

数控技术在汽车零部件制造中的运用研究

黎桂平 段征育^{通讯作者}

湘西民族职业技术学院, 湖南 吉首 416000

[摘要] 汽车零部件制造的复杂性和多样性要求制造过程具备高度的精度、灵活性和效率。传统的手工加工和传统机械加工已经难以满足现代汽车制造的需求, 因此数控技术应运而生。数控技术通过电脑控制系统精确控制机床的运动和加工过程, 能够实现复杂零件的高精度加工和灵活生产调度, 极大地提升了制造效率和产品质量。本文探讨数控技术在汽车零部件制造中的应用优势、具体应用领域、技术类型及其发展趋势, 分析数控技术在提升汽车制造效率和质量、促进企业可持续发展方面的战略意义和实际应用。

[关键词] 数控技术; 汽车零部件制造; 加工精度; CAD/CAM 系统; 智能制造

DOI: 10.33142/aem.v6i8.13246 中图分类号: U463.8 文献标识码: A

Research on Application of Numerical Control Technology in Automotive Parts Manufacturing

LI Guiping, DUAN Zhengyu^{Corresponding Author}

XiangXi Vocational and Technical College for Nationalities, Jishou, Hunan, 416000, China

Abstract: The complexity and diversity of automotive parts manufacturing require a high degree of precision, flexibility, and efficiency in the manufacturing process. Traditional manual and mechanical processing are no longer able to meet the needs of modern automotive manufacturing, so numerical control technology has emerged. Numerical control technology precisely controls the motion and processing process of machine tools through computer control systems, which can achieve high-precision machining of complex parts and flexible production scheduling, greatly improving manufacturing efficiency and product quality. This article explores the application advantages, specific application fields, technology types, and development trends of numerical control technology in automotive parts manufacturing, analyzes the strategic significance and practical application of numerical control technology in improving automotive manufacturing efficiency and quality, and promoting sustainable development of enterprises.

Keywords: numerical control technology; automotive parts manufacturing; processing accuracy; CAD/CAM system; intelligent manufacturing

引言

随着全球汽车产业的迅猛发展和技术进步, 汽车已经成为现代社会生活中不可或缺的重要组成部分。汽车的制造过程涉及到复杂的零部件加工和装配, 对制造技术和生产效率提出了越来越高的要求。在这样的背景下, 数控(Computer Numerical Control, CNC)技术作为一种先进的制造技术, 以其精密、高效、灵活的特点, 逐渐成为汽车零部件制造的核心技术之一。数控技术通过将电脑控制系统与传统机械加工设备结合, 实现了对加工过程的全面控制和精确调节。相较于传统的手工操作或机械加工, 数控技术不仅能够大幅提高加工精度和稳定性, 还能够有效缩短加工周期, 适应多品种、小批量生产的需求, 从而极大地推动了汽车制造工业的现代化进程。

1 数控技术的应用优势

1.1 提高加工精度和稳定性

传统的机械加工受到操作工人技术水平和设备精度的限制, 往往难以达到高精度加工的要求, 特别是对于复杂曲面和精密结构的零件。而数控技术通过精确的数学算法和先进的控制系统, 能够实现微米级甚至更高精度的加

工, 确保每一个零件的尺寸、形状和表面质量都达到设计要求。数控机床的工作原理是通过预先设定的程序控制工具的位置和运动轨迹, 精确地控制加工过程中的每一个步骤。尤其对于高精度零件如汽车发动机零部件、传动系统等, 数控技术的应用使得这些关键部件的加工精度和稳定性大幅提升, 从而提高了整车性能和可靠性。数控机床可以根据 CAD/CAM 系统生成的数控程序精确地控制刀具路径, 完成复杂形状的加工任务, 提高了制造效率和产品质量。

1.2 缩短加工周期

传统的机械加工通常依赖于人工操作和调整, 加工周期较长且不稳定, 特别是在面对多品种、小批量的生产需求时, 效率和灵活性都面临挑战。数控技术通过自动化控制和优化加工路径的方式, 有效地缩短了加工周期。数控机床能够根据预设的加工程序和路径, 自动进行加工操作, 避免了传统机械加工中频繁的人工调整和操作时间^[1]。数控技术能够快速切换和适应不同零件的加工要求, 通过优化加工路径和节约非加工时间, 进一步提高了加工效率和生产能力。在汽车零部件制造中, 特别是面对市场快速变化和个性化需求增加的背景下, 缩短加工周期可以帮助企业

更加灵活地调整生产计划,快速响应客户订单,减少库存压力和物流成本。通过精确控制和优化加工过程,减少了不必要的加工时间和能源消耗,从而在保证产品质量的前提下降低了制造成本,增强了企业的盈利能力和可持续发展能力。

1.3 灵活适应多品种、小批量生产需求

传统的机械加工方式通常需要针对每种零件设计和调整专用的加工工艺和设备,导致了生产线上切换和调整的时间和成本较高。而数控技术通过数字化控制和灵活的编程功能,能够快速适应不同零件的加工要求,有效解决了这一问题。数控机床通过 CAD/CAM 系统生成的数控程序,可以根据每个零件的具体要求进行精确控制。不同于传统机械加工需要频繁更换加工工具和设备的方式,数控机床通过改变程序即可切换至新的加工任务,从而实现快速的生产线切换和生产任务调度。在传统制造中,为了适应新产品或者小批量产品的生产需求,需要进行长时间的工艺开发和调试,以及设备调整和人员培训。而数控技术通过提前设计好数控程序,使得新产品的生产准备工作大大简化,缩短了产品从设计到市场投产的周期,有利于企业快速占领市场先机。数控技术能够根据具体需求进行智能化的生产排程和优化,最大限度地提高设备利用率和生产效率,减少了因低产量而带来的成本压力,同时保证了产品质量和交货期的稳定性。

2 汽车零件制造中数控技术类型

2.1 数控机床

数控机床是指通过预先编程控制工具的位置、速度和动作序列,自动进行加工操作的机床。相比传统的手工操作或者常规机械加工,数控机床具有精度高、稳定性强、生产效率高等显著优势。通过 CAD/CAM 系统设计和生成数控程序,操作人员可以精确控制加工工具的运动轨迹和加工路径。在汽车零件制造中,数控机床广泛应用于加工发动机零部件、底盘结构、车身零件等各个领域。例如,数控车床用于加工轴承座孔、齿轮和传动轴等部件;数控铣床用于加工复杂曲面的汽车车身零件和模具等^[2]。其高效、精确的加工能力,不仅提升了产品质量,还加快了新产品开发和生产周期,为企业带来了明显的竞争优势。

2.2 数控系统

在汽车零件制造中,数控系统的性能直接影响到加工精度、效率和生产灵活性。数控系统通常由硬件和软件两部分组成。硬件包括主轴驱动、伺服系统、控制面板等,这些部件协同工作以实现精确的运动控制;而软件则包括数控编程软件和操作界面,用于编写和编辑数控程序、模拟加工过程、调整参数等。在实际应用中,数控系统通过高速的数据处理能力和精密的运动控制,能够实现复杂零件的精密加工、多轴联动控制和自动化生产。例如,在汽车零件制造中,数控系统能够精确控制车床、铣床等机床

的运动轨迹和加工深度,保证零件尺寸的精度和表面质量。数控系统的灵活性和可编程性使其能够快速响应生产线上的变化需求,支持多品种、小批量的生产模式。这种灵活性不仅提高了生产效率,还降低了切换产品线时的成本和时间。未来,随着工业 4.0 技术的发展,数控系统将进一步向智能化、互联化方向演进,例如通过数据采集与分析实现智能预测维护、远程监控和优化生产调度,为汽车零件制造业带来更大的生产效率和竞争优势。

2.3 数控加工中心

数控加工中心是一种集铣削、钻孔、攻丝等多种加工功能于一体的高精度机床。数控加工中心相对于传统的单一功能机床,其优势在于多功能一体化设计和高度自动化生产能力。通过数控编程,操作人员可以轻松设定和调整加工路径、工序顺序以及刀具切换,从而实现一次装夹多工序加工,大幅提升了加工效率和产品精度。在汽车零件制造中,数控加工中心常用于加工复杂的汽车车身零部件、底盘结构件以及发动机部件等。例如,通过高速铣削和刀具自动换装功能,数控加工中心能够实现高效率的车身板件加工和内饰零件的精细加工,满足汽车生产线上对产品质量和效率的高要求。数控加工中心的多轴联动和高速切削能力,使得其能够处理复杂曲面、异形零件和精密孔位加工,适应了汽车零件日益复杂和精密化的制造需求。其精确度和稳定性使得数控加工中心成为现代汽车制造中不可或缺的关键设备之一。

2.4 CAD 和 CAM 系统

CAD(计算机辅助设计)和 CAM(计算机辅助制造)系统在汽车零件制造中的作用不可忽视,它们为数控技术的实施提供了关键的设计和加工支持。设计师可以利用 CAD 软件精确地绘制出零件的形状、尺寸和结构,通过多视角展示和模拟功能,评估和优化设计方案。这为后续的数控加工提供了精准的数据基础,确保零件的加工精度和一致性。CAM 软件能够根据 CAD 设计文件生成数控编程代码,定义刀具路径、加工策略和加工顺序等加工参数,从而实现数控机床和数控加工中心的精确控制。CAD 和 CAM 系统的整合应用,不仅简化了设计到生产的转换过程,还提高了生产线上的数据传递和加工效率。例如,在汽车零件制造中,通过 CAD 软件设计的零件模型可以直接传输到 CAM 软件,生成相应的数控加工程序,无须人工干预和重新录入数据,有效避免了因人为操作误差而引起的生产延误和质量问题。

3 数控技术在汽车零件制造中的应用

3.1 汽车覆盖件模具

设计师可以利用 CAD 软件进行三维建模、虚拟装配和模拟分析,优化模具结构,确保模具在使用过程中的稳定性和耐用性。通过 CAM 软件生成的数控加工程序,可以精确控制刀具路径和加工深度,高速铣削和电火花加工等先

进工艺的应用,实现模具的高精度加工。这不仅提升了模具的加工效率,还保证了模具零件的尺寸精度和表面质量,降低了人为操作误差的可能性。在实际生产中,数控技术使得汽车覆盖件模具的制造周期大幅缩短,同时提高了模具的可靠性和稳定性。企业可以更快地响应市场需求,进行定制化的模具制造,以适应不同车型和设计风格的生产需求。

3.2 底盘制造

数控技术在汽车底盘制造中的应用,通过提升零部件的加工精度、强度和耐用性,为汽车制造业带来了显著的技术进步和生产效率提升。底盘制造涉及到多种复杂的零部件,如底盘梁、悬挂系统、制动系统等,这些部件需要具备高强度、精确的加工尺寸和表面质量。传统的机械加工方式难以满足这些高要求,而数控技术通过其精密的控制和高效的加工能力,显著改善了底盘零部件的制造质量。数控铣床能够精确加工底盘梁的复杂结构和曲面,保证其装配精度和强度要求;数控车床则用于加工轮毂、传动轴等高精度零件,确保其旋转平衡和工作稳定性。通过 CAD 设计和 CAM 加工,制造高精度的模具和模具部件,保证了底盘零部件的复合结构和整体性能^[3-5]。数控技术还支持底盘零部件的自动化装配和精确校验,提高了生产线的整体效率和质量控制水平。

3.3 整车产品的制造

数控技术在汽车整车产品制造中的应用,通过提高生产效率、优化生产工艺和保证产品质量,对整车制造过程起到了重要推动作用。在零部件制造阶段,数控机床通过 CAD/CAM 系统生成的数控加工程序,能够高效精确地加工发动机零部件、底盘结构、车身零件等各类关键部件。在汽车整车装配过程中,数控技术通过模具制造、自动化装配线和智能化监控系统等应用,实现了生产线的高度自动化和智能化。例如,数控机床制造的模具和工装,能够支持整车零部件的精准装配和质量控制;自动化装配线则通过数控技术实现零部件的自动装配和高效率生产,大大缩短了整车生产周期和提升了装配质量。在品质控制方面,数控技术通过高精度的测量和检测设备,实现了对整车零部件和装配过程的全程监控和质量保障。例如,通过数控加工生成的零部件尺寸和形状精确度高,能够有效控制整车的工程标准和质量要求;而自动化装配线上的智能检测系统,能够实时监测零部件装配的质量和正确性,及时发现和修正问题,确保整车的装配质量和一致性。随着消费者对个性化汽车需求的增加,汽车制造企业需要快速响应市场变化,实现多样化和小批量定制生产。数控技术通过 CAD/CAM 系统的灵活设计和快速调整能力,支持企业实现快速产品设计和制造切换,从而满足不同市场和客户的个性化需求。

3.4 数控技术在汽车零件机械加工中的应用

数控技术在汽车零件机械加工中的广泛应用,通过提升加工精度、优化加工效率和降低生产成本,为汽车制造

业带来了显著的技术进步和经济效益。数控机床通过 CAD/CAM 系统生成的数控程序,能够精确控制刀具的运动轨迹和加工参数,实现复杂零件的高精度加工。例如,数控铣床能够实现对汽车发动机缸体和缸头的高速铣削,保证其内部结构的精度和表面质量;数控车床则用于加工汽车轴承座、齿轮和传动轴等部件,确保其尺寸的精准度和轴向平衡性。电火花加工技术通过高频电脉冲放电,能够精确加工复杂形状的汽车零部件,如喷油嘴和油泵的注油孔;激光切割技术则能够快速、精确地切割汽车零件的各种板材和结构件,提高了加工效率和材料利用率。在实际生产中,数控技术通过其高效、精准的加工能力,显著提升了汽车零件的加工精度和生产效率。企业能够更快地响应市场需求,实现批量生产和定制化生产的灵活转换,降低了生产成本和生产周期,提高了企业的市场竞争力。

3.5 机床的应用

机床作为数控技术的主要实施平台,在汽车零件制造中发挥着关键作用。其广泛的应用范围涵盖了从粗加工到精密加工的各个环节,为汽车制造业提供了高效、精准的加工解决方案。数控铣床通过高速旋转的铣刀,能够对汽车零件进行复杂曲面和结构的铣削加工;数控车床则通过旋转刀具,实现对汽车轴承座、齿轮和传动轴等部件的精确车削加工。此外,数控磨床、数控线切割机特种数控机床,还能够实现对汽车零部件的高精度磨削和切割,满足复杂零件加工的特殊需求。数控机床通过 CAD/CAM 系统生成的数控程序,实现了加工过程的自动化和智能化。操作人员可以通过预先编程控制工具的运动轨迹、加工路径和加工参数,实现零部件加工过程的精确控制。这种高度的自动化加工能力,不仅提升了加工效率,还保证了零部件的加工精度和一致性。在实际应用中,数控机床的普及和应用,显著提升了汽车零件制造的生产能力和质量水平。企业能够通过数控机床实现批量生产和定制化生产的快速转换,满足不同客户和市场需求。同时,数控机床的高速、高精度加工能力,大大缩短了零部件的制造周期,为企业节约了生产成本和资源投入。随着数控技术的不断发展和机床制造技术的进步,未来数控机床将继续向智能化、柔性化和高效化方向发展。例如,通过人工智能、大数据分析和云计算等技术的应用,数控机床能够实现智能预测维护、远程监控和优化生产调度,进一步提升生产效率和竞争力。

3.6 其他途径

数控技术在汽车零件制造中的智能化生产管理方面发挥了重要作用。通过数控机床和自动化装配线的集成,汽车制造企业能够实现生产过程的数字化和智能化管理。例如,通过工业物联网技术,监控数控机床的运行状态和生产数据,实现设备故障预测和实时调度优化,提高生产线的稳定性和运行效率。数控技术在汽车零件制造中的应

用还包括了材料切割和成形工艺。例如,数控激光切割机能够精确切割汽车零部件所需的金属板材或复合材料,提高了材料利用率和加工精度;数控冲压机则能够实现复杂形状的金属零件冲压成型,满足汽车车身和结构件的生产需求。数控技术在汽车零件制造中还涉及到零部件的表面处理和精密组装。通过数控加工技术,能够实现对汽车零部件表面的高精度磨削、抛光和镀层处理,提升零部件的外观质量和耐久性;而在精密组装过程中,数控技术能够支持零部件的自动化装配和质量检测,保证整车装配的精度和一致性。随着人工智能和数据分析技术的发展,数控技术在汽车零件制造中还有望实现更高级别的智能化应用。例如,通过机器学习和预测分析,优化数控加工过程中的参数设定和刀具选择,进一步提高加工效率和产品质量;通过虚拟现实技术,实现对复杂零件加工过程的仿真和优化,降低生产成本和风险。

4 结论

在汽车零件制造中,数控技术的广泛应用和持续发展,不仅提升了生产效率和产品质量,更推动了整个行业向智能化、数字化和可持续发展迈进的步伐。通过本文对数控技术在汽车零件制造中的多个方面的深入探讨,我们可以清晰地看到,数控技术在设计、加工、装配和管理等各个环节中的关键作用和巨大潜力。随着技术的不断进步和应用场景的不断扩展,数控技术将继续引领汽车制造业的创

新发展。汽车制造企业在面对日益复杂和多样化的市场需求时,应积极采纳和应用数控技术,通过引入自动编程技术、打造智能化生产平台、推进机床加工设备的科学创新等策略,不断提升自身的竞争力和可持续发展能力。数控技术不仅仅是技术革新的代名词,更是推动汽车制造业迈向智能化、高效化的重要动力源。

[参考文献]

- [1]孔松涛,刘池池,史勇,等.深度强化学习在智能制造中的应用展望综述[J].计算机工程与应用,2021,57(2):49-59.
- [2]吴泽锐,刘冉,陈晓东,等.数学优化和人工智能助力智能制造生产线——基于上汽大众新能源汽车生产的案例研究[J].工业工程与管理,2021,26(6):208-218.
- [3]陆洁锋.数字时代人工智能与数控技术在汽车零件制造中的实践研究[J].时代汽车,2022(21):157-159.
- [4]陈康康,马凯凯.机械加工数控技术在汽车零件制造中的应用[J].大众汽车,2023(12):01.
- [5]李晓红.汽车零件机械加工数控技术应用研究[J].专用汽车,2023(2):54-56.

作者简介:黎桂平(1986.2—),男,学历:本科,毕业院校:沈阳工业大学,所学专业:机械设计制造及其自动化,目前职称:实验师;段征育(1974—),男,湖南龙山县人,讲师,主要从事数控方向的教学和研究。