

关于数控机床智能化的关键技术及应用研究

潘建鑫 翁海龙 沈宗杰 黄祖祥 唐德庆

丽水市杰祥科技有限公司 323000

DOI: 10.12238/ems.v7i3.12300

[摘要] 近年来,随着国内工业科技的飞速发展,使得数控机床的智能开发技术日趋完善。数控机床的智能化是我国机床行业发展的一个重要方向,将其应用于工业生产,可以有效提高我国制造业水平,保证内部质量检验的准确性。本文从数控机床的智能化优势出发,分析所采用的关键技术,以期加强在工业生产中的运用,提高生产效率。

[关键词] 数控; 机床; 智能化; 关键技术

引言:

与传统的机床加工方式相比,数控机床具有加工精度高,种类多,简化复杂问题的特点,将数控机床智能化技术应用到工业生产活动中,可以极大地促进我国的产业发展,降低企业的生产成本,因此,深入研究数控机床智能制造中的一些关键技术是必要的^[1]。

一、数控机床智能化优势

近年来,智能数控机床在国内的应用日益广泛,给我国制造业带来了极大的经济效益。数控机床智能化在工业发展中的运用,使得每个工作环节都可以实现自动化,提升企业的生产效率。智能数控机床操作简单,对工作人员的实际操作要求不高,降低工作人员工作负荷的同时,为我国一些就业问题提供有效的解决方法。另外,智能数控机床相对于传统机床来说,具有较低的投资成本,对其进行投资,可以使企业快速产生经济效益,将智能数控机床应用到工业生产中,对提升国家产业的整体水平起到积极的作用^[2]。

二、数控机床智能化的关键技术分析

(一) 数控系统的智能化技术

现代数控系统是一种先进的数控加工技术,其目的是提高加工质量,以及生产效率。其中,智能技术的应用尤为重要。通过优化“预判”功能,对工件进行加工前的预判性控制^[3]。该技术将进、退两种工作路径相结合,达到最优压缩机的合理利用,保证加工精度与稳定性。数控系统运动控制的目标是确定最优的应用范围,让加工过程中刀具的性能最大化。该方法通过对刀具几何、材料特性和加工要求的综合分析,对刀具轨迹进行科学规划,减少不必要的空行程时间,提高生产效率。在此基础上,通过集成控制,实现多轴联动优化,进一步强化复杂型面高精度零件的制造能力^[4]。

(二) 自动化装卸技术

在数控机床自动化过程中,自动装卸技术起着举足轻重的作用。该技术在保证加工连续高效的前提下,大幅降低劳动力成本,提高加工精度,成为现代制造业不可或缺的重要组成部分。根据数控机床及支撑设备的工作状态,自动装卸工艺可分为三个层次。首先,在数控机床实现材料自动卸料的基本结构,在不需要人为干预的情况下,实现材料从输入到输出的全过程自动处理,保证工艺的连续稳定。该层次自动装卸技术利用精密机械结构与先进传感技术,可以对物料进行精确定位并快速装卸,为后续加工奠定基础。另外,若采用自动加载系统,则可大大提高数控机床的生产效率。该结构能够实现无人操作,自动完成加工等作业,同时减少人工干预,提高生产精度。当多台数控机床共用一套自动装卸系统,且各系统间由调度系统进行单向流通,就形成了一条流畅的自动化流水线。在这一层面上,自动装卸技术使各个单机间实现无缝连接,利用智能调度系统对整个生产

过程进行精确控制。这样的结构让生产线的柔性及效率得到了很大的提高,企业可以对不断变化的市场需求做出快速反应,达到定制化、小批量、多品种的生产模式^[5]。

(三) 切削用量的工艺优化技术

在数控机床加工中,切削用量直接关系到工件的加工效率与质量。传统的国产数控机床多基于工况进行切削参数选择,该方法虽能保证加工过程稳定,但过于保守,不能充分发挥数控机床的潜力,对复杂型面零件更是如此。限制了加工效率的提高,造成资源浪费,增加生产成本。为解决上述问题,利用自动控制技术对切削参数进行优化是解决这一问题的有效途径。自动控制技术可以根据加工过程的实时状态及工件的材料特性,对切削参数进行动态调整,从而获得最优的加工结果。该方法仅提高了加工的柔性与适应性,对提高数控机床的生产效率具有重要意义。在切削参数优化过程中,将传感器、数据处理算法与智能控制策略相结合,实现对切削参数的实时监控与精确控制。传感器主要采集切削力,振动,温度等重要参数,并将数据输入到相应的数据处理算法中。在此基础上,采用智能控制策略,对切削速度、进给速度、进给量等参数进行动态调整,使之能满足不同加工条件及工件的需求。通过对切削参数的优化,可以提高刀具的切削效率,降低切削时间、能耗。通过合理调整切削用量,显著提高工件的加工质量及表面质量。另外,采用自动控制方式,降低了因切削用量不合理造成的刀具磨损及刀具损耗,延长机床及刀具的使用寿命。

三、数控机床智能化关键技术应用策略

(一) 在数控机床智能化应用中加入热误差补偿功能

随着现代制造技术的飞速发展,作为精密加工核心装备的数控机床,其加工精度与稳定性影响产品的质量与效率。由于数控机床工作环境温度高和电机发热等因素的影响,常导致检测精度降低,不利于产品的生产和使用。尤其是在正常工作环境中,温度的变化会对数控机床进给系统、主轴系统造成很大影响,引起过热变形,进而导致加工精度下降。为有效解决该问题,提出将热误差补偿功能引入数控机床智能化应用中,实现工件精度智能补偿,提高数控机床加工性能。

1 温度误差补偿的原理与方法

温度误差补偿的原理基于一个基本事实:机床在加工过程中,由于切削热、环境温度变化等因素,其关键零部件(如进给系统、主轴系统等)会发生一定程度的热胀冷缩,从而导致加工误差。为了消除这种误差,需要对这些零部件的温度状态进行实时监控,并根据温度变化产生的误差进行补偿。实现温度误差补偿的关键在于设计一种有效的监测系统,并将温度传感器安装于机床关键零部件的接触面上。这些温度传感器能够实时测量并反馈温度数据,对进给系统和主轴系

统的温度变化进行准确监测。实验结果显示, 所设计的温度传感器系统能够有效反映机床关键部位的实际温度状态, 为后续的热误差补偿提供了可靠的依据。通过实施温度误差补偿策略, 机床的加工精度得到显著提升, 这一技术的成功应用, 为数控机床的高精度加工提供了有力保障。

2 计算和输入温度误差补偿值

首要步骤是通过高精度的温度传感器对机床各关键部位的温度进行实时采集。采集到温度数据后, 利用热补偿器进行计算。热补偿器是一种基于物理原理或数学模型的设备或软件, 能够根据温度数据计算出机床由于温度变化而产生的形变或误差。这一步骤的关键在于热补偿器的准确性和可靠性, 影响后续补偿值的计算精度。在得到温度数据及其对应的形变或误差后, 需要根据预设的热误差模型来计算热误差补偿值。热误差模型通常是通过实验或仿真得到的, 描述机床温度变化与误差之间的定量关系。计算补偿值时, 将温度数据代入热误差模型中进行计算。这一过程可能涉及复杂的数学运算和数据处理, 需要借助专业的计算软件或硬件来完成。得到热误差补偿值后, 将其输入到相应的 CNC 系统中。CNC 系统是机床的核心控制部分, 负责根据输入的指令和数据来控制机床的运动和加工过程。在输入补偿值时, 需要确保数据的准确性和完整性, 避免因数据错误而导致的机床运动参数调节失误。同时, 考虑 CNC 系统的兼容性和接口问题, 保证补偿值能够正确地已被系统识别和应用。补偿值输入 CNC 系统后, 系统会根据这些值对机床的运动参数进行自动调节。这些调节可能包括机床的进给速度、主轴转速、切削深度等, 旨在通过调整机床的运动状态来抵消由于温度变化而产生的误差。经过这样的调节后, 机床的加工精度将得到有效提高, 从而实现热误差的智能化补偿。这一过程的成功实施不仅依赖于准确的温度数据采集和计算, 还需要 CNC 系统的良好性能和稳定性支持。

3 温度误差补偿的实现及作用

在数控机床智能化应用中引入热误差补偿功能, 除了硬件改造外, 软件也要升级。硬件方面, 关键部位需加装温度传感器、热补偿装置; 在软件上, 需要开发相应的热误差补偿算法, 并将其与数控系统的控制软件相结合。采用软、硬件相结合的方法, 实现温度误差补偿功能的智能化、自动化。实践证明, 在数控机床中引入热误差补偿功能, 可明显提高机床加工精度。在同样的加工条件下, 大大降低加工误差, 有效地保证了工件质量的稳定性与一致性。随着智能制造技术的进步, 数控机床在智能化方面的应用越来越受到重视。在此基础上, 进一步探索并优化热误差补偿算法, 提高补偿精度与效率, 结合机器视觉和人工智能等智能技术, 构建更加完备的智能制造系统。

(二) 智能化预防干预体系的有效应用

在现代制造业中, 机床内部碰撞问题一直是影响数控机床性能和加工精度的关键因素之一, 会导致机床损坏, 降低工业产品的生产率。为了解决这一问题, 智能化预防干预体系应运而生, 通过先进的技术手段, 对数控机床加工过程的实时监测和预警, 有效避免碰撞问题的发生。智能化预防干预体系的核心在于合理地使用数控机床的防干扰程序。在数控机床进行数控操作之前, 防干扰程序会自动检测类型判断, 通过对工件、刀具、夹具和结构单元等关键部件的三维建模和仿真, 模拟加工过程中的各种情况, 判断是否存在潜在的碰撞风险。抗干扰系统的目标是优化数控机床的加工

流程, 提高加工效率和精度。通过三维仿真技术, 从刀具的运动轨迹、工件的装夹方式到夹具的固定位置, 每一个细节都得到了精确的计算和呈现。这种精细化的仿真过程, 保证加工过程的准确性和稳定性, 缩短加工准备和加工时间, 提高机床的工作效率和利用率。在虚拟机床仿真的过程中, 数控系统发挥着至关重要的作用。将数控程序或手动操作指令转化为机械控制信号, 通过机床坐标轴的运动信号与预设的三维动画部分紧密连接, 对加工过程进行动态调整。同时, 智能化预防干预体系还具备风险预警和智能决策的功能。当三维仿真技术检测到潜在的碰撞风险时, 系统会立即发出预警信号, 提醒操作者采取相应的措施。如果风险较大, 系统还会自动调整机床的运动速度或停止机床的工作, 避免碰撞事故的发生。这种智能化的决策机制, 增强加工过程的安全性, 让操作者在应对突发情况时能够更加从容和高效。

(三) 合理使用刀具智能监测技术

数控机床已经成为现代制造业不可缺少的重要装备。刀具是数控机床的核心零件, 它的工作状态对加工效率及产品质量有着重要的影响。为提高数控机床的加工效率与精度, 保证加工过程中的安全性, 合理地应用刀具智能监控技术具有十分重要的意义。在数控机床加工中, 刀具磨损是无法避免的。刀具磨损按其磨损程度可划分为三种状态: 轻微磨损、中度磨损和严重磨损。切削时间越长, 刀具磨损速率越快, 使用性能越差。降低了加工的精度与效率, 造成工件的损坏、振动现象, 甚至引发安全事故。因此, 实时监测刀具的磨损状态并及时进行维修尤为重要, 这些模块协同工作, 可以准确地获取刀具磨损过程中的多种信息, 并通过对数据的分析和诊断, 为操作者提供刀具更换、维修等方面的精确建议。数控机床的刀具更换系统是实现智能化刀具监控技术的重要支撑。该系统能根据刀具的使用时间、磨损程度等信息, 对刀具的使用范围进行自动判断, 如有需要, 可以及时更换。同时, 刀具管理系统还能对刀具库存及使用状况进行实时管理, 保证刀具的合理使用与及时补充。其中, 刀具智能监控技术可以提高换刀的精度与效率, 极大地简化操作者的工作流程。该系统能以图形方式显示刀具的种类及状态, 使操作者能对刀具的使用状况有直观的了解, 并能随时对其进行编辑、管理。另外, 在数控机床自动化模式下, 刀位设置与数据分别显示, 操作者只需要进行简单的操作, 就能准确地判断出刀具的位置及状态, 提高了加工效率与安全性。

结语:

总而言之, 数控机床智能化的关键技术对于精确的检测和减少生产成本都起到了很大的作用, 推动产业和经济的发展, 工业发展就是一个国家的整体实力, 将数控机床的智能化应用到机械工业中去, 能够不断提升综合国力水平。

[参考文献]

- [1] 杨春梅. 高档智能化木结构梁柱加工数控机床关键技术研究. 黑龙江省, 东北林业大学, 2022-11-24.
- [2] 高强. 智能化数控机床的主要特点与关键技术研究[J]. 造纸装备及材料, 2020, 49(05): 21-23.
- [3] 顾巍, 邢煥武. 智能化数控机床的关键技术研究[J]. 中阿科技论坛(中英阿文), 2019, (01): 49-52+64-68.
- [4] 王晨升. 高端数控机床智能化关键技术及应用. 江苏省, 无锡易通精密机械股份有限公司, 2015-12-01.
- [5] 张明洋, 化春雷, 徐兆成. 智能化数控机床的关键技术研究[J]. 金属加工(冷加工), 2013, (06): 18-19.