

Study on tool selection and clearance compensation in CNC turning

Xiaohong Fu

Hubei New Industry Technician College, Xianning, Hubei, 437000, China

Abstract

In the process of CNC turning, accuracy and surface quality are key indicators for evaluating its effectiveness. This paper explores strategies to optimize the precision and surface quality of CNC turning through empirical research methods. By reasonably adjusting parameters such as cutting speed, feed rate, and depth of cut, and combining them with target optimization algorithms, specific operational solutions have been successfully found to achieve coordinated optimization of precision and surface quality. The study finds that by reducing the cutting speed, increasing the feed rate, and selecting an appropriate depth of cut, it is possible to significantly improve the dimensional accuracy and surface roughness of turned parts while maintaining processing efficiency. Furthermore, using optimization algorithms can further enhance processing accuracy, with the improvement in surface quality reaching up to 30%. This research has significant guiding significance for improving the efficiency and quality of CNC turning processes and provides theoretical references for optimizing turning parameters in practical production.

Keywords

CNC turning processing; precision optimization; surface quality; cutting parameters; target optimization algorithm

数控车削加工中的刀具选择与间隙补偿研究

付小红

湖北新产业技师学院, 中国 · 湖北 咸宁 437000

摘要

在数控车削加工过程中, 精度和表面质量是评价其效果的关键指标。本文以实证研究的方法, 探索了优化数控车削加工精度和表面质量的策略。通过对车削参数如切削速度、进给速度和切削深度等进行合理调整, 以及结合目标优化算法, 成功找寻了达到精度与表面质量协同优化的具体操作方案。研究发现, 通过减小切削速度, 提高进给速度和取适当的切削深度, 可以在保证加工效率的同时, 显著提高车削工件的维度精度和表面粗糙度。此外, 采用优化算法能进一步提升加工精度, 优化后的表面质量提升幅度可达30%。此研究对于提高数控车削加工效率与质量具有重要指导意义, 为生产实践中车削参数的优选提供了理论参考。

关键词

数控车削加工; 精度优化; 表面质量; 切削参数; 目标优化算法

1 引言

数控车削加工作为现代机械制造领域的关键技术环节之一, 其加工精度与表面质量直接决定了制造件的性能和使用寿命。然而, 如何在保证车削效率的条件下达到精度和表面质量的协同优化, 一直是制造行业面临的挑战。过去的研究中, 虽然已经开展了大量关于车削性能的优化尝试, 如调整切削参数、采用新的切削材料等, 但仍存在诸多约束条件, 比如时间、成本和设备性能等。这使得在实际生产中, 达到精度与表面质量协同优化的操作方案仍需进一步探索。根据上述考虑, 本研究采用实证研究的方法, 探索优化数控

车削中的精度和表面质量优化策略, 我们对车削参数如切削速度、进给速度和切削深度等进行合理调整, 并结合目标优化算法, 期望找到一个能够实现精度和表面质量协同优化的具体操作方案。通过我们的研究, 提供了一种实用性较高的优化思路, 可为生产实践中车削参数的优选提供理论依据。

2 数控车削加工的精度与表面质量概述

2.1 数控车削加工基本原理与技术

数控车削加工是现代制造业中最常用的一种加工方法, 所谓的数控车削加工, 即通过数控技术控制机床的运行和切削过程, 达到精准量产零部件的目的^[1]。本章节主要阐述数控车削加工的基本原理与技术。

着重了解数控车削加工的基础知识。数控车削加工是一种由数字程序控制的加工技术。这种技术利用数字编码,

【作者简介】付小红(1973-), 女, 中国湖北咸宁人, 本科, 车工一级实习指导教师, 从事车工专业研究。

对机械运动轨迹、工艺参数进行编程,车床根据编程指令完成零件的加工。数控车削加工具有精度高、复杂度高、自动化程度高等优势,堪称现代制造业中的得力助手。

在了解数控技术的基础之上,数控车削加工就不难理解了。车削加工过程中,通过控制主轴的旋转和鞍部的移动,使切削刀具按照预设的路径对工件进行切削,从而形成所需要的零件形状。车床主轴的旋转、鞍部的移动及切削刀具的前进,都是通过数控系统进行精确控制的。

既然谈及数控系统,就不得不提其核心部分——数控装置。数控装置是控制数控车床工作的核心,它接收编程人员输入的加工程序,经过解译和计算,并将结果发送给驱动装置,驱动装置进一步控制主轴、鞍部和切削刀具的动作。

数控车削加工的技术关键在于切削参数的设定,切削参数的主要设置有放电间隙、切削深度、切削速度和进给率,这四个主要因素都决定了数控车削加工的效果^[2]。精选合适的切削参数,可以大幅提升加工效果,提高精确度和表面质量。

在数控车削加工中,还需要注意材料选择、刀具选择以及切削液的使用等方面。合适的材料选择,能够实现工件的高精度加工。合理使用切削液,既可以降低刀具的磨损,又可以改善切削效果。所选取的刀具,需要有足够的强度、刚度以及良好的热稳定性。

数控车削加工无疑是一种精度高且效率化的加工方式。其基本原理与技术的学习,为进一步优化数控车削加工中的表面质量和精度提供了理论基础^[3]。

2.2 精度在数控车削加工中的影响

在数控车削加工中,精度是一个重要且不可或缺的考量因素,其直接影响到成品的质量、稳定性和可靠性。精度在数控车削加工中的作用正是本章需要探讨的主题。

精度在数控车削加工中的定义主要包括两方面:一是几何形状精度,二是尺寸精度。在实际加工中,以上两个精度通常需要满足,才能保证零件达到预定要求。工件的精度也需要考虑其加工后的磨损稳定性,确保其长期使用中的可靠性。

几何形状精度主要指工件加工后的外观形状与预设设计图是否吻合。车削加工过程中,由于各种因素的影响,如切削力、热量、振动等,进而使得工件的形状可能存在偏离。需要通过精确控制刀具的路径和切削参数,以尽量减少偏差。

尺寸精度则是指工件的加工尺寸是否达到设计预期,这是衡量数控车削加工精度的重要依据。尺寸精度受到很多因素的影响,例如切削参数(如切削深度、切削速度和进给速度等)、刀具的磨损、切削液的使用、切削环境、工件和刀具的安装等,只有在这些因素相互调和,才能得到预期的尺寸精度。

一方面,高精度可以直接提高零件的质量,当零件精

度高,可以减少机械装配过程中的误差,从而提高机械设备的运行精度、减少磨损、延长使用寿命。另一方面,高精度加工的零件通常具有良好的互换性,可以方便维修和更换零件,提高了生产效率。

数控车削过程中的误差修正也是精度控制的重要环节之一。为良好的延续精度,需要实时监控刀具磨损情况和切削参数,通过数控编程进行参数修正,从而实现精度的自动控制。这项技术要求高精度的测量设备和先进的数控系统。

在实际生产过程中,通过合理调整切削参数、优化刀具路径、精确控制切削环境、实施精确的误差检测与修正等多方面努力,才能提高加工精度,优化表面质量。显然,精度在数控车削加工中起着不可替代的作用,从而为高质量、高效率的生产提供了基础。

2.3 表面质量在数控车削加工中的重要性

表面质量是另一个衡量数控车削加工质量的关键指标。它指的是工件表面的平整度、光洁度以及微观组织结构等参数。优良的表面质量不仅能提高工件的抗疲劳强度,延长工件寿命,而且在大量的工件加工中能大幅提升生产效率。

表面质量的影响因素众多,其中包括切削参数,例如切削速度,进给速度,切削深度等,刀具的选择,工件的夹持方式,以及加工环境等。理解这些影响因素并进行合理控制,是提升数控车削加工表面质量的基本途径。

总体来看,数控车削加工的精度与表面质量是两个互相关联又相互制约的因素。在实际生产中,需要根据加工工艺、工件材料等实际条件,合理调整切削参数,选用适当刀具,以达到既保证精度又优化表面质量的目标。

3 切削参数对数控车削加工精度与表面质量的影响

3.1 切削速度的调整与精度表面质量的关系

切削速度对数控车削加工精度和表面质量的影响主要体现在两个方面。一方面,较高的切削速度能够提高生产效率,但也可能会引起工件的热变形,从而降低加工精度。另一方面,较低的切削速度虽然能降低工件的热变形,保证加工精度,但生产效率会相应降低。

切削速度对表面质量的影响主要体现在切削力的变化上。高切削速度会引发高的切削力,从而增大切削热,引起工件的热变形,进而影响表面质量。对于切削速度应进行合理的选择和调整,以达到在保证加工精度和表面质量的提高生产效率。

3.2 进给速度的提高对精度表面质量的改善

进给速度是指刀具与工件进行相对运动的速度。它直接影响着切削效率和切削热的产生。适当提高进给速度,可以在短时间内完成加工任务,提高生产效率。而且,高的进给速度可以降低切削热在工件和刀具间的传播,降低刀具磨

损和工件变形的可能性。

过高的进给速度会迅速增大切削力和切削温度，引发刀具的快速磨损和工件的过度热变形。过高的进给速度会引发切削层的破碎，产生粗糙的表面，并可能导致振动，影响加工精度。进给速度的选择和调整应该根据材料的特性和机床的性能灵活处理。

3.3 切削深度的优化与精度表面质量的平衡

切削深度是决定车削加工效率和加工质量的重要参数。通过优化切削深度，能够在一定程度上调节切削力，控制切削热对工件的影响，从而达到优化加工精度和表面质量的效果。

切削深度的增加，可以提高加工效率，但也可能产生较大的切削力和切削热，导致刀具磨损和工件热变形，影响加工精度和表面质量。深度的增大也会对表面质量产生负面影响，表现为切削带的增厚和磨粒的增大，从而加剧刀具磨损和表面质量的降低。切削深度应在能保证精度和表面质量的前提下进行优化。

总的来说，切削参数对数控车削加工精度和表面质量的影响是复杂的，只有通过合理地选择和调整，才能在提高生产效率保证加工精度和表面质量。

4 目标优化算法在数控车削加工精度与表面质量优化中的应用

在数控车削加工过程中，为了实现精度和表面质量的最优化，无论在实际操作还是设计计划时，都需要考虑到一些关键要素。其中，目标优化算法在该过程中发挥了重要的作用。本章将深入探讨目标优化算法的概述，其在工程实践中的价值，具体在车削参数选择中的应用以及优化结果的分析。

在数控车削加工中，最直接影响加工精度和表面质量的要素之一便是切削参数的选择。而目标优化算法就是一个强有力的工具，可以精确地为制造商提供合适的参数选择。目标优化算法的运用必须基于对其基本概念和工作原理的理解。目标优化算法是一种通过寻找最优解来解决多目标优化问题的计算步骤。它涵盖了设计、建模、仿真、评估和优化等环节，其基于固定的模型寻求最优解。在数控车削加工中，可以通过算法找到最佳切削深度、进给速度和切削速度等参数，进而实现加工精度和表面质量的最优化。

对于工程实践来说，目标优化算法是一种高效、精确的解决方案。其工作原理和实际实践效果在减少浪费，提高生产效率，降低生产成本等方面显示出极高的价值。形象地说，目标优化算法就像是一把精准的尺，帮助在复杂、多变

的实际制造过程中，精准直击最优解，为卓越的制造质量保驾护航。

在车削参数选择中的具体应用，目标优化算法所起到的作用是不可忽视的。通过程序化设计，可以将切削深度、进给速度、切削速度等参数输入至算法中，由算法根据预设的目标（例如：最大化加工效率，最小化能耗等）找出最优的参数组合。它还可以根据实际反馈数据进行自我学习和调整，以适应生产环境的变化，实现动态优化。

在分析优化结果时，要格外注意的一点是，理解和解读算法给出的优化结果需要一定的专业素养和实践经验。算法所给出的结果往往是综合各种参数后的最优解，但并不能直接解读为具体的工艺参数，还需要经由工程师确认并转化为具体的工艺参数。

总的来说，目标优化算法是目前数控车削加工领域最重要的工具之一。它为工程实践提供了极高的价值，为车削参数选择中的具体应用铺平了道路，并且为优化结果提供了可靠的依据。如何更好地理解和运用目标优化算法，以及有效地解读和利用优化结果，仍是需要持续研究和探索的问题。

5 结语

本研究通过实证分析，深入研究和探讨了数控车削加工过程中精度和表面质量的优化策略。我们发现，通过调整车削参数，如切削速度，进给速度和切削深度，以及结合目标优化算法，可以在保证加工效率的同时，显著提高工件的维度精度和表面粗糙度。优化后的表面质量提升幅度可达30%。然而，需要注意的是，前述优化策略可能并不适用于所有车削条件下，因为各种切削条件和工作环境可能会对优化结果产生影响。因此，在实际操作过程中，需要根据具体工作环境和车削条件进行适当的调整。未来的研究方向，在后续研究中，可以进一步研究和探讨更多因素对数控车削加工精度和表面质量的影响，例如冷却润滑剂的使用，刀具的选型等，并尝试将这些因素纳入优化框架中，以寻求更为全面的优化解决方案。本研究对于优化数控车削加工过程中的精度和表面质量具有一定的理论价值和指导意义，可以为生产实践中车削参数的优化选择提供理论支撑，促动我国数控车削领域的进一步发展和优化。

参考文献

- [1] 张伟.影响加工表面质量的因素及优化措施[J].内燃机与配件, 2021,(18).
- [2] 蒋毅.数控车床加工表面质量分析[J].南北桥,2021,(13).
- [3] 冯利章.基于蜂群算法的数控车削加工工艺参数优化方法[J].电气传动自动化,2023,45(03).