

人工智能在数控加工中的应用

刘新 王琦

中智沈阳经济技术合作有限公司, 辽宁 沈阳 110000

[摘要]随着科技的快速发展,人工智能(AI)已经逐渐渗透到各个领域,包括数控加工。数控加工是现代制造业的核心部分,其效率和精度直接影响到产品的质量和生产成本。人工智能的应用为数控加工带来了革命性的变化,可大大提高加工的效率 and 精度。此文从人工智能在数控加工中的具体应用,面临的挑战以及前景进行讨论。

[关键词]人工智能; 数控加工; 应用

DOI: 10.33142/sca.v7i12.14704

中图分类号: TP18

文献标识码: A

Application of Artificial Intelligence in Numerical Control Machining

LIU Xin, WANG Qi

Zhongzhi Shenyang Economic and Technological Cooperation Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: With the rapid development of technology, artificial intelligence (AI) has gradually penetrated into various fields, including numerical control machining. Numerical control machining is the core part of modern manufacturing industry, and its efficiency and accuracy directly affect the quality and production cost of products. The application of artificial intelligence has brought revolutionary changes to numerical control machining, greatly improving the efficiency and accuracy of machining. This article discusses the specific applications, challenges, and prospects of artificial intelligence in numerical control machining.

Keywords: artificial intelligence; numerical control machining; application

引言

随着制造业不断向智能化与数字化方向转型,人工智能(AI)技术在数控加工中的应用日益成为推动产业升级的重要引擎。传统的数控加工,尽管能够实现一定的自动化,但仍依赖于人工操作与经验积累,在精度控制、生产效率及刀具管理等方面面临诸多挑战。通过机器学习、大数据分析及深度学习等先进技术,人工智能能够实时监控加工数据,调整加工参数并优化工艺规划,从而显著提升加工精度与效率,减少人工干预与人为错误的风险。设备故障的自动识别与诊断,不仅可以借助AI技术实现,刀具管理、加工误差检测及工艺优化等环节也可以得到智能化支持,增强了生产线的稳定性与生产力。随着相关技术的不断进步,人工智能在数控加工中的应用潜力巨大,预计将为制造业带来更高的自动化水平、更低的成本及更优的产品质量,推动全球制造业朝智能化方向发展。

1 人工智能在数控加工中的优势

1.1 精确度高

人工智能在数控加工中的应用极大地提升了加工精度。传统的数控加工,虽然依赖于操作人员的经验与技术水平,但人工智能则通过高精度的算法与数据分析,实现了对加工过程中微小变化的实时监控与精确控制。借助深度学习与模式识别技术,细微误差能够被自动检测,且加工参数会及时被调整,从而避免了人为因素导致的偏差。加工件的质量得到了提高,返工率得到了减少,而对高精度、高

复杂度零件的加工需求,尤其在航空航天、精密仪器等领域,也得到了满足,人工智能的优势由此得以充分展现。此外,工具的磨损状况可被预测,从而确保了加工精度在整个生产周期内的稳定维持,显著提升了生产效率与加工稳定性。

1.2 及时纠错

人工智能在数控加工中的及时纠错能力显著增强了生产过程的稳定性与效率。在传统的数控加工中,误差通常依赖人工检查与调整,这不仅延长了检测时间,增加了人工成本,还容易导致错误的积累与加工质量的不稳定。与此不同,人工智能通过实时监控加工过程,结合传感器与数据采集系统,持续获取工件加工状态与各项参数。借助先进的数据分析与算法,加工过程中的异常情况,如工具磨损、工件变形、温度波动等,能够被迅速识别,并在极短时间内进行调整。人工干预的需求显著减少,确保了加工过程的精度与稳定性。举例来说,数控机床中的人工智能系统,能够根据实时数据自动调整刀具路径、进给速度等关键参数,确保加工误差控制在可接受范围内,从而提升了生产效率,缩短了加工周期,并大幅降低了因误差导致的废品与返工率。

1.3 保障系统平稳运行

人工智能在数控加工中的应用有效保障了系统的平稳运行,特别是在复杂和高精度加工环境中,展现了显著的优势。传统数控系统,依赖静态程序设置与定期人工维护,难以应对加工环境的快速变化及突发状况。相比之下,人工智能通过深度学习、数据分析及智能算法,实现了系

统的动态优化与自我调整,确保了加工过程的稳定性与持续性。通过实时监控,设备的各项运行指标,如电机负载、温度变化、振动状态等,能够被持续跟踪,并通过分析与预测潜在的故障风险,提前发出预警或自动调整系统参数,从而避免了因设备故障或外部环境变化导致的加工中断或精度下降。例如,加工过程中的切削力、切削速度及进给率,能够自动调节,并优化加工路径,有效减缓了机床磨损,延长了设备使用寿命,减少了故障发生率^[1]。这种智能化管理,不仅降低了设备故障带来的停机时间,还能确保加工系统在长时间运行中的稳定性,从而提升了生产效率与产品质量。

2 人工智能在数控加工中的具体应用

2.1 智能识别与定位

在数控加工中,智能识别与定位技术的应用已成为提升加工精度与生产效率的关键因素之一。传统的数控加工,依赖人工或简易机械手段进行工件定位,这种方式不仅费时,而且容易受到人为因素或设备误差的影响,导致加工不精确。与此不同,人工智能,尤其是在结合机器视觉、深度学习及图像处理技术后,能够以高度自动化的方式实现精确的识别与定位,从而大大提高了加工过程的智能化水平。通过高分辨率相机与激光扫描仪等传感设备,工件的外观数据能够被实时采集,且图像识别算法将精确分析工件的几何形状、尺寸及表面特征。基于这些数据,AI系统能够自动判断工件的相对位置、姿态及形变,并迅速根据预设的加工程序调整数控机床的位置与路径,确保工件在加工过程中始终保持精确定位。此过程中,复杂工件形态能够被快速响应,且误差将实时被检测与调整,确保每个加工环节都维持在最佳状态。在复杂的多轴加工中,智能识别与定位技术通过实时监控工件变化,自动纠正偏差,从而避免了传统方法中可能产生的误差积累,确保了高精度零件的加工要求得到满足。此外,工件的材料特性及加工要求也能被人工智能根据情况灵活地选择最合适的定位方式与工具路径,从而提高加工效率,缩短生产周期,减少了资源浪费。

2.2 工艺规划与执行

在数控加工中,人工智能在工艺规划与执行中的应用显著提升了加工过程的智能化与自动化程度。传统的工艺规划,依赖工程师的经验与手动操作,不仅耗时,而且容易受到人为因素的影响,导致工艺方案不合理或无法应对复杂加工需求。相比之下,人工智能通过大数据分析、机器学习及优化算法,能够基于产品设计图纸、材料特性、加工设备及加工要求,自动生成最优的工艺方案。利用对历史加工数据与现有设备性能的深度学习,AI系统能够分析不同加工方式对加工质量、时间及成本的影响,自动选择最合适的刀具、切削参数、进给速度及切削路径,从而实现工艺规划的优化。这一过程,不仅提高了加工效率,也有效减少了资源浪费。进入工艺执行阶段后,加工过程中的各项关键参数,如温度、压力、切削力等,能够被人工智能实时监控,

且自动调整那些可能导致工艺不稳定的因素,确保加工过程的顺利进行。通过与数控系统的紧密集成,工艺规划与实际执行得以无缝对接,确保了理论与实践的高度一致。

2.3 刀具的智能选择

在数控加工中,刀具的选择对加工效率、质量及成本控制起着至关重要的作用。传统的刀具选择方法,依赖操作员的经验及手动计算,在面对复杂的加工工艺与变化多样的材料特性时,常常难以确保最佳加工效果。引入人工智能后,情况发生了根本改变。通过机器学习、数据分析及优化算法,AI系统能够根据工件的材料、几何形状、加工要求及切削条件,自动选择最适合的刀具类型与规格。大量历史加工数据与刀具性能数据通过人工智能进行分析,使得AI系统能够学习不同刀具在特定加工环境中的表现,如耐磨性、切削力与热稳定性等,从而预测刀具在当前任务中的实际表现,确保刀具的精准选择。此外,加工过程中的关键数据,如切削力、温度与振动等,将被AI系统实时监测,刀具状态的动态评估能够及时发现磨损或损坏的迹象,且刀具使用策略将被自动调整,甚至提出刀具更换建议^[2]。这一智能化过程,不仅延长了刀具的使用寿命,减少了不必要的浪费,还有效避免了刀具选择不当带来的加工误差或工件质量问题。

2.4 智能化编程

智能化编程在数控加工中的应用,是推动制造业向自动化与精密化发展的关键技术之一。传统的数控编程,依赖工程师根据工件图纸手动设置加工路径、刀具选择、进给速度等参数,这一过程不仅繁琐,还容易受到人为因素的影响,特别是在处理复杂工件时,编程的效率与精度难以保证。引入人工智能后,数控编程实现了自动化与智能化,显著提升了编程效率与准确性。通过对大量历史加工数据、工艺要求以及设备性能的深度学习,AI系统能够自动生成最优的加工路径与工艺参数,从而减少了人工干预和误差的发生。具体而言,智能编程系统,依据工件的几何形状、材料特性与表面要求等信息,能够自动识别加工难点,生成相应的加工策略,如优化刀具路径、减少加工时间及提高切削效率等。实时反馈的数据,还可使系统动态优化编程内容,确保加工过程的精度与稳定性。例如,在复杂的三维曲面加工中,工件细节能够通过计算机视觉与图像处理技术被精确识别,五轴加工路径将被AI自动生成,从而大大简化了传统编程中需要人工干预的步骤。

2.5 加工过程智能监控

在数控加工中,加工过程的智能监控是人工智能应用的核心环节之一,它显著提升了自动化程度和精确控制能力。传统数控加工的工艺监控,主要依赖人工观察与定期检查,这种方式不仅容易导致响应迟缓、误差积累,还缺乏实时反馈。与之不同,人工智能通过与传感器、数据采集设备及智能算法的紧密结合,实现了对加工过程中的关键参数的实时监控与分析。各种数据,包括切削力、温度、

振动、刀具状态以及加工精度等，能够持续被 AI 系统采集，结合机器学习技术进行深度分析，及时识别加工过程中可能出现的异常或潜在风险，如刀具磨损、切削力波动或工件形变等。更为关键的是，异常一旦被检测到，立即的措施将由人工智能采取，如自动调整加工参数、改变进给速度或建议停机，以防止加工质量问题或设备损坏的发生。通过这种智能化监控，由设备故障或人为失误引起的生产中断得以有效避免，确保了每个加工环节能够在最佳状态下进行，从而大幅提高了加工的稳定性与精度。

2.6 误差检测

误差检测在数控加工中是人工智能应用的关键之一，通过智能技术，显著提高了加工精度及质量控制水平。传统的误差检测方法，通常依赖人工测量或简易的视觉检测系统，这种方式不仅费时，而且容易受到人为因素的干扰，导致检测结果的准确性和时效性无法得到保障。与此不同，人工智能，结合高精度传感器、激光扫描、图像识别及数据分析技术，能够在加工过程中实时监测并精准识别微小的加工误差。工件的三维坐标数据，能够自动被 AI 系统采集，并与设计图纸中的理想尺寸进行对比，实时计算误差并进行源头分析。当误差超出设定的容差范围时，警报会被系统立刻发出，或加工参数会自动调整，甚至刀具路径也会优化，以及时纠正加工中的偏差。这一过程，大幅提升了误差检测的精度，避免了人工检测可能出现的延迟与遗漏。此外，深度学习技术，还能被人工智能用来从历史加工数据中提取规律，预测潜在的误差类型及其发生时机，从而实现提前预警与智能调整，确保加工精度的稳定性。

2.7 智能故障诊断与预防

智能故障诊断与预防是人工智能在数控加工中的重要应用，显著提高了设备的可靠性及生产效率。传统的故障诊断，通常依赖人工检查或简易的排除流程，这往往难以及时且准确地识别潜在问题，进而可能导致生产中断或设备损坏。而通过人工智能的应用，结合传感器、数据采集系统与机器学习技术，机床的运行状态能够被实时监控，对各项关键参数进行动态分析，例如电机负载、温度变化、振动频率等。深度学习与模式识别，通过 AI 系统的运用，能够发现设备运行中的异常迹象，甚至提前预测潜在故障^[3]。刀具磨损、机械部件的疲劳程度或系统异常状态，能被 AI 系统分析，及时诊断设备问题，甚至预估故障的发生时机，提前发出预警。这一举措，不仅有效避免了突发停机，还为维修提供了有效的指导，帮助工程师迅速定位问题，减少了维修时间与成本。此外，智能故障预防，通过与数控系统的结合，可在故障发生前自动调整加工参数或停止加工，从而防止设备故障进一步恶化或影响加工质量。

3 人工智能在数控加工中面临的挑战与前景

尽管人工智能在数控加工领域展现了显著优势，其推

广与应用过程中依然面临诸多挑战。一个主要问题是，人工智能技术的应用需要处理大量实时数据，这要求高性能的传感器、数据采集系统及处理设备，而这些设备的高成本与技术要求，往往使中小型企业难以承担。此外，AI 系统的有效性依赖于大量的历史数据与精准的模型训练，然而，对于许多复杂或定制化的加工工艺，现有的训练数据往往不完整或缺乏代表性，这会导致 AI 在处理新型加工任务时的表现低于预期。另一个挑战，则是与现有数控设备与生产系统的深度集成。实现这一目标，不仅对技术兼容性与系统稳定性提出了高要求，还需要操作人员具备较高的技能水平。许多传统数控设备无法支持人工智能技术，且操作人员对 AI 技术的掌握与理解普遍较弱，这无疑增加了技术实施的难度^[4]。此外，面对复杂的制造环境时，AI 仍存在一定的局限性。尤其是对于多变的工艺需求或特殊材料，现有智能系统难以完全适应并做出精确决策，这使得 AI 系统在实际应用中需要不断优化与升级。尽管如此，随着人工智能技术的不断进步与制造业智能化转型的加速，AI 在数控加工中的应用前景依然广阔。随着算法的优化、硬件成本的降低及大数据的积累，人工智能将在数控加工中发挥更大作用，不仅推动自动化水平的提升，也将提高加工精度与生产效率，促进智能制造的全面实现。

4 结语

人工智能在数控加工领域的应用，正逐渐显现其在提升生产效率、加工精度及设备管理方面的巨大潜力。通过实时监控、自动优化以及故障预测等功能，AI 技术能够有效减少人工干预，显著提高生产过程的稳定性与智能化水平。尽管在数据处理、技术适配等方面，仍面临一定挑战，随着相关技术的不断发展与完善，人工智能将在数控加工中发挥愈加重要的作用。展望未来，制造业将获得更加高效、精准和灵活的生产方式，随着人工智能的广泛应用，智能制造将不断向前发展。

[参考文献]

- [1]徐超. 人工智能在数控加工中的应用[J]. 集成电路应用, 2024, 41(9): 120-121.
 - [2]张莲. 人工智能在数控加工中的应用[J]. 内燃机与配件, 2019(18): 234-236.
 - [3]杨晶. 浅谈人工智能在数控加工中的应用[J]. 家电维修, 2024(6): 65-67.
 - [4]余国瑞, 曾学淑, 崔欢欢. 人工智能在数控加工程序优化中的应用分析[J]. 机电产品开发与创新, 2024(5): 124-126.
- 作者简介: 刘新(1990.6—), 男, 毕业院校: 沈阳航空航天大学, 大学本科, 专业: 机械设计制造及自动化, 就 职 单 位: 中 智 沈 阳 经 济 技 术 合 作 有 限 公 司, 职 务 及 年 限: 技 术 员, 11 年。