

Research on optimization of machining process with intelligent manufacturing system and industrial robot

Hong Zhang

Hunan Railway Science and Technology Vocational College, Zhuzhou, Hunan, 412000, China

Abstract

With the rapid development of manufacturing, the collaborative application of intelligent manufacturing systems and industrial robots has become a key direction for enhancing the level of mechanical processing technology. This study focuses on optimizing the mechanical processing technology through the collaboration between intelligent manufacturing systems and industrial robots. By analyzing the characteristics and interaction mechanisms of these systems, the study explores how to achieve efficient collaboration between them. Using advanced data analysis and modeling techniques, the research identifies key factors affecting mechanical processing technology, aiming to improve processing accuracy, efficiency, and quality. Additionally, it proposes innovative optimization strategies to address existing issues in the current collaborative process, providing theoretical support and technical references for the intelligent upgrade of the mechanical processing industry, thereby promoting the industry's advancement to a higher level.

Keywords

intelligent manufacturing system; industrial robot; machining process; collaborative optimization

智能制造系统与工业机器人协同的机械加工工艺优化研究

张洪

湖南铁路科技职业技术学院, 中国·湖南 株洲 412000

摘要

随着制造业的快速发展,智能制造系统与工业机器人的协同应用成为提升机械加工工艺水平的关键方向。本研究聚焦于智能制造系统与工业机器人协同的机械加工工艺优化。通过深入分析智能制造系统和工业机器人的特性及相互作用机制,探讨如何实现两者的高效协同。研究运用先进的数据分析和建模方法,挖掘影响机械加工工艺的关键因素,旨在提高加工精度、效率和质量。同时,针对当前协同过程中存在的问题,提出创新性的优化策略,为机械加工行业的智能化升级提供理论支持和技术参考,推动行业向更高水平发展。

关键词

智能制造系统; 工业机器人; 机械加工工艺; 协同优化

1 引言

在制造业迈向智能化的大背景下,智能制造系统与工业机器人的协同应用为机械加工工艺带来了新的发展机遇。然而,目前两者协同过程中仍存在诸多问题,如信息交互不畅、协同效率不高等,制约了机械加工工艺的进一步提升。因此,开展智能制造系统与工业机器人协同的机械加工工艺优化研究具有重要的现实意义。

2 智能制造系统与工业机器人协同基础

2.1 智能制造系统特性

智能制造系统是现代制造业中的一个关键概念,在中

国制造业不断转型升级的背景下,其特性具有鲜明的时代意义。智能制造系统具备高度的集成性,它能够将生产过程中的各个环节,如设计、加工、检测、物流等,整合到一个统一的平台上。这种集成性使得各环节之间的数据能够高效流动,减少信息孤岛现象,提高生产的整体效率。智能制造系统还具有很强的自适应性。在中国制造业面临多样化产品需求的情况下,它可以根据不同的生产任务和环境条件,自动调整生产参数和工艺流程。例如,当加工精度要求提高或者原材料特性发生变化时,系统能够快速感知并做出相应的调整,以保证产品质量的稳定性。

2.2 工业机器人功能特点

工业机器人在中国的制造业中扮演着不可或缺的角色,其功能特点对提升生产效率和品质有着重要意义。工业机器人具有高精度的操作能力,在机械加工中,能够精确地执行诸如切割、钻孔、焊接等任务,误差范围极小。例如在汽车

【作者简介】张洪(1967-),女,本科,高级工程师,从事机械产品设计、机械产品制造工艺研究。

零部件的精密加工中，工业机器人可以将加工精度控制在微米级别，这对于提高汽车的整体性能和安全性至关重要。

工业机器人还具备高速度和高重复性的工作特点。它们能够以远超人类的速度持续工作，并且在长时间的工作过程中保持稳定的性能。在电子产品的组装生产线上，工业机器人可以快速而准确地完成微小零件的组装任务，并且每次操作的误差几乎可以忽略不计，这大大提高了生产效率和产品质量。

3 机械加工工艺现状分析

3.1 现有工艺存在问题

在中国的机械加工领域，现有的工艺存在着一些较为突出的问题。首先是加工精度方面的问题，尽管近年来加工技术不断进步，但在一些复杂零部件的加工中，仍然难以达到极高的精度要求。例如航空发动机的某些关键零部件，由于其形状复杂、材料特殊，现有的加工工艺可能会导致尺寸偏差、表面粗糙度不符合设计标准等问题。生产效率也是一个亟待解决的问题。传统的机械加工工艺往往依赖于人工操作，在大规模生产时，人工操作的速度和稳定性难以与自动化设备相比^[1]。而且，不同工人的操作熟练程度和工作状态存在差异，这也会影响到整体的生产效率。例如在一些机械制造企业的生产线上，由于人工换刀、装夹等操作环节耗时较长，导致生产节拍难以进一步提高。工艺的稳定性同样存在挑战。机械加工过程中，外部环境因素如温度、湿度等会对加工结果产生影响。而现有的工艺在应对这些环境因素变化时的调整能力有限，导致产品质量波动较大。

3.2 影响工艺的关键因素

在机械加工工艺中，有多个关键因素产生着重要影响。设备性能是一个关键因素，在中国制造业中，先进的加工设备能够为高质量的工艺提供保障。例如，高精度的数控机床可以实现复杂形状的精确加工，其坐标轴的定位精度、进给速度的稳定性等指标直接决定了加工工艺的水平。刀具的选择和使用也对工艺有着显著影响。不同的加工材料和加工任务需要匹配不同类型的刀具。在中国的机械加工企业中，合理选择刀具材料、刀具几何形状以及切削参数，可以有效提高加工效率和质量。例如在加工硬度较高的合金钢时，采用硬质合金刀具并优化切削参数，可以降低切削力，减少刀具磨损，提高加工表面质量。加工工艺参数也是影响工艺的重要因素。切削速度、进给量、切削深度等参数的合理设置直接关系到加工质量和效率。在中国的制造业实践中，企业需要根据加工材料、刀具性能以及零件的加工要求等因素，精确地确定工艺参数。

3.3 协同对工艺的作用机制

智能制造系统与工业机器人的协同对机械加工工艺有着独特的作用机制。协同能够提高加工精度，智能制造系统通过对加工过程的实时监测，利用其强大的数据分析能力，

可以及时发现加工过程中的偏差^[2]。然后将修正指令发送给工业机器人，工业机器人凭借其高精度的操作能力进行精确调整。例如在精密模具加工中，这种协同机制可以将加工精度提高到更高的水平。

在提高生产效率方面，协同作用显著。智能制造系统可以对整个生产流程进行优化调度，根据订单需求合理安排工业机器人的任务。工业机器人则能够快速响应系统的指令，实现高效的加工操作。例如在批量生产机械零件时，协同机制可以减少机器人的闲置时间，提高设备利用率，从而缩短生产周期。同时，协同有助于增强工艺的稳定性。智能制造系统可以实时感知外部环境因素的变化，并将相关信息传递给工业机器人。工业机器人根据这些信息调整自身的操作参数，确保在不同环境条件下加工工艺的稳定性。例如，当加工车间的温度发生变化时，系统和机器人协同调整切削参数，以保证产品质量的稳定。

4 协同优化方法与策略

4.1 数据驱动的优化方法

在中国制造业的背景下，数据驱动的优化方法在智能制造系统与工业机器人协同优化机械加工工艺中具有重要意义。随着制造业信息化的推进，企业在生产过程中积累了海量的数据，这些数据包含了丰富的生产信息。数据驱动的优化方法首先是对这些数据进行收集和整理，例如从数控机床的运行数据、机器人的操作数据以及质量检测数据等多方面进行采集。

然后，通过数据分析技术挖掘数据中的潜在价值。例如，利用数据挖掘算法分析加工参数与产品质量之间的关系。在中国的一些机械加工企业中，通过分析大量的加工数据发现，在特定的切削速度和进给量组合下，能够得到最佳的表面粗糙度。这种基于数据的分析结果可以为优化加工工艺提供依据。此外，数据驱动的优化方法还可以实现对生产过程的实时监控和预测性维护。通过对设备运行数据的实时分析，能够及时发现设备的异常状态，提前进行维护，避免设备故障对生产工艺造成影响。例如，通过对机器人关节温度、电机电流等数据的分析，可以预测机器人是否即将出现故障，从而及时采取措施。

4.2 智能算法的应用

智能算法在中国的智能制造系统与工业机器人协同优化机械加工工艺中有着广泛的应用。遗传算法是其中一种常用的智能算法，它可以用于优化加工工艺参数。在机械加工中，存在着众多的工艺参数需要优化，如切削速度、进给量、切削深度等。遗传算法通过模拟生物进化的过程，对这些参数进行编码、交叉和变异操作，逐步搜索到最优的参数组合。例如，在加工复杂形状的零部件时，遗传算法可以在满足加工精度要求的前提下，找到使加工效率最高的工艺参数组合。

神经网络算法也在协同优化中发挥着重要作用。神经网络可以对加工过程中的非线性关系进行建模,例如加工过程中刀具磨损与加工质量之间的复杂关系。在中国的一些机械制造企业中,利用神经网络算法建立的模型能够准确地预测刀具的磨损情况,从而及时更换刀具,避免因刀具磨损导致的加工质量下降。粒子群算法同样具有独特的应用价值^[3]。它可以用于优化机器人的运动轨迹,在机械加工中,机器人的运动轨迹直接影响加工效率和质量。粒子群算法通过模拟鸟群觅食的行为,搜索机器人运动轨迹的最优解。例如在三维曲面加工中,粒子群算法能够找到使机器人加工时间最短、加工精度最高的运动轨迹。

4.3 协同流程的设计

在中国的制造业环境下,合理设计智能制造系统与工业机器人的协同流程对于优化机械加工工艺至关重要。协同流程的设计首先要明确各个环节的任务和功能。智能制造系统负责整个生产过程的计划、调度和监控,例如根据订单需求生成生产计划,对加工过程中的各项参数进行监控。工业机器人则主要负责具体的加工操作任务,如按照系统指令进行零件的切割、钻孔等操作。

在流程设计中,要注重信息的交互流程。智能制造系统和工业机器人之间需要及时、准确地传递信息。例如,系统要将加工任务的详细信息,包括零件的形状、尺寸、加工精度要求等传递给机器人,机器人则要将自身的工作状态信息,如是否完成任务、是否出现故障等反馈给系统。此外,协同流程的设计还要考虑到异常情况的处理机制。在机械加工过程中,可能会出现设备故障、原材料质量问题等异常情况。在设计协同流程时,要规定当出现这些异常情况时,智能制造系统和工业机器人如何进行应急处理。例如,当机器人出现故障时,系统要能够快速调整生产计划,将未完成的任务分配给其他机器人或者安排人工介入处理。

5 优化对策

5.1 实施对策

在中国制造业中,要实现智能制造系统与工业机器人协同优化机械加工工艺,需要一系列的实施对策。首先是技术层面的对策,企业需要加强对智能制造技术和工业机器人技术的研发和应用。这包括对智能传感器、控制器等关键技术的研发,以提高智能制造系统对加工过程的感知和控制能力^[4]。同时,要不断提升工业机器人的性能,如提高机器人

的精度、速度和负载能力等。人才培养也是一个重要的实施对策。由于智能制造系统与工业机器人协同涉及多学科的知识,如机械工程、电气工程、计算机科学等,企业需要培养复合型人才。在中国的一些制造业发达地区,企业与高校、职业院校开展合作,共同培养适应智能制造需求的人才。例如通过开设相关的专业课程、实习基地等方式,为企业输送具有实际操作能力和创新思维的专业人才。此外,企业还需要加强信息化建设。建立完善的企业信息管理系统,实现智能制造系统与工业机器人之间以及企业内部各部门之间的信息共享。在中国的大型机械制造企业中,通过实施企业资源计划(ERP)系统、制造执行系统(MES)等信息化管理系统,提高了企业的生产管理效率和协同工作能力。

5.2 效果评估

对智能制造系统与工业机器人协同优化机械加工工艺的效果评估具有重要意义。在产品质量方面,可以通过对加工后的零件进行精确测量和检测来评估。例如,对比协同优化前后零件的尺寸精度、表面粗糙度等指标。在中国的机械加工企业中,如果协同优化后零件的尺寸精度提高了一个数量级,表面粗糙度降低到更低的水平,这就表明协同优化对产品质量有着显著的提升效果。生产效率也是效果评估的重要指标。可以通过统计单位时间内的产品产量、设备利用率等数据来评估。例如,在协同优化后,如果企业的月产量提高了30%,设备利用率从原来的60%提高到80%,这说明协同优化在提高生产效率方面取得了良好的效果。

6 结语

本研究对智能制造系统与工业机器人协同的机械加工工艺进行了全面深入的探讨,提出了有效的优化方法和对策。通过两者的高效协同,有望显著提升机械加工工艺水平,推动制造业的智能化转型。未来,还需进一步深入研究和实践,不断完善协同机制,以适应制造业不断发展的需求。

参考文献

- [1] 徐金华,汪飞,韩飞,等.一种多车辆协同多植保无人机作业路径规划方法[J].东北大学学报(自然科学版),2024,45(02):296-304.
- [2] 谢林清.面向无序抓取作业的工业机械臂避障路径规划及轨迹优化研究[D].东北大学,2021.
- [3] 刘磊,袁齐坤,陈武,等.带电作业机器人末端姿态优化与路径规划[J].机械设计与研究,2023,39(04):16-20+26.
- [4] 丁佩佩.“货到人”拣选系统多AGV路径规划与调度协同优化研究[D].哈尔滨商业大学,2023.