

# 数控加工技术在机械加工制造中的应用

王洪亮

一拖（洛阳）柴油机有限公司 河南 洛阳 471003

**摘要：**在制造业蓬勃发展的时代，机械加工制造作为工业基础，对精度、效率和质量追求不断攀升。本文围绕数控加工技术在机械加工制造中的应用展开探讨。首先概述数控加工技术，阐述其砂型数控铣削、仿真、数控编程等关键技术。接着详细说明该技术在机床设备、汽车工业、航空航天、模具制造、煤矿机械制造及3D打印设备等领域的具体应用。最后分析其高速化与高精度化、智能化、网络化与集成化、绿色化的发展趋势，为数控加工技术在机械加工制造行业的进一步应用与发展提供参考。

**关键词：**数控加工技术；机械加工制造；应用

**引言：**在现代制造业中，机械加工制造水平对各行各业发展起着关键支撑作用。数控加工技术作为先进制造技术的核心，凭借其高效、精准等优势，正深刻改变着机械加工制造的面貌。它不仅大幅提升了生产效率和产品质量，还能实现复杂零部件的加工。了解数控加工技术的原理、关键技术及其在各领域的应用，探索其发展趋势，对推动机械加工制造行业的升级转型具有重要意义，本文将对此展开深入研究。

## 1 数控加工技术概述

数控加工技术，作为现代制造业的关键支撑，是利用数字化信息精准掌控机械运动和加工流程的先进技术。它以计算机技术为核心，将自动化控制、精密测量、机械制造等多领域知识深度融合，打破传统加工局限，实现从设计图纸到成品零件的全流程自动化生产。回顾数控加工技术的发展历程，自20世纪中叶问世以来，它不断突破技术瓶颈，从早期简单的数字控制逐步演进为如今高度智能化、高速且高精度的复杂系统。在这一过程中，每一次技术革新都为制造业带来了质的飞跃，推动各行业迈向更高的生产水平。数控加工技术的优势十分显著。在精度上，它能够达到微米甚至纳米级，确保产品质量的高度稳定性；在生产效率方面，高度自动化的操作减少了人为因素的干扰，可实现长时间连续作业，大幅提升产出速度；同时，面对复杂曲面和异形零件，数控加工技术更是展现出无可比拟的优势，能够完成传统加工方法难以实现的高难度任务，成为现代制造业不可或缺的技术力量<sup>[1]</sup>。

## 2 数控加工的关键技术

### 2.1 砂型数控铣削技术

砂型数控铣削技术是一种用于制造砂型模具的先进加工方法。它利用数控系统精确控制铣削刀具的运动轨

迹，对砂型材料进行精准切削。在传统铸造工艺中，砂型制作多依赖手工或简易模具，精度和效率受限。而砂型数控铣削技术能够依据数字化模型，快速且准确地加工出复杂形状的砂型，极大地提高了砂型制造的精度和生产效率。例如在汽车发动机缸体等复杂铸件的砂型制造中，该技术可实现对砂型内部复杂结构的精确加工，保障铸件质量，减少废品率，在现代铸造行业中发挥着重要作用。

### 2.2 仿真技术

仿真技术是数控加工中不可或缺的一环。通过计算机软件构建数控加工过程的虚拟模型，模拟刀具与工件的相对运动、切削力变化、温度分布等情况。在实际加工前，操作人员能够借助仿真技术提前发现潜在问题，如刀具路径是否合理、是否存在碰撞风险等。这不仅能避免实际加工中可能出现的错误，减少刀具磨损和设备损坏，还能优化加工参数，缩短加工时间，提高加工效率。在航空航天等对零部件加工精度和质量要求极高的领域，仿真技术可帮助工程师不断优化加工方案，确保复杂零部件的加工质量<sup>[2]</sup>。

### 2.3 数控编程技术

数控编程技术是将零件的加工工艺、几何形状等信息转化为数控系统能够识别的指令代码的过程。它是数控加工的核心环节，直接影响加工质量和效率。数控编程分为手工编程和自动编程。手工编程适用于简单零件，通过人工计算刀具轨迹和编写代码；自动编程则借助专业软件，根据零件的三维模型自动生成加工程序，大大提高了编程效率和准确性，尤其适用于复杂零件。先进的数控编程技术还能实现多轴联动编程，满足复杂曲面和异形零件的加工需求，为数控加工的高效、精准运行提供了有力支持。

### 3 数控加工技术在机械加工制造中的具体应用

#### 3.1 在机床设备制造中的应用

在机床设备制造领域,数控加工技术是推动行业发展的核心动力。以往,传统机床制造工艺因依赖人工操作和简易工装,在面对高精度、复杂形状零部件时,难以达到理想的加工效果。而数控加工技术借助先进的数控系统,能实现对机床各坐标轴运动的精准把控。例如,在加工高端数控机床的滚珠丝杠时,通过数控磨床的精密磨削,可将丝杠的螺距误差控制在极小范围内,极大提升了机床传动的精度和稳定性。多轴联动数控加工技术还让机床能够制造出具有复杂曲面轮廓的零部件,如五轴联动加工中心可加工出航空发动机叶轮,满足了航空航天等高端领域对特殊零部件的加工需求。同时,数控加工技术采用自动化流程,减少了人工干预,提高了生产效率,降低废品率,助力机床制造企业提升产品品质,增强市场竞争力,推动机床行业向智能化、高端化迈进。

#### 3.2 在汽车工业中的应用

汽车工业的飞速发展离不开数控加工技术的有力支撑。汽车生产涉及众多复杂零部件的制造,从发动机的关键部件到车身的各类结构件,都对加工精度和生产效率提出了极高要求。以汽车发动机缸体为例,其内部包含多个高精度的缸筒、水套和油道,数控加工技术通过精确的编程和自动化控制,能够实现对这些复杂结构的精密加工,确保各缸筒的尺寸精度和圆度,保障发动机的动力输出和稳定性。在汽车零部件的批量生产中,数控加工技术的柔性制造能力得以充分展现。通过更换数控程序,同一台数控机床可以快速切换生产不同型号的汽车零部件,满足汽车生产企业对多品种、小批量生产的需求,有效降低了生产成本,缩短了产品研发和生产周期,使汽车企业能够快速响应市场变化,推出更多多样化的产品,推动汽车工业朝着智能化、绿色化方向发展。

#### 3.3 在航空航天领域的应用

航空航天领域对零部件的加工精度和质量要求堪称极致,数控加工技术成为实现这一目标的关键手段。航空发动机叶片、飞机机身结构件等零部件,不仅形状复杂,而且采用了钛合金、镍基合金等高性能、难加工材料。传统加工方法在面对这些零部件时往往力不从心,而数控加工技术中的五轴联动加工中心则大显身手。利用五轴联动技术,能够从多个角度对叶片进行加工,精确塑造出叶片的复杂气动外形,提高发动机的燃油效率和推力。在飞机机身结构件的制造中,数控加工技术可以实现对大尺寸、薄壁结构件的高效加工,保证结构件

在满足轻量化设计要求的同时,具备足够的强度和刚性。此外,数控加工技术还通过数字化的加工流程,实现了对零部件加工过程的全程监控和质量追溯,为航空航天产品的安全性和可靠性提供了坚实保障,助力我国航空航天事业迈向更高的台阶。

#### 3.4 在模具制造中的应用

模具制造是数控加工技术的典型应用领域,模具的精度和质量直接决定了下游产品的品质和生产效率。数控加工技术能够依据模具的三维设计模型,精确地加工出各种复杂的模具型腔和型芯。以注塑模具为例,在制造过程中,数控加工技术通过高精度铣削和电火花加工,可使模具表面粗糙度达到镜面效果,尺寸精度控制在微米级,确保塑料制品表面光滑、尺寸精准。同时,数控加工技术还能实现模具的快速制造。通过优化加工路径和参数,运用高速切削技术,大幅缩短模具的制造周期。此外,借助数控加工技术的自动化特点,还能降低模具制造过程中的人为误差,提高模具的一致性和稳定性,满足市场对模具快速交付和高质量的需求,提升模具制造企业在国际市场上的竞争力。

#### 3.5 在煤矿机械制造中的应用

在煤矿机械制造领域,数控加工技术发挥着不可或缺的作用。煤矿机械工作环境恶劣,承受着巨大的冲击和磨损,对设备的可靠性和耐用性要求极高。数控加工技术能够精确加工煤矿机械的关键零部件,如刮板输送机的刮板、链轮,采煤机的摇臂、滚筒等。通过数控加工,可严格保证这些零部件的尺寸精度和形位公差,提高其耐磨性和强度。例如,采用数控淬火机床对链轮进行表面淬火处理,可显著提高链轮的硬度和耐磨性,延长其使用寿命。同时,数控加工技术还能实现对复杂结构的煤矿机械零部件的加工,满足煤矿开采对设备不断升级的需求。此外,数控加工技术在煤矿机械制造中的应用,提高了生产效率,减少了废品率,降低了生产成本,为煤矿企业提供了更优质、高效的机械设备,有力保障了煤炭行业的安全生产和高效发展。

#### 3.6 在3D打印设备中的应用

3D打印设备与数控加工技术紧密相连,相互促进。在3D打印设备的制造过程中,数控加工技术用于加工设备的关键零部件,如打印喷头、运动导轨等。数控加工技术能够保证这些零部件的高精度制造,确保3D打印设备的打印精度和稳定性。例如,通过数控加工制造的高精度运动导轨,可使3D打印喷头在运动过程中保持平稳,从而提高打印精度。同时,数控加工技术与3D打印技术的融合开创了混合制造的新模式。先利用3D打印技

术快速制造出零部件的毛坯,再通过数控加工技术对毛坯进行精密加工,去除多余材料,提高零部件的尺寸精度和表面质量。这种混合制造方式充分发挥了两种技术的优势,不仅拓展了产品的制造范围,还能满足高端制造领域对零部件高性能、高精度的需求<sup>[3]</sup>。

#### 4 数控加工技术的发展趋势

##### 4.1 高速化与高精度化

高速化与高精度化是数控加工技术发展的重要方向。随着制造业对生产效率和产品质量要求的不断提高,数控加工设备的运行速度和加工精度也在持续提升。在高速化方面,新型的高速主轴和进给系统不断涌现,其转速和进给速度相比传统设备大幅提高,能够实现高速切削,极大缩短加工时间。例如,高速加工中心的主轴转速可达每分钟数万转,快速进给速度能达到每分钟几十米,显著提高了加工效率。在高精度化上,先进的数控系统和精密测量技术相互配合,通过误差补偿、动态精度控制等手段,将加工精度从传统的微米级提升至亚微米级甚至纳米级。

##### 4.2 智能化

智能化是数控加工技术发展的必然趋势。一方面,智能化数控系统具备自学习、自适应能力,能够根据加工过程中的实时数据,如切削力、温度、振动等,自动调整加工参数,优化加工路径,避免加工过程中的异常情况,确保加工质量和效率。另一方面,借助人工智能和大数据技术,数控加工设备可以实现故障预测与诊断。通过对设备运行数据的分析,提前发现潜在故障隐患,及时进行维护,减少设备停机时间。智能化还体现在人机交互上,操作界面更加人性化,操作人员能够更便捷地进行编程、监控和调整,降低操作难度,提高生产效率,使数控加工更加智能、高效。

##### 4.3 网络化与集成化

网络化使数控设备能够通过网络实现互联互通,远程监控和操作成为可能。生产管理人员可以在办公室实时掌握设备的运行状态、加工进度等信息,还能远程修改程序、调整参数,实现生产的智能化管理。例如,跨国企业的生产车间,总部能对分布在全球各地的数控

设备进行统一调度和监控。集成化则是将数控加工技术与CAD/CAM、工业机器人、自动化物流等系统有机融合,形成完整的智能制造生产线。从产品设计、编程到加工、检测、物流配送,实现全流程自动化和信息化管理,减少人为干预,提高生产效率和产品质量,推动制造业向智能化、集成化方向转型升级。

##### 4.4 绿色化

绿色化主要体现在两个方面,一是节能降耗。研发高效节能的数控系统和驱动装置,优化加工工艺,降低设备运行过程中的能源消耗。例如,采用新型的变频调速技术,根据加工负载实时调整电机功率,减少能源浪费。二是减少污染。在加工过程中,尽量采用干式切削或微量润滑切削技术,减少切削液的使用,降低对环境的污染和对操作人员健康的危害。同时,对加工过程中产生的废弃物进行有效回收和处理,实现资源的循环利用。绿色化的数控加工技术不仅符合可持续发展的要求,还能降低企业的生产成本,提升企业的社会形象,在未来的制造业中具有广阔的发展前景<sup>[4]</sup>。

#### 结束语

数控加工技术在机械加工制造领域的广泛应用,极大地推动了制造业的变革与发展。它不仅提高了加工精度和生产效率,还让复杂零件的加工成为可能,降低了人力成本和劳动强度。未来,随着人工智能、大数据等新兴技术与数控加工的深度融合,数控加工技术将在智能化、自动化、柔性化方向持续迈进,为机械加工制造产业带来更广阔的发展空间,助力我国制造业向高端化、智能化转型升级,在全球产业链中占据更重要的地位。

#### 参考文献

- [1]施文文.数控加工技术在机械加工制造中的应用[J].新技术新工艺,2022(08):14-17.
- [2]肖琳娜.数控加工技术在机械加工制造中的应用[J].内燃机与配件,2022(01):165-167.
- [3]冯博,郝兴安,周远果,徐慧平.数控加工技术在机械加工制造中的应用分析[J].时代汽车,2022(01):44-45.
- [4]宋林.数控加工技术在机械加工制造中的应用[J].内燃机与配件,2022(22):201-202.