

数控技术在智能制造中的应用探析

杨绍杰,王 宇,孔羿勋,杨晓理

(贵州机电职业技术学院,贵州 都匀 558000)

摘要:本文探讨了数控技术在现代制造业中的关键作用。数控技术通过数字化控制,能够精准管理复杂的加工过程,并借助物联网、大数据及人工智能等技术,推动制造业向智能化方向转型。本文分析了数控技术的原理与发展趋势,探讨了其在智能生产系统中的深度应用,同时指出当前应用中存在的设备性能、系统集成和数据处理等问题,并提出相应的改进策略。研究结果为制造企业的智能化升级提供了理论依据和实践指导。

关键词:数控技术;智能制造;物联网;人工智能;大数据分析

中图分类号:TG659 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-957X(2024)20-0103-03

An Analysis of the Application of CNC Technology in Intelligent Manufacturing

Yang Shao-jie, Wang Yu, Kong Yi-xun, Yang Xiao-li

(Guizhou Technological College of Machinery and Electricity, Guizhou Duyun 558000)

Abstract: This paper explores the critical role of Computer Numerical Control (CNC) technology in modern manufacturing. Through digital control, CNC technology precisely manages complex machining processes, leveraging technologies such as the Internet of Things (IoT), big data, and artificial intelligence (AI) to facilitate the transition towards intelligent manufacturing. This study analyzes the principles and development trends of CNC technology and examines its in-depth application within intelligent production systems. Additionally, it highlights current challenges in equipment performance, system integration, and data processing, while proposing corresponding improvement strategies. The findings provide theoretical support and practical guidance for the intelligent upgrade of manufacturing enterprises.

Key words: CNC technology; Intelligent manufacturing; IoT; AI; Big data analysis

0 引言

在智能制造系统中,数控技术的应用不仅能够实现对复杂加工过程的精准控制,还能够通过与信息技术的深度融合,实现对生产数据的实时采集、分析与反馈,优化生产流程,提高生产效率和产品质量^[1]。此外,随着物联网技术的发展,数控设备可以通过网络与其他智能设备进行协同工作,实现生产过程的全局优化和资源配置的最优化。

尽管数控技术在智能制造中展现了巨大的潜力,但其应用仍面临诸多挑战^[2]。例如,如何实现数控系统与智能制造平台的无缝集成,如何确保数控设备在网络环境下的安全性以及如何利用大数据和人工智能进一步优化数控加工过程等问题,都是当前研究的热点和难点。对此,深入探讨数控技术在智能制造中的具体应用、存在的问题及其解决方案,具有重要的理论意义和实践价值^[3]。

本研究旨在系统分析数控技术在智能制造中的应用现状,探讨其面临的挑战,并提出相应的对策和未来发展方向,以期为推动制造业的智能化转型提供理论支持和实践指导。

1 数控技术与智能制造概述

1.1 数控技术的基本原理与发展趋势

数控技术(CNC, Computer Numerical Control)是一种基于数字化控制的自动化加工技术,其核心在于通过预先编制的数控程序,将零件的几何信息、工艺参数、加工路径等转化为计算机可以识别的数字指令,进而控制机床进行

精确加工。数控系统的基本构成包括数控装置、伺服系统、机床本体以及检测反馈装置^[4]。

数控加工的工作流程通常包括编程、程序输入、程序执行和加工监控四个主要步骤。首先,工程师根据零件的设计图纸和工艺要求,编写数控加工程序。程序通常由 G 代码和 M 代码构成,包含了加工路径、进给速度、刀具选择等信息。接下来,数控程序通过输入装置传输到数控装置中。数控装置解析这些代码,并通过伺服系统控制机床执行加工任务。同时,检测反馈装置实时监控加工状态,必要时进行调整,确保零件的加工精度和质量^[5]。

随着制造业的快速发展,数控技术也在不断演进,呈现出智能化、网络化、集成化等新趋势^[6]。

首先,数控技术的智能化趋势尤为明显。智能化数控系统不仅能够实现复杂加工过程的自动化控制,还能够通过集成人工智能算法,实现自适应控制、误差预测与补偿等功能^[7]。例如,基于机器学习的智能化数控系统可以在加工过程中自主调整参数,以应对不同的工况和材料变化,提高加工精度和生产效率。

其次,数控技术的网络化发展同样引人注目。随着工业互联网的普及,数控设备逐渐接入网络,实现远程监控、故障诊断和设备维护^[8]。这种网络化的数控系统不仅提高了设备的利用率,还通过大数据分析优化生产流程,进一步提升了生产效率。

最后,绿色制造与可持续发展在数控技术中逐渐成为

关注重点^[9]。通过优化加工路径、提高材料利用率和减少能耗,现代数控系统不仅可以有效降低制造过程中的资源消耗,还能够减少对环境的负面影响。

1.2 智能制造的关键技术

智能制造是以新一代信息技术为基础,通过智能化设备和系统实现制造过程的自动化、数字化和智能化^[10]。为实现这些目标,智能制造依赖于多种关键技术的支持,这些技术在不同层面推动了制造业的转型与升级。

首先,物联网技术(IoT)是智能制造的核心支撑之一。通过物联网技术,各种制造设备、传感器和信息系统得以互联,形成一个庞大的网络体系。物联网不仅实现了设备之间的实时通信,还支持数据的实时采集和传输,为生产过程的自动化控制和优化提供了数据基础。

其次,大数据分析技术在智能制造中扮演着重要角色。智能制造系统通过物联网设备和传感器收集大量的生产数据,通过大数据分析技术,这些数据可以被深入挖掘和利用,用于优化生产流程、预测设备故障、提升产品质量和降低生产成本。

人工智能(AI)技术也是智能制造的重要组成部分。AI技术通过机器学习、深度学习等算法,对生产数据进行分析 and 处理,从而实现智能化的决策和控制。人工智能在智能制造中的应用主要体现在智能化的生产调度、质量检测、设备维护等方面。

2 数控技术在智能制造中的应用

2.1 数控技术与智能生产系统的融合

在智能制造体系中,数控技术作为自动化加工的核心技术,扮演着至关重要的角色。数控技术不仅实现了高精度的零件加工,还通过与智能生产系统的深度融合,推动了制造过程的全面智能化。数控机床的自动化控制和灵活性使其成为智能生产系统中的关键设备,为制造业的数字化、智能化升级奠定了基础。

数控技术在智能生产系统中的应用主要体现在两个方面。首先,数控设备通过集成先进的传感器和控制系统,实现了加工过程的实时监测和动态调整。其次,数控设备的可编程性和灵活性,使其能够快速适应不同的加工任务和工艺要求,提升了生产系统的柔性和响应速度。

物联网技术在智能生产系统中起着连接设备和数据的作用,而数控技术通过与物联网的集成,进一步提升了其智能化水平。通过将数控设备接入物联网,企业能够实时采集加工过程中的各种数据,如温度、压力、振动、切削力等。这些数据通过网络传输到中央控制系统或云端平台,供后续分析和决策使用。这种数据驱动的生产模式使得数控设备可以实现自适应加工。

大数据分析在智能生产系统中发挥着优化和预测的作用。数控技术通过与大数据分析的结合,可以实现加工过程的全面优化和设备维护的预测管理。通过对数控设备的历史数据和实时数据进行分析,系统可以识别出影响加工质量的关键因素,并提出优化方案。此外,大数据分析还可以用于预测设备的健康状态,通过对设备运行数据的持续监测和分析,系统能够提前预测设备可能出现的故障,并在故障发生前安排维护,从而减少设备停机时间和维修成本。

人工智能技术为智能生产系统注入了“智慧”,而数控技术与人工智能的融合,则进一步推动了制造过程的智能化。通过引入机器学习和深度学习算法,数控设备可以在加工过程中实现自我学习和自适应调整。例如,在复杂的多轴联动加工中,人工智能算法可以实时优化切削路径,减少加工时间和刀具磨损,同时提高表面质量。此外,人工智能还可以用于加工过程中的智能质量检测。通过将计算机视觉和图像识别技术应用于数控设备,系统可以在加工过程中实时检测零件的外观和尺寸是否符合要求。对于检测到的缺陷,系统可以自动记录并调整加工参数,以避免同样的错误在后续加工中再次发生。

2.2 基于数控的智能制造系统优化

2.2.1 系统优化的背景与需求

随着制造业的不断进步,传统的数控系统面临越来越高的挑战。智能制造对生产效率、产品质量和灵活性的要求越来越高,推动了数控技术的快速发展。在此背景下,基于数控的智能制造系统优化成为关键任务。这不仅涉及到数控设备的性能提升,还需要综合考虑整个制造系统的协调和效率。优化目标包括提升生产线的综合效率、降低生产成本、提升产品质量,以及增强系统的适应性和智能化水平。

2.2.2 智能化控制的优化

在智能制造系统中,智能化控制是数控系统优化的核心。通过集成先进的控制算法和人工智能技术,数控系统能够实现对复杂加工任务的智能调度和优化。例如,利用自适应控制算法,数控系统可以实时调整加工参数,以适应不同的材料特性和工艺要求,从而提高加工精度和生产效率。此外,人工智能技术的引入可以优化切削路径,减少加工时间和刀具磨损,同时提升加工质量。智能化控制不仅增强了数控系统的自动化水平,也提高了制造过程的稳定性和可靠性。

2.2.3 系统集成与优化

系统集成是实现智能制造系统优化的关键。通过将数控系统与其他自动化设备、信息系统和生产管理系统进行集成,制造企业能够实现生产流程的全面优化。例如,将数控系统与MES(制造执行系统)和ERP(企业资源计划)系统集成,可以实现生产计划的实时调整和资源的最优配置。这种集成化的系统设计能够实现制造过程中的各个环节的无缝协同,提高了生产效率和响应速度。同时,系统集成还减少了信息传递和处理的时间,提升了整体生产效率和灵活性。

2.3 数控技术在汽车行业中的应用场景案例

在汽车制造领域,发动机缸体的加工对精度有着极高的要求,任何微小的误差都可能影响发动机的性能和寿命。传统的加工方式由于手动操作和设备精度的限制,难以满足现代汽车工业对高效、精密的要求。而数控技术的引入,极大地提升了缸体加工的精度和效率。

数控机床通过对工件的自动化控制,能够进行多轴联动,实现复杂曲面的高精度加工。例如,在加工缸体的过程中,数控机床通过编程控制刀具的进给路径、切削速度和深度,确保每个加工步骤的精准度。数控系统还集成了实时监控功能,能够通过传感器监测加工过程中的振动、

温度、压力等参数,并通过智能反馈系统调整加工参数,确保最终加工质量。

通过将数控设备与物联网技术相结合,工厂可以实现对生产线的远程监控和数据实时采集。例如,传感器会将加工过程中产生的各种数据上传至云端,生产管理系统会对这些数据进行分析,发现潜在问题并提出优化建议。这种智能化的实时反馈机制不仅提高了加工效率,还降低了由于误差造成的废品率。

3 数控技术在智能制造中的挑战与改进策略

3.1 设备性能

数控技术的应用中,设备性能限制是一个显著的技术瓶颈。尽管现代数控设备已经实现了高度的自动化和智能化,但仍面临着性能瓶颈,如加工精度、加工速度和处理能力等方面的限制。现有的数控设备在高精度、高复杂度的加工任务中,可能会遇到设备负荷过大、加工误差无法进一步降低的问题。针对设备性能限制的问题,制造业需要投入更多资源于技术创新与研发。首先,通过引入更先进的材料和制造工艺,可以提升数控设备的加工精度和耐用性。其次,推动智能传感器和反馈控制系统的应用,使设备能够实时监测加工状态并进行动态调整,从而进一步提高加工精度和生产效率。

3.2 数据集成与处理

在智能制造中,数据集成与处理是数控技术面临的另一个技术瓶颈。数控系统通常需要与物联网、云计算、大数据等技术进行深度集成,以实现智能化的生产管理。然而,不同技术平台之间的数据格式、传输协议和接口标准往往存在差异,这使得数据集成变得复杂和困难。此外,海量的生产数据需要实时处理和分析,以提供及时的决策支持。数据处理能力的不足可能导致数据分析滞后,影响生产决策的时效性和准确性。为解决数据集成与处理难题,企业应重点关注标准化与开放性。采用开放式架构和标准化的数据接口,可以简化不同系统之间的数据交换和集成过程。此外,利用云计算和边缘计算技术,提高数据处理能力和实时性。云计算可以提供强大的数据存储和计算能力,而边缘计算则能够在数据产生的源头进行实时处理,减少数据传输延迟。

3.3 人工智能技术应用

人工智能技术在数控系统中的应用虽已带来显著的智能化进步,但仍面临局限性。例如,现有的人工智能算法在处理复杂的制造任务时,可能无法全面考虑所有影响因素,从而影响决策的准确性。此外,人工智能系统的训

练和调试需要大量的高质量数据,但在实际应用中,数据的完整性和准确性常常无法保证,这限制了人工智能技术的有效应用。为此,需要持续推进算法优化与模型训练。通过引入更加先进的机器学习算法和深度学习技术,提高人工智能系统在复杂制造任务中的决策能力。同时,建立高质量的数据采集和标注体系,确保用于训练模型的数据具有高准确性和代表性。

4 结论与展望

数控技术在智能制造中的应用大幅提升了生产效率和精度,通过与物联网、大数据和人工智能的融合,实现了生产过程的智能化、数字化。本文分析了数控技术的现状及面临的挑战,提出了优化策略,为制造企业的智能化升级提供了参考。

未来,随着制造业对高精度和复杂工艺的需求增加,数控技术需要进一步突破性能瓶颈,并加强与其他智能技术的融合,特别是在数据集成、人工智能自适应控制等领域。通过持续创新和系统优化,数控技术将在推动制造业智能化与绿色发展发挥更大作用。

参考文献:

- [1] 张志朋,马春龙. 数控技术在机械加工技术中的应用探析[J]. 中国设备工程,2024,(10):227-229.
- [2] 王福利,任宝祥. 数控技术及其在智能制造中的应用[J]. 机械管理开发,2023,38(05):244-246.
- [3] 陈燕燕. 智能制造与先进数控技术的发展研究[J]. 现代工业经济和信息化,2023,13(04):32-34.
- [4] 陈豪. 浅谈数控技术在智能制造中的应用[J]. 设备管理与维修,2022,(10):125-127.
- [5] 张飞,吴江江,宋巍. 数控技术在智能制造中的应用及发展分析[J]. 城市建设理论研究(电子版),2020,(09):29.
- [6] 李国华,郭二东,张倩倩. 智能制造视域下的数控技术现状及发展分析[J]. 工程机械文摘,2024,(03):1-4.
- [7] 刘岩,李函. 智能制造与先进数控技术[J]. 南方农机,2019,50(16):158.
- [8] 彭辉. 数控技术在智能制造中的发展与应用研究[J]. 内燃机与配件,2021,(01):152-153.
- [9] 杨升,吕爱英. 数控技术在智能制造中的应用及发展分析[J]. 中国设备工程,2020,(05):37-38.
- [10] 朱士云. 智能制造与先进数控技术分析[J]. 花炮科技与市场,2019,(01):51.