

# 数控刀具智能技术在机械加工中的应用研究

张雄飞 张 涛 杨全理  
西安应用光学研究所 陕西 西安 710065

**摘要:** 数控刀具智能技术在机械加工中的应用研究已经取得了显著的进展,为提高加工效率、质量和生产智能化做出了重要贡献。通过对相关研究文献的综合分析,总结了数控刀具智能技术在机械加工中的应用研究现状和趋势。首先介绍了数控刀具智能技术的概述,然后重点数控刀具智能技术流程。通过对数控刀具智能技术在机械加工中的研究进展进行了总结,并探讨了未来的发展方向与挑战。

**关键词:** 数控加工; 刀具智能技术; 机械加工

随着工业智能化的进一步发展,数控刀具智能技术在机械加工中的应用研究成为了研究热点。数控刀具作为机械加工过程中最重要的工具之一,其性能和状态对加工效率和质量有着重要影响。传统的机械加工往往只能依靠人工经验和刀具更换周期来判断刀具状态,导致了能源和材料的浪费,限制了加工品质的提高。而数控刀具智能技术的应用研究能够通过实时监测和分析刀具的状态及相关参数,实现刀具状态的智能化管理和优化,从而提高机械加工的效率和质量。

## 1 数控刀具智能技术概述

在现代机械加工领域,数控刀具智能技术作为一种新兴的创新技术,正引起越来越多的关注。数控刀具智能技术是将传感器、控制系统和信息技术相结合,通过实时监测和分析刀具工作状态,自动优化切削参数和刀具运行模式,以提高加工质量和效率的技术手段。数控刀具智能技术的主要特点是实时性、智能性和自适应性。通过传感器采集到的刀具工作状态数据,可以及时监测刀具的磨损情况、温度变化、振动情况等,实现对刀具状态的实时监控。同时,智能算法和控制系统的應用可以对刀具工作状态进行分析和诊断,并根据实际情况自动调整切削参数,使刀具能够在最佳状态下工作,提高加工效率和质量。数控刀具智能技术的应用领域广泛。在汽车制造、航空航天、船舶制造、模具加工等领域,数控刀具智能技术都能发挥重要作用<sup>[1]</sup>。例如,在航空制造中,通过数控刀具智能技术可以实现对复杂结构零件的加工,提高加工精度和效率;在模具加工中,可以实现对高硬度材料的加工,提高刀具的使用寿命和稳定性。

## 2 数控刀具智能技术流程

数控刀具智能技术是将传感器、控制系统和信息技术相结合,通过实时监测和分析刀具工作状态,自动优

化切削参数和刀具运行模式,以提高加工质量和效率的技术手段。其核心流程包括刀具数据采集、刀具状态监测、刀具状态分析、切削参数优化和刀具控制。(1) 刀具数据采集。通过安装传感器,如加速度计、压力传感器、温度传感器等,实时采集刀具工作过程中的相关参数。这些传感器能够获取到刀具的振动、切削力、温度等信息,并将数据传输到控制系统中进行处理和分析。(2) 刀具状态监测。控制系统利用采集到的刀具数据,实时监测刀具的工作状态,包括刀具磨损情况、温度变化、振动情况等。通过刀具状态监测,可以及时发现刀具的异常情况,并作出相应的处理。(3) 刀具状态分析。在刀具状态监测的基础上,控制系统通过对刀具数据进行处理和分析,识别出刀具的状态,如正常、磨损、断刃等。根据不同的刀具状态,可以制定相应的处理措施。(4) 切削参数优化。根据刀具状态分析的结果,控制系统可以调整切削参数,如切削速度、进给量、切削深度等,以最大程度地发挥刀具的性能。通过切削参数的优化,可以提高切削效率、减少刀具磨损和延长刀具寿命<sup>[2]</sup>。(5) 刀具控制。根据切削参数优化的结果,控制系统通过与数控机床的联动,自动调整刀具的运行模式。控制系统可以实时监控和调整刀具的位置、速度、力的大小等,从而保证刀具正常运行,并在需要时进行自动保护。

## 3 提高数控机床机械加工效率的重要意义

提高数控机床机械加工效率对于工业生产和制造行业具有重要意义。随着科技的发展和工业自动化水平的不断提高,数控机床已经成为现代工业生产的重要设备之一。通过提高数控机床的机械加工效率,可以有效地提高生产效率和产品质量,促进产业转型升级,提升企业竞争力。第一,提高数控机床机械加工效率可以增加生产产能。传统的手工加工和传统机床加工往往存在

一定的人员和时间成本,同时也容易受到人为因素的影响,造成生产效率低下。而数控机床通过自动化控制系统,能够实现高精度、高速度、高效率的加工。通过提高数控机床的机械加工效率,可以提高单位时间内的产能,满足市场需求,提高生产效益。第二,提高数控机床机械加工效率可以缩短产品交付周期。在现代工业生产中,交付周期的快慢直接关系到企业的竞争力和市场份额。数控机床具备自动化和智能化的特点,能够快速进行产品加工和生产过程的调整。通过提高机械加工效率,能够缩短产品的加工时间,有效地压缩产品交付周期,提高客户满意度和市场竞争力<sup>[3]</sup>。第三,提高数控机床机械加工效率可以降低生产成本。传统的加工方式需要大量的人力投入,而且容易受到操作技术的不稳定性和质量波动的影响。而数控机床的自动化控制系统能够实现精确的工艺控制和切削参数的优化,减少了人为因素引起的误差和废品率。通过提高机械加工效率,可以降低劳动力成本和废品率,进一步降低生产成本。第四,提高数控机床机械加工效率可以推动产业升级和创新。数控机床在传统机床相比具备更高的自动化、智能化和柔性化特点,可以适应不同工件的加工要求。提高机械加工效率,能够促进制造业向数字化、智能化的转型,推动相关高新技术的研发和创新应用。同时,在提高机械加工效率的过程中,也会推动企业对工艺流程和设备进行优化改进,提升生产技术水平和核心竞争力。

#### 4 数控刀具智能技术在机械加工中的应用

##### 4.1 夹具规划

夹具在机械加工中起着固定工件的关键作用,影响着加工的精度和稳定性。利用数控刀具智能技术,可以实时监测工件与夹具的接触力和变形情况,并通过反馈控制系统调整夹具的位置和夹持力,以达到更好的夹持效果。通过在夹具上安装合适的传感器,可以实时感知夹具与工件之间的接触力和位移。这些数据可以用于实时计算工件的变形情况,进而调整夹具的位置和夹持力。依靠传感器技术的准确测量和反馈控制,可以使夹具在加工过程中保持稳定的夹持力,减少工件的变形和振动,提高加工的精度和表面质量。数控刀具智能技术还可以使用在夹具结构的刚度和变形检测上<sup>[4]</sup>。通过安装适当的传感器,可以实时监测夹具的变形和刚度变化,帮助进行夹具设计的优化和改进。根据传感器采集到的数据,可以对夹具的结构参数进行分析和优化,使夹具具有更好的刚度和稳定性,提高加工过程中的定位精度和加工质量。

##### 4.2 控制温度

数控刀具智能技术在机械加工中的应用不仅限于夹具规划,还可以用于控制刀具温度,从而提高加工的稳定性和效率。在机械加工中,刀具温度的变化对加工质量和刀具寿命有着重要影响。利用数控刀具智能技术,可以通过实时监测刀具温度并通过反馈控制系统进行调节,从而达到更好的温度控制效果。借助传感器技术,可以实时感知刀具的温度。通过在刀具上安装适当的传感器,可以准确地测量刀具的温度变化。这些数据可以用于实时控制刀具的温度,通过调节切削液的流量、温度等参数,或者改变刀具的转速、进给速度等加工参数,来控制刀具的温度,保持在合适的范围内。刀具温度的控制对于提高加工稳定性和效率非常重要。过高的刀具温度会导致刀具磨损加剧、寿命缩短,甚至可能引发刀具断裂等问题;而过低的刀具温度则会降低切削效率和质量。通过精确控制刀具温度,可以有效延长刀具的使用寿命,提高加工效率和质量,降低生产成本<sup>[5]</sup>。数控刀具智能技术在机械加工中的应用可以通过控制刀具的温度,提高加工的稳定性和效率。通过实时监测刀具温度,并通过反馈控制系统进行调节,可以实现精确的温度控制。这样不仅可以延长刀具的使用寿命,还可以提高加工效率和质量,为实现智能制造和工业4.0做出贡献。

##### 4.3 工艺编程

传统的工艺编程往往依赖于经验和手动操作,存在人为的主观因素和固定的编程策略。而借助数控刀具智能技术,可以通过实时监测工件和刀具的状态,自动调整和优化工艺编程,以提高加工的效率和质量。数控刀具智能技术可以通过传感器对工件的形状、尺寸等进行测量和检测,通过控制系统实时获取相关的数据。这些数据可以用于分析工件的材料特性和加工状态,进而优化刀具路径规划和切削参数的选择。利用数控刀具智能技术的特点,可以实现自动化的工艺编程。通过将传感器的数据与数据库中的加工参数进行匹配和分析,可以根据实际加工需求自动生成最优的工艺程序。同时,在加工过程中,通过实时监测刀具磨损情况和切削力的变化,还可以及时调整刀具路径和切削参数,以保持加工的稳定性和高效性。数控刀具智能技术在工艺编程中的应用,不仅可以提高加工效率和质量,同时还能够降低人为的错误和主观干预。自动化的工艺编程使得加工过程更加智能化和可控化,能够适应多品种、小批量和个性化定制的加工需求。数控刀具智能技术在机械加工中的应用可以通过优化工艺编程,实现更高效的加工过程和优化的刀具路径规划<sup>[6]</sup>。通过实时监测工件和刀具的状态,自动调整和优化工艺参数和切削路径,可以提高加

工的效率和质量,降低人为因素的干扰,促进机械加工的智能化和可持续发展。

#### 4.4 提高机床的断屑与冷却效果

数控刀具智能技术在机械加工中的应用还可以用于提高机床的断屑与冷却效果,从而保障加工过程的稳定性和安全性。在机械加工过程中,切削过程会产生大量的断屑,这些断屑不仅可能对工件表面造成损伤,还会对刀具和机床造成磨损与负荷。传统的加工方式往往采用冷却液的喷洒来控制断屑的产生,但往往存在使用不当、喷射不准确的问题,导致加工效果不佳。而利用数控刀具智能技术,可以通过实时监测切削过程中的温度和断屑状态,实现精确的冷却调控。通过安装合适的传感器,数控刀具智能技术可以实时监测切削区域的温度和断屑的情况。利用这些数据,可以通过智能控制系统精确调整冷却液的喷射量、喷射位置和喷射方式,以实现切削过程的冷却效果的优化。数控刀具智能技术的应用还可以根据不同的材料和加工方式,自动调整冷却参数。例如,对于高温材料的加工,可以增加冷却液的喷射量来降低温度;对于难加工材料,可以采用特殊的冷却液配方,以提高冷却效果和延长刀具寿命<sup>[1]</sup>。通过精确的冷却调控,数控刀具智能技术有助于减少断屑的产生和堆积,有效降低了加工过程中的摩擦和热量积累,保护了刀具和机床,延长了其使用寿命。同时,通过提供适当的冷却效果,还可以保证加工过程中的稳定性和安全性。数控刀具智能技术在机械加工中的应用可以通过优化冷却调控,提高机床的断屑与冷却效果。

#### 5 数控刀具智能技术的应用前景

数控刀具智能技术的应用前景非常广阔,将会在机械加工领域带来革命性的变化和巨大的发展潜力。第一,数控刀具智能技术可以实现加工过程的智能化和自动化。传统的机床操作需要高度依赖经验和技能,而数控刀具智能技术可以通过自动化的编程和控制系统,实现加工过程的自动化和智能化。这将大大提高生产效率和减少人力投入,同时降低人为错误的发生。第二,数控刀具智能技术能够提供更高的加工精度和稳定性。利用传感器和监测系统,可以实时检测工件和刀具的状

态,并通过反馈控制系统进行调整和优化。这使得加工过程更加精准,减少人为干预和主观误差的影响,从而提高加工精度和稳定性<sup>[2]</sup>。第三,数控刀具智能技术还可以支持个性化定制生产。传统机械加工往往需要进行大量的设备调整和工艺改变才能实现不同产品的定制化生产,而数控刀具智能技术的应用能够实现工艺参数的自动化调整和刀具路径的灵活规划,大大简化了定制生产的过程。这将有助于满足市场对个性化产品的需求,提高企业的竞争力。第四,数控刀具智能技术还有助于提高能源利用效率和环境友好性。通过精确的控制和调整,可以减少刀具磨损和能量浪费,优化加工过程及其效率。同时,通过减少人为干预和主观误差,可以减少不必要的资源浪费,实现更加环保的生产方式。

#### 结束语

数控刀具智能技术的不断发展与应用研究为机械加工领域带来了巨大的变革和提升。通过实时监测和分析刀具状态、优化切削参数以及预测和管理刀具寿命,可以提高加工效率、降低生产成本,并确保加工质量的稳定和可靠。相信在不久的将来,数控刀具智能技术将为机械加工领域带来更多的创新和突破,促进制造业的智能化和可持续发展。

#### 参考文献

- [1]林盛,何正琛,刘志学,胡登洲.数控铣削加工零件表面质量控制研究[J].成都航空职业技术学院学报,2020,36(04):68-71.
- [2]黄学海.数控刀具智能制造及技术应用新探[J].冶金管理,2020(23):41-42.
- [3]蔡乐华,陈庚.数控加工技术在机械模具制造中的应用[J].科技经济市场,2020(12):12-14.
- [4]杨锋,苏玉珍,胡丽华,孔胜午.机械模具数控加工制造技术研究[J].南方农机,2021,52(05):96-97.
- [5]张冬冬.机械模具制造中数控加工技术的有效性应用分析[J].内燃机与配件,2021(03):92-93.
- [6]王延军.机械数控加工技术水平提升策略[J].中国高新科技,2020(23):68+70.