备故障停机时间,降低设备维护成本。

4 机器人数控技术在机械智能制造中的应用

4.1 机器人数控技术在零件加工中的应用

在零件加工领域,机器人数控技术发挥着重要作用。传统的数控机床在加工复杂零件时,往往受到机床结构和加工方式的限制,难以实现一些高难度、高精度的加工操作。而工业机器人具有多个自由度,能够灵活地改变刀具的位置和姿态,实现对复杂零件的多角度、多方位加工。机器人可以根据预先编制好的程序,精确控制刀具的运动轨迹和切削参数,实现对零件的高精度加工,同时还可以通过力传感器实时感知加工过程中的切削力,根据切削力的变化自动调整切削参数,保证加工过程的稳定性和加工质量。机器人数控技术还可以实现多种加工工艺的集成,一台工业机器人可以配备不同的加工工具,如铣刀、钻头、打磨头等,实现对零件的铣削、钻孔、打磨等多种加工操作,减少了零件在不同设备之间的转运和装夹次数,提高了生产效率和加工精度。

4.2 机器人数控技术在装配线中的应用

在装配线中,机器人数控技术能够显著提高装配效率和装配质量。传统的装配作业主要依靠人工完成,不仅劳动强度大、生产效率低,而且容易受到人为因素的影响,导致装配质量不稳定。而工业机器人具有高精度、高重复性和高可靠性的特点,能够准确地将各种零部件按照预定的位置和姿态进行装配。机器人可以通过视觉传感器识别零部件的位置和方向,然后利用精密的夹具和工具将零部件准确地抓取并安装到指定位置,整个装配过程快速、准确、稳定。同时,机器人数控技术还可以实现装配线的柔性化^[3]。通过更换机器人的末端执行器和调整装配程序,机器人可以快速适应不同型号产品的装配需求,实现多品种、小批量产品的柔性装配。这对于现代企业应对市场多样化需求、提高市场竞争力具有重要意义。

4.3 机器人数控技术在质量检测中的应用

质量检测是保证产品质量的重要环节,机器人数控技术在质量检测领域也得到了广泛应用。利用机器人的灵活运动能力和高精度定位能力,结合各种先进的检测

传感器,如机器视觉传感器、激光传感器、超声波传感器等,可以实现对产品的高效、准确检测。例如,在电子产品制造中,机器人可以携带机器视觉传感器对电路板的焊接质量、元件安装位置等进行检测。机器视觉传感器能够快速获取电路板的图像信息,并通过图像处理算法对图像进行分析,判断焊接点是否存在虚焊、漏焊等缺陷,元件是否安装正确等。与人工检测相比,机器人质量检测具有检测速度快、准确性高、不受主观因素影响等优点,能够大大提高检测效率和产品质量。机器人数控技术还可以实现对大型产品的在线检测,对于一些大型机械设备、船舶等产品,由于其体积庞大、结构复杂,传统的检测方法难以实现对产品的全面检测。而利用机器人可以携带检测设备在产品表面移动,对产品的各个部位进行检测,及时发现产品存在的缺陷和问题,为产品的质量改进提供依据。

5 机器人数控技术在机械智能制造中的未来发展趋势

5.1 智能化程度不断提高

未来,机器人数控技术将朝着更加智能化的方向发展。随着人工智能技术的不断发展,如深度学习、强化学习等技术在机器人领域的应用,机器人将具备更强的自主学习和决策能力。例如,机器人可以通过深度学习算法对大量的生产数据和图像信息进行分析和学习,自动识别不同的工件和加工任务,并根据实际情况自动调整加工参数和操作策略,实现更加智能化的生产作业。机器人还可以通过强化学习算法在与环境的交互中不断优化自己的行为,提高生产效率和质量。

5.2 与新兴技术深度融合

机器人数控技术将与物联网、大数据、云计算、5G等新兴技术深度融合,实现更加高效、协同的生产模式。通过物联网技术,机器人可以与其他生产设备、物流系统、企业管理系统等进行无缝连接,实现生产过程的全面信息化和智能化管理。大数据和云计算技术可以为机器人提供强大的数据存储和分析能力,帮助机器人更好地理解生产环境和任务需求,优化生产过程。5G技术的高速、低延迟特性则为机器人的远程控制和实时监控提供了保障,使得机器人可以在更广泛的范围内实现协同作业和远程操作。

5.3 人机协作更加紧密

未来的机械智能制造将更加注重人机协作,机器人数控技术将朝着人机协作的方向发展。传统的人机分离生产模式将逐渐被人机协作模式所取代,机器人将与人类操作人员在同一工作空间内共同完成生产任务^[4]。人机协作机器人具有安全、灵活、易于操作等特点,它可以通过传感器感知人类操作人员的动作和意图,与人类操作人员进行紧密配合,实现更加高效、灵活的生产。例如,在装配作业中,机器人可以负责搬运重物 and 进行一些重复性的操作,而人类操作人员则负责进行一些精细的装配和调试工作,充分发挥机器人和人类各自的优势,提高生产效率和产品质量。

5.4 绿色可持续发展

随着全球对环境保护和可持续发展的重视,机器人数控技术在机械智能制造中的应用也将更加注重绿色可持续发展。未来的机器人将采用更加节能、环保的设计和制造技术,降低能源消耗和环境污染。同时,机器人数控技术还可以应用于资源回收和再利用领域,实现对废旧产品的高效拆解和回收,促进资源的循环利用,推动机械制造业向绿色、可持续方向发展。

结束语

机器人数控技术作为机械智能制造的核心驱动力,正深刻改变着传统制造业。其在零件加工、装配、检测等多环节展现出的高效、精准与灵活优势,显著提升了生产效率与产品质量。未来,随着智能化提升、与新兴技术融合、人机协作深化及绿色发展推进,机器人数控技术将持续赋能机械智能制造,引领行业迈向更高水平的自动化、智能化与可持续化发展新征程。

参考文献

- [1]邱彩云.机械制造中智能机器人数控技术的运用[J].内燃机与配件,2021(24):197-199.
- [2]姚峰.机械制造中智能机器人数控技术的使用[J].内燃机与配件,2021(20):201-202.
- [3]田俊飞.试论智能机器人数控技术在机械制造行业中的应用[J].中外企业家,2020,No.679(17):149-149.
- [4]龚金锭,陈紫月,蔡心远,等.智能机器人数控技术在机械制造中的应用探析[J].内燃机与配件,2024,(13):82-84.