

人工智能在机械加工及其自动化过程中的应用

傅兴刚

(济南职业学院, 山东 济南 250002)

摘要 机械加工及其自动化作为制造业的核心领域, 正经历着前所未有的技术变革。随着工业4.0的推进, 传统的加工模式已难以满足现代制造业对效率、精度和灵活性的高要求, 人工智能技术的引入为机械加工带来了新的机遇。通过机器学习、深度学习、专家系统等技术的应用, 机械加工的工艺规划、过程监控、机器人操作以及生产调度等方面都得到了显著优化。然而, 人工智能在机械加工中的应用仍面临数据质量、算法复杂性以及人才短缺等挑战。如何突破这些瓶颈, 实现人工智能与机械加工的深度融合, 成为当前亟待解决的问题。本文对人工智能在机械加工及其自动化过程中的应用进行了研究, 以为相关人员提供借鉴。

关键词 人工智能; 机械加工; 自动化

中图分类号: TH16

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.08.003

0 引言

机械加工及其自动化是制造业发展的基石, 其技术水平直接影响着产品的质量和生产效率。近年来, 随着人工智能技术的快速发展, 机械加工领域迎来了新的变革契机。智能工艺规划、智能加工监控、智能机器人以及智能生产调度等应用场景, 正在逐步改变传统的加工模式。正是这些技术的引入, 使得机械加工的效率、精度和灵活性得到了显著提升。然而, 数据质量问题、算法复杂性与可解释性难题以及人才短缺等挑战, 都在不同程度上制约了技术的推广与深化。面对这些问题, 需要通过数据管理优化、算法简化以及人才培养等策略, 为人工智能在机械加工中的广泛应用铺平道路。

1 机械加工及其自动化现状与人工智能应用基础

1.1 机械加工及其自动化的发展历程与现状

机械加工及其自动化的发展历程, 是一部从手工操作到智能化生产的演进史。从最初的简单机床到如今的数控技术, 机械加工领域经历了多次技术革命, 逐步实现了从低效到高效、从粗放到精细的转变。当前, 机械加工自动化已进入高速发展阶段, 数控机床、工业机器人等设备的普及, 大幅提升了生产效率和加工精度。然而, 尽管自动化技术取得了显著进步, 但在复杂工艺优化、柔性生产等方面仍存在瓶颈。正是这些挑战的存在, 为人工智能的应用提供了广阔的空间。通过引入机器学习算法, 能够实现对加工参数的智能优化, 提升产品质量与一致性。结合大数据分析, 预测设备故障与维护需求, 降低生产停机时间。此外,

人工智能驱动的视觉识别技术, 为复杂工件的自动化检测提供了新的解决方案, 进一步展现了技术进步的成果, 也揭示了未来发展的方向^[1]。

1.2 人工智能概述及其关键技术

人工智能的崛起, 为机械加工及其自动化领域注入了前所未有的创新动力, 作为一门模拟人类智能行为的技术科学, 人工智能的核心在于通过数据驱动与算法优化, 实现机器自主决策与学习能力。当前, 机器学习、深度学习以及计算机视觉等关键技术, 已成为推动机械加工智能化转型的核心引擎。这些技术的突破, 使得人工智能在复杂工艺优化、设备状态监测以及生产调度等领域展现出巨大潜力。机器学习算法通过对海量加工数据的分析与建模, 能够精准预测加工参数, 提升产品质量与一致性。深度学习技术则通过神经网络模型, 实现对复杂加工过程的智能控制与优化, 显著提高生产效率。计算机视觉技术结合图像识别与处理能力, 为工件检测与缺陷识别提供了高效解决方案。此外, 强化学习技术在自适应控制与路径规划中的应用, 进一步拓展了机械加工的智能化边界。

1.3 人工智能在机械加工及其自动化中应用的可行性与必要性

当前, 机械加工面临着加工精度要求日益提高、生产复杂性不断增加以及成本控制愈发严格的挑战, 传统自动化技术已难以完全满足这些需求。人工智能的引入, 为解决这些问题提供了全新的思路与方法。其强大的数据处理与学习能力, 使得复杂工艺优化、设备状态预测以及生产调度等难题得以迎刃而解。通

过机器学习算法,能够从海量加工数据中提取规律,实现加工参数的智能优化,显著提升产品质量与生产效率。深度学习技术的应用,则为复杂工件的自动化检测与缺陷识别提供了高效解决方案,大幅降低了人工干预与误判率。此外,人工智能驱动的自适应控制技术,能够根据实时工况动态调整加工策略,提高生产系统的灵活性与稳定性。机械加工行业正处在从传统自动化向智能化转型的关键节点,而人工智能的深度融合,不仅是技术进步的体现,更是行业高质量发展的必然选择,其应用的必要性与可行性已得到广泛认可。

2 人工智能在机械加工及其自动化过程中的具体应用

2.1 智能工艺规划

智能工艺规划作为人工智能在机械加工领域的核心应用之一,正在彻底改变传统工艺设计的模式与效率。传统工艺规划依赖工程师的经验与知识积累,面对复杂工件与多样化需求时,往往难以快速响应且容易产生人为误差。人工智能的引入,通过机器学习与深度学习技术,能够从海量历史加工数据中提取规律,构建工艺参数优化模型,显著提升规划效率与精度。这些技术的应用,使得复杂工件的工艺设计从数天缩短至数小时甚至更短。基于人工智能的智能工艺规划系统,能够综合考虑材料特性、设备性能以及加工要求,自动生成最优工艺路线与参数组合,大幅降低人工干预与试错成本。此外,结合数字孪生技术,实现工艺规划的虚拟验证与优化,进一步提高了规划的可靠性与可行性。在航空航天、汽车制造等高端制造领域,智能工艺规划已成为提升产品质量与生产效率的关键手段^[2]。

2.2 智能加工过程监控与诊断

在机械加工领域,智能加工过程监控与诊断正成为保障生产稳定性与产品质量的关键技术手段。传统监控方式依赖人工经验与固定阈值判断,难以应对复杂工况与突发异常,而人工智能的引入彻底改变了这一局面。通过机器学习与深度学习算法,能够实时分析加工过程中的多源数据,包括振动、温度、切削力等,实现对设备状态与加工质量的精准监控。这些技术的应用,使得异常检测与故障诊断从被动响应转向主动预测,大幅降低了停机时间与维护成本。基于人工智能的智能监控系统,能够识别加工过程中的微小变化,提前预警潜在问题,为工艺优化提供数据支持。此外,结合边缘计算与云计算技术,可实现大规模设备群的协同监控与诊断,进一步提升生产系统的整体效率与可靠性。在高端制造领域,智能加工过程监控与诊断

已成为提升产品质量与生产效率的核心技术之一。

2.3 智能机器人在机械加工中的应用

智能机器人在机械加工中的应用,正以其高效、精准与灵活的特性重塑传统生产模式。传统加工机器人依赖于预设程序与固定路径,难以适应复杂多变的生产需求,而人工智能的引入为机器人赋予了更高的自主性与适应性。通过深度学习与强化学习技术,智能机器人能够实时感知环境变化,动态调整加工路径与参数,显著提升加工精度与效率。在复杂工件的加工中,智能机器人结合视觉识别与力反馈技术,可实现高精度定位与自适应加工,大幅降低人工干预与误差率。此外,多机器人协同作业系统的应用,通过人工智能优化任务分配与路径规划,进一步提升了生产系统的整体效率与灵活性。在航空航天、汽车制造等高精度领域,智能机器人已成为不可或缺的核心装备。随着人工智能技术的不断进步,智能机器人在机械加工中的应用范围将进一步扩大,为行业带来更加智能化、柔性化的生产解决方案,推动制造业向更高水平迈进^[3]。

3 人工智能在机械加工及其自动化应用中面临的挑战与问题

3.1 数据质量与安全问题

在人工智能与机械加工深度融合的过程中,数据质量与安全问题正成为制约技术发展的关键瓶颈。高质量数据是人工智能模型训练与优化的基础,而在实际生产中,数据采集往往面临噪声干扰、设备差异与人为误差等多重挑战,导致数据完整性、一致性与准确性难以保障。这些数据质量问题,使得模型预测精度与实际应用效果大打折扣。此外,随着工业互联网的普及,生产数据在传输与存储过程中面临的安全威胁日益严峻。网络攻击、数据泄露与恶意篡改等风险,不仅威胁企业核心机密,更可能引发生产事故。在智能制造领域,数据安全已成为企业数字化转型不可忽视的重要议题。尽管加密技术与区块链等新兴手段为数据安全提供了部分解决方案,但其复杂性与成本问题仍需进一步优化。

3.2 算法复杂性与可解释性问题

随着深度学习与强化学习技术的广泛应用,算法模型日益复杂,对计算资源与数据规模的需求呈指数级增长。正是这种复杂性,使得模型训练与部署成本居高不下,中小企业难以负担,限制了技术的普及与推广。更令人担忧的是,复杂算法的“黑箱”特性导致其决策过程难以被理解与验证,这在机械加工这种高精度、高风险的领域尤为致命。当算法出现偏差或错误时,缺乏可解释性使得问题定位与修正变得异常

困难,甚至可能引发严重的安全事故。尽管近年来可解释人工智能(XAI)技术取得了一定进展,但其在实际生产中的应用仍面临诸多挑战。如何在保证算法性能的同时,提升其透明度与可解释性,已成为学术界与工业界共同关注的焦点。

3.3 人才短缺与技术普及问题

人才短缺与技术普及问题正成为人工智能在机械加工领域大规模应用的隐性瓶颈。尽管人工智能技术日新月异,但既懂机械加工又精通人工智能的复合型人才却凤毛麟角。正是这种跨学科人才的匮乏,使得技术研发与实际应用之间形成了难以跨越的鸿沟。许多企业虽有意引入人工智能技术,却苦于缺乏专业团队进行系统规划与实施,导致技术落地效果不佳。与此同时,技术普及的难度也不容忽视。机械加工行业传统观念根深蒂固,许多从业者对新技术持观望态度,甚至存在抵触情绪,加之人工智能技术本身的高门槛与高成本,中小型企业往往望而却步,技术普及速度远低于预期。要解决这一问题,不仅需要加强跨学科人才培养,更需通过政策引导与行业协作,降低技术应用门槛,推动人工智能在机械加工领域的广泛渗透^[4]。

4 应对人工智能应用挑战的策略

4.1 数据管理与安全保障策略

高质量数据是人工智能模型的基石,而建立完善的数据管理体系则是确保数据质量的关键。通过引入智能传感器与边缘计算技术,能够有效减少数据采集过程中的噪声与误差,提升数据的可靠性与一致性。同时,数据清洗与标注的自动化工具的应用,可以大幅降低人工干预带来的偏差,确保数据的高效利用。在数据安全方面,采用多层次加密技术与分布式存储方案,能够显著降低数据泄露与篡改的风险。区块链技术的引入,则为数据溯源与完整性验证提供了新的解决方案。更为重要的是,企业需构建全面的数据安全防护体系,包括实时监控、异常检测与应急响应机制,以应对日益复杂的网络安全威胁。

4.2 算法优化与简化策略

算法优化与简化策略,是破解人工智能在机械加工领域应用难题的关键路径。面对复杂算法带来的计算资源消耗与可解释性缺失问题,轻量化模型与迁移学习技术的引入显得尤为重要。通过模型剪枝与量化技术,能够在不显著降低性能的前提下,大幅压缩模型规模,使其更易于在边缘设备上部署。这种轻量化设计,让算法在资源受限的工业环境中也能高效运行。与此同时,迁移学习通过利用预训练模型,显著减少

了对大规模标注数据的依赖,降低了算法开发成本。在算法简化方面,基于规则与数据驱动的混合模型正在成为新趋势。这类模型不仅保留了数据驱动的灵活性,还通过引入领域知识增强了可解释性,使得算法决策过程更加透明。此外,模块化设计理念的融入,使得算法更易于维护与升级,为技术的持续迭代提供了便利。

4.3 人才培养与技术推广策略

当前,跨学科复合人才的稀缺已成为制约技术应用的最大瓶颈,而解决这一问题需要教育体系与行业实践双管齐下。高校与职业院校应积极探索“机械工程+人工智能”的交叉学科课程体系,通过校企合作共建实训基地,让学生在真实工业场景中掌握技术应用能力。在技术推广方面,建立行业标杆案例库与共享平台至关重要。这些成功案例的示范效应,能够打消企业对新技术应用的顾虑,加速技术普及进程。同时,政府应加大对中小企业技术升级的政策支持力度,通过补贴、税收优惠等措施降低技术应用门槛。行业协会则应发挥桥梁作用,定期组织技术交流与培训活动,促进先进技术的传播与共享^[5]。

5 结束语

人工智能在机械加工及其自动化中的应用,为制造业带来了前所未有的技术革新。智能工艺规划、智能加工监控、智能机器人以及智能生产调度等技术的引入,显著提升了加工效率与产品质量。然而,数据质量、算法复杂性以及人才短缺等挑战,仍是技术推广的主要障碍。通过数据管理与安全保障、算法优化与简化、人才培养与技术推广等策略的实施,这些挑战将逐步得到解决。未来,随着人工智能技术的不断成熟,机械加工及其自动化必将迈向更高的智能化水平,为制造业的可持续发展注入新的活力。

参考文献:

- [1] 陈强,彭自良.人工智能在机械加工及其自动化过程中的应用[J].今日自动化,2024(04):36-38.
- [2] 韩伟.人工智能在机械加工及其自动化过程中的应用探究[J].数码精品世界,2023(01):333.
- [3] 唐毅青.人工智能在机械加工及其自动化过程中的运用[J].湖南造纸,2022(02):51.
- [4] 王丽敏.人工智能在机械加工及其自动化过程中的应用探究[J].农机使用与维修,2021(09):29-30.
- [5] 王晋生,毕雪峰,黄杰,等.基于“机理+AI”的数控机床智能加工系统及应用[J].人工智能,2023(01):56-62.