

# 数字化制造技术在钳工加工中的创新应用研究

马钰斐

中国船舶集团有限公司第七一三研究所 河南 郑州 450000

**摘要:** 本文深入探讨了数字化制造技术在钳工加工中的创新应用。通过引入计算机辅助设计、数控机床与机器人技术、精密测量与质量控制、制造过程的数字化监控与优化以及制造信息的数字化管理等先进技术, 钳工加工实现从设计到制造的全链条数字化升级。这些创新应用不仅显著提升钳工加工的生产效率和产品质量, 还降低劳动强度和安全风险, 为钳工加工的现代化转型和可持续发展提供有力支撑。

**关键词:** 数字化制造技术; 钳工加工; 创新应用

## 1 数字化制造技术基础

### 1.1 定义与特征

数字化制造技术, 简而言之, 是指将复杂多变的信息转化为可度量的数字和数据, 并以此为基础建立数字化模型, 进而将其转化为一系列二进制代码, 引入计算机内部进行统一处理的过程。这一技术不仅仅是简单的信息转化, 更是制造技术、计算机技术、网络技术与管理科学交叉融合、发展与应用的结果。数字化制造技术的核心在于利用计算机技术对制造过程进行精确控制和优化, 从而实现制造过程的高效、精准和智能化。数字化制造技术的特征主要体现在几个方面; 第一, 全局性和集成性。数字化制造技术涵盖产品设计的构思、功能设计、结构分析、加工制造等全生命周期, 实现从设计到制造的无缝衔接。同时它集成了CAD(计算机辅助设计)、CAE(计算机辅助工程分析)、CAM(计算机辅助制造)、CAPP(计算机辅助工艺规划)、PDM(产品数据管理)和ERP(企业资源计划)等多种技术, 形成了一个完整、高效的生产体系。第二, 高效性和精准性。数字化制造技术通过精确的数字模型和算法, 能够实现对制造过程的精确控制和优化, 大大提高了生产效率和产品质量。例如, 在数控机床控制中, 通过CAM系统生成的数控代码, 可以精确控制刀具的运动轨迹, 实现零件的高精度加工。第三, 灵活性和可定制性。数字化制造技术具有高度的灵活性和可定制性, 能够根据客户的需求和市场变化快速调整生产计划和产品设计。通过数字化手段, 企业可以轻松地完成产品的快速迭代和优化, 满足市场的多样化需求。第四, 智能化和自动化。随着人工智能和物联网技术的发展, 数字化制造技术正逐步向智能化和自动化方向发展。通过引入智能算法和传感器, 可以实现对制造过程的实时监测和智能控制, 进一步提高生产效率和产品质量。

### 1.2 发展趋势

未来, 数字化制造技术将与物联网、大数据、人工智能等新一代信息技术深度融合, 形成更加高效、智能的生产体系。例如, 通过物联网技术, 可以实现对生产设备和生产过程的实时监测和数据分析, 为生产优化提供有力支持。随着全球对环境保护和可持续发展的日益重视, 数字化制造技术将更加注重绿色制造和可持续发展。通过优化生产流程和采用环保材料, 可以减少能源消耗和废弃物排放, 实现更加环保的生产方式<sup>[1]</sup>。智能制造是数字化制造技术的重要发展方向之一。通过引入智能制造系统和智能设备, 可以实现对生产过程的智能控制和优化, 进一步提高生产效率和产品质量。智能制造还将推动工业4.0的实现, 实现制造业的数字化转型和智能化升级。随着市场竞争的加剧和客户需求的变化, 数字化制造技术将更加注重服务化转型和产业升级。通过提供定制化的产品和服务, 可以满足客户的多样化需求, 提高市场竞争力。数字化制造技术还将推动制造业向更高附加值的方向发展, 实现产业升级和转型。

### 1.3 与钳工加工的结合点

数字化制造技术在钳工加工领域的应用主要体现在以下几个方面; (1) 零件设计与建模: 通过CAD系统, 钳工加工人员可以方便地进行零件的设计和建模工作。通过精确的数字模型和算法, 可以实现对零件形状、尺寸和结构的精确控制, 为后续加工提供有力支持。(2) 加工路径生成与优化: 通过CAM系统, 钳工加工人员可以生成精确的加工路径和数控代码。这些代码可以精确控制刀具的运动轨迹和加工参数, 实现零件的高精度加工。CAM系统还可以对加工路径进行优化, 提高加工效率和产品质量。(3) 数控机床控制与操作: 数字化制造技术为钳工加工提供了先进的数控机床控制手段。通过引入数控技术和智能算法, 可以实现对数控机床的精确

控制和智能优化。这不仅可以提高加工精度和效率，还可以降低操作难度和人工成本。（4）精密测量与质量控制：数字化制造技术为钳工加工提供了精确的测量手段和质量控制方法。通过引入先进的测量设备和算法，可以实现对零件尺寸、形状和表面质量的精确测量和分析。还可以利用数字化手段对制造过程进行实时监测和控制，确保产品质量符合设计要求。

## 2 钳工加工面临的挑战

### 2.1 生产效率低、劳动强度大

钳工加工，作为一种传统的制造工艺，长期以来面临着生产效率低下的挑战。传统钳工操作主要依赖手工完成，包括划线、锯割、锉削、钻孔等一系列复杂工序，这些工序不仅耗时费力，而且需要大量的人工干预。这导致钳工加工的生产效率远远落后于现代化的机械加工方式，难以满足大规模生产的需要。钳工加工过程中工人的劳动强度极大，长时间的手工操作不仅容易引发工人疲劳，还可能影响加工精度和产品质量。因此生产效率低和劳动强度大成为了钳工加工亟需解决的重要问题。

### 2.2 质量控制不稳定、依赖人工经验

钳工加工在质量控制方面同样存在不稳定的问题。由于钳工操作主要依赖工人的手工技能和经验，加工过程中的质量控制往往受到人为因素的影响。不同工人的技术水平、操作习惯和判断标准存在差异，这导致同一批次的零件在尺寸、形状和表面质量上可能存在较大的差异。钳工加工过程中缺乏精确的测量手段和质量控制方法，使得产品质量难以得到有效保障，质量控制不稳定和依赖人工经验成为了钳工加工在质量控制方面面临的又一挑战<sup>[2]</sup>。

### 2.3 难以适应复杂多变的市场需求

随着市场竞争的加剧和客户需求的变化，钳工加工面临着难以适应复杂多变市场需求的挑战。现代市场要求产品具有多样化、个性化和快速迭代的特点，而钳工加工由于生产效率低、质量控制不稳定等问题，难以满足这些要求。传统钳工加工方式往往只能生产结构简单、批量较小的零件，对于复杂结构、高精度和大规模生产的需求则力不从心。钳工加工在响应市场变化方面也存在滞后性，难以快速调整生产计划和产品设计以满足市场需求。

## 3 数字化制造技术在钳工加工中的创新应用

### 3.1 数字化设计与建模

数字化制造技术在钳工加工中的首要创新应用体现在数字化设计与建模方面。传统钳工加工依赖于手工绘

图和实物模型，这不仅耗时耗力，而且难以保证设计的精确性和一致性。而数字化设计与建模技术，如计算机辅助设计（CAD）和计算机辅助工程分析（CAE），为钳工加工提供了全新的设计手段。通过CAD系统，钳工加工人员可以迅速创建三维模型，进行虚拟装配和干涉检查，从而在设计阶段就发现和解决潜在问题。CAE技术则能够对设计进行力学、热学等多方面的仿真分析，确保设计的合理性和可靠性。数字化设计与建模技术的应用，不仅提高了钳工加工的设计效率和精度，还大大缩短产品从设计到生产的周期，为钳工加工的现代化转型奠定坚实基础。

### 3.2 数控机床与机器人技术在钳工加工中的应用

数控机床与机器人技术是数字化制造技术在钳工加工中的又一重要创新应用。传统钳工加工中的锯割、锉削、钻孔等工序，往往依赖于工人的手工操作，这不仅劳动强度大，而且加工精度和效率难以保证。而数控机床和机器人技术则能够实现对钳工加工过程的精确控制和自动化操作。数控机床通过预先设定的程序和算法，能够精确控制刀具的运动轨迹和加工参数，实现零件的高精度加工。机器人技术则能够模拟人类的操作动作，完成钳工加工中的复杂工序，如零件的搬运、装配和检测等。数控机床与机器人技术的应用，不仅降低钳工加工的劳动强度，提高加工精度和效率，还使得钳工加工过程更加安全和可控。

### 3.3 精密测量与质量控制

数字化制造技术在钳工加工中的创新应用还体现在精密测量与质量控制方面。传统钳工加工中的质量控制主要依赖于工人的经验和手工测量，这往往导致质量控制的不稳定和不可靠。而数字化制造技术为钳工加工提供了精确的测量手段和质量控制方法。通过引入先进的测量设备和算法，如激光测距仪、三坐标测量机等，钳工加工人员能够实现对零件尺寸、形状和表面质量的精确测量和分析。数字化制造技术还能够对制造过程进行实时监测和控制，通过收集和分析生产数据，及时发现和解决质量问题，数字化制造技术还能够实现质量数据的追溯和统计分析，为钳工加工的质量改进和优化提供有力支持。

### 3.4 制造过程的数字化监控与优化

数字化制造技术在钳工加工中的创新应用还体现在制造过程的数字化监控与优化方面。传统钳工加工过程往往缺乏精确的监控手段，导致生产过程中的问题和异常难以及时发现和处理。而数字化制造技术通过引入传感器、物联网和大数据等技术，能够实现对钳工加工过

程的实时监测和数据分析。通过收集和分析生产数据,钳工加工人员能够及时发现生产过程中的问题和异常,如刀具磨损、设备故障等,并采取相应的措施进行解决。数字化制造技术还能够对钳工加工过程进行优化,通过调整加工参数、优化工艺流程等手段,提高生产效率和产品质量。数字化监控与优化技术的应用,使得钳工加工过程更加透明、可控和高效。

### 3.5 制造信息的数字化管理

数字化制造技术在钳工加工中的创新应用还体现在制造信息的数字化管理方面。传统钳工加工中的信息管理主要依赖于纸质文档和人工记录,这往往导致信息的丢失、错漏和难以追溯。而数字化制造技术通过引入数据库、云计算和物联网等技术,能够实现钳工加工过程中产生的各种信息进行数字化管理和存储。这包括设计图纸、工艺文件、生产数据、质量数据等。通过数字化管理,钳工加工人员能够方便地查询、分析和利用这些信息,为生产决策和质量控制提供有力支持<sup>[3]</sup>。数字化管理还能够实现信息的实时共享和协同工作,提高钳工加工团队的协作效率和响应速度,数字化管理还能够实现信息的长期保存和追溯,为钳工加工的质量改进和持续优化提供可靠依据。

### 4 数字化制造技术在钳工加工中的实际案例

在钳工加工领域,一家专注于精密零部件制造的企业成功引入了数字化制造技术,实现了生产效率和质量控制的显著提升。该企业主要生产用于高端机械设备的精密零部件,这些零部件对尺寸精度、表面质量和材料性能有着极高的要求。传统上,该企业采用手工操作的方式完成零部件的加工,这不仅耗时费力,而且难以保证加工精度和一致性。为了提高生产效率和产品质量,该企业决定引入数字化制造技术。首先,该企业采用先进的计算机辅助设计(CAD)和计算机辅助制造(CAM)系统,实现从设计到制造的无缝衔接。设计师利用CAD系统进行三维建模,通过虚拟装配和干涉检查,确保设计的合理性和可行性。随后,CAM系统将设计数据转化为精确的加工代码,用于数控机床和机器人的自动化加工。在加工过程中,该企业引入了高精度数

控机床和机器人技术,实现对零部件的精确加工和高效生产。数控机床通过预先设定的程序和算法,能够精确控制刀具的运动轨迹和加工参数,确保零部件的尺寸精度和表面质量。机器人技术则负责零部件的搬运、装配和检测等工序,降低工人的劳动强度,提高生产效率。同时该企业还引入了精密测量设备和数字化质量控制方法,对加工过程中的零部件进行实时监测和数据分析。通过收集和分析生产数据,企业能够及时发现和解决质量问题,确保产品质量符合设计要求<sup>[4]</sup>。该企业还建立制造信息的数字化管理系统,实现对生产过程中产生的各种信息的数字化存储和管理。这包括设计图纸、工艺文件、生产数据和质量数据等。通过数字化管理,企业能够方便地查询、分析和利用这些信息,为生产决策和质量控制提供有力支持。引入数字化制造技术后,该企业的生产效率得到显著提升,产品质量也得到有效控制。与传统手工操作相比,数字化制造技术的应用使得零部件的加工周期缩短了30%,加工精度提高20%,同时降低工人的劳动强度和安全风险。这一实际案例充分展示了数字化制造技术在钳工加工中的巨大潜力和广阔前景。

### 结束语

综上所述,数字化制造技术在钳工加工中的创新应用具有重要意义。随着技术的不断发展和完善,钳工加工将实现更加高效、智能和可持续的生产模式。未来,钳工加工企业应继续加大数字化技术的研发和应用力度,推动钳工加工行业的数字化转型和高质量发展。同时和社会各界也应给予钳工加工行业更多的关注和支持,共同推动钳工加工行业的繁荣发展。

### 参考文献

- [1]刘赣华,邓诗义,霍小东.基于热流固耦合模型的螺旋锥齿轮淬火数值模拟[J].金属热处理,2024,49(07):16-22.
- [2]徐一宁,朱学彪,徐智博.超越离合器试验台关键部件设计与计算[J].农业装备与车辆工程,2024,62(07):62-66.
- [3]吴涛.高精度齿轮加工工艺研究[J].模具制造,2024,24(07):23-25+28.
- [4]王宁,刘炎,韩晓琳,等.数字化制造技术在机械设计制造中的应用研究进展[J].机械设计与制造,2020(2):83-87.