

# 智能制造技术在轮毂制造工艺中的创新研究

席展飞 李向前 荆晓元

三门峡戴卡轮毂制造有限公司 河南 三门峡 472100

**摘要:** 随着智能制造技术的飞速发展,其在汽车轮毂制造工艺中的应用日益广泛。本文旨在探讨智能制造技术在轮毂制造工艺中的创新研究,分析其对生产效率、产品质量、环保节能以及个性化定制等方面的积极影响。

**关键词:** 轮毂制造;智能制造技术;创新应用

## 引言

轮毂作为汽车的重要零部件,其制造工艺的优化与提升对于汽车的整体性能和安全性具有重要影响。随着全球汽车市场的扩大和消费者对性能安全的关注,轮毂行业呈现稳步增长。智能制造技术的引入,为轮毂制造工艺的创新提供了新的契机。

### 1 智能制造技术在轮毂制造工艺中的创新应用

#### 1.1 材料加工单元

##### 1.1.1 数控机床的高精度加工

数控机床是智能制造技术在材料加工单元的核心设备之一。其配备了高精度的伺服驱动系统和精密的传感器,能够实现对原材料的高精度切割和铣削。例如,在切割过程中,数控机床可以根据预设的CAD模型,通过G代码指令控制刀具的运动轨迹,确保切割面的平整度、垂直度和尺寸精度满足设计要求。同时,它还支持等离子切割、激光切割等多种切割策略,以满足不同材质和厚度的原材料加工需求。

##### 1.1.2 CNC加工中心的多功能集成

CNC加工中心是另一种关键的智能制造设备,它集成了多种加工功能于一体,如铣削、钻孔、攻丝等。凭借多轴联动技术,CNC加工中心可精确加工复杂曲面,如轮毂的轮辐和轮辋等部分。在加工过程中,CNC加工中心可以根据预设程序和参数自动调整刀具路径、切削速度和进给量,确保加工质量和效率<sup>[1]</sup>。此外,CNC加工中心还支持刀具自动更换和工件自动定位功能,进一步提升了加工效率和自动化程度。

##### 1.1.3 数字化、智能化技术的集成应用

除了先进的加工设备外,智能制造技术还引入了数字化和智能化技术,实现了对生产过程的自动化控制和监控。例如,通过集成传感器和执行器于一体,智能制造系统能够实时监测加工过程中的各项参数,如温度、压力、振动等,并根据实时数据自动调整设备运行状态,确保加工过程的稳定性和可靠性。同时,智能制造

系统还支持远程监控和故障诊断功能,能够及时发现并处理加工过程中的异常情况,降低了生产风险和成本。此外,数字化技术还实现了加工过程的可视化。通过三维仿真软件,操作人员可以在计算机上模拟加工过程,预览加工结果,从而优化加工策略和参数设置。这种可视化功能不仅提高了加工效率,还降低了试错成本,加速了新产品的研发和上市速度。

#### 1.2 尺寸与表面缺陷检测

##### 1.2.1 毛坯机加后轮毂重要装配尺寸的智能化检测

在轮毂的毛坯机加阶段,确保轮毂的关键装配尺寸准确无误至关重要。智能化检测系统通过高分辨率的摄像机和先进的图像处理算法,能够精确测量轮毂的直径、宽度、偏心度等重要尺寸参数。系统利用大数据学习和算法优化,能够自动适应不同型号轮毂的检测需求,提高检测的准确性和效率。这种智能化检测方式不仅减少了人工测量的误差和劳动强度,还为后续装配过程提供了可靠的数据支持。

##### 1.2.2 涂装后轮毂表面缺陷的智能化检测

在轮毂的涂装阶段,表面质量直接关系到产品的美观度和使用寿命。智能化检测系统能够实时监测涂装后轮毂的表面状况,及时发现并识别裂纹、气泡、色差等缺陷。通过大数据学习和自适应算法,系统能够不断优化检测策略,提高缺陷识别的准确率和效率。这种智能检测方式不仅提升了产品质量,还降低了不良品率,避免了人工检测时存在的误差,同时也减少人工投入成本,能为轮毂制造企业带来了显著的经济效益。

#### 1.3 涂装单元

##### 1.3.1 自动喷涂机器人的应用

自动喷涂机器人采用先进的伺服驱动系统和精密的传感器,能够实现对喷涂枪的高精度控制。它们可以沿着预设的喷涂路径,以恒定的速度和角度进行喷涂,确保每个轮毂的涂装效果一致。自动喷涂机器人还支持喷涂参数的智能调整。根据轮毂的材质、形状和尺寸,以

及涂料的种类和特性,机器人可以自动调整喷涂压力、喷涂距离、喷涂速度等参数,确保涂装的均匀性和一致性。对于具有复杂形状的轮毂,自动喷涂机器人可以通过多轴联动技术,实现对各个角度和曲面的精确喷涂。这种技术不仅提高了涂装的覆盖率,还避免了涂料的浪费和污染。

### 1.3.2 智能涂装系统的集成

智能涂装系统建立了包含各种涂装工艺和参数的数据库。通过查询和比较不同工艺和参数的效果,系统可以为每个轮毂选择最合适的涂装方案。在涂装前,智能涂装系统可以对涂装过程进行模拟。通过模拟不同喷涂参数和工艺条件下的涂装效果,系统可以预测实际涂装过程中可能出现的问题,并提前进行优化和调整<sup>[2]</sup>。智能涂装系统还支持涂装参数的实时优化。通过监测和分析涂装过程中的数据,系统可以自动调整喷涂参数和工艺,以提高涂装的均匀性、一致性和环保性。

### 1.3.3 大数据分析技术的引入

大数据分析技术的引入为轮毂涂装过程带来了革命性的改变。通过深度挖掘和分析涂装过程中产生的海量数据,系统能够精准地跟踪涂料的使用情况。它不仅能够对比不同轮毂型号、不同工艺条件下的涂料消耗量,还能分析涂料的污染程度,从而揭示出涂料浪费和污染的根本原因。基于这些分析结果,系统能够提出针对性的改进措施,有效减少涂料的无谓消耗,降低环境污染。更为关键的是,大数据分析技术还能够对涂装效果进行客观、全面的评估。通过收集和分析涂装后的轮毂图像及相关数据,系统能够准确判断涂装的均匀性、色彩一致性以及整体美观度。这些评估结果不仅为涂装工艺的优化提供了宝贵的参考依据,还能够帮助企业及时发现并解决涂装过程中的潜在问题。此外,基于大数据分析结果的智能决策支持功能也是不可忽视的亮点。智能涂装系统能够根据涂料消耗情况和涂装效果评估结果,自动调整涂装工艺参数,实现涂料使用的最优化。这种智能化的调整不仅能够进一步减少涂料的浪费,降低涂装成本,还能够显著提升涂装的环保性和整体效率。

### 1.4 柔性可重构生产线的引入

柔性可重构生产线支持快速换型和调整。通过更换或调整生产线上的设备、工装和夹具,企业可以在短时间内实现不同规格、材质和样式的轮毂生产切换。这种灵活性使得企业能够快速响应市场变化和满足多样化需求。柔性可重构生产线还采用模块化设计。生产线上的各个设备、工装和夹具都设计成独立的模块,可以根据生产需求进行组合和拆卸。这种模块化设计不仅降低了

生产线的复杂性和维护成本,还提高了生产线的可扩展性和可升级性<sup>[3]</sup>。柔性可重构生产线还支持智能调度与优化。通过集成先进的生产管理系统和算法,生产线可以根据生产需求和设备状态,自动调整生产计划和设备配置。这种智能调度与优化使得生产线能够高效运行,提高了生产效率和资源利用率。

### 1.5 检测单元

#### 1.5.1 先进的传感器和检测设备

智能制造技术在检测单元集成了多种先进的传感器和检测设备,这些设备能够自动完成轮毂的各项指标检测。采用激光测距仪、光学测量系统等高精度传感器,对轮毂的直径、宽度、厚度等尺寸进行精确测量。这些设备具有测量速度快、精度高的特点,能够确保轮毂尺寸的一致性和符合设计要求。使用高精度的电子秤或自动称重系统,对轮毂的重量进行准确测量。通过重量检测,可以判断轮毂的材料使用是否合理,以及是否存在缺陷或超重等问题。动平衡检测设备通过模拟轮毂在高速旋转时的状态,检测其是否存在不平衡现象。这种检测能够确保轮毂在高速行驶时的稳定性和安全性,减少振动和噪音。采用圆度仪和偏心检测仪等设备,对轮毂的圆度和偏心度进行精确测量。这些设备能够检测轮毂表面的平整度和中心位置的偏移情况,确保轮毂的几何形状符合设计要求。

#### 1.5.2 AI智能学习功能的引入

为了进一步提高检测的精度和效率,智能制造技术在检测单元引入了AI智能学习功能。这种功能通过集成先进的算法和模型,实现检测数据的实时分析和处理。AI智能学习功能能够对检测过程中产生的数据进行实时分析。通过对比历史数据和标准值,系统可以及时发现轮毂的潜在问题和缺陷,为操作人员提供及时的反馈和指导。AI智能学习功能还具有自适应学习和优化的能力。通过不断学习和分析检测数据,系统可以自动调整检测参数和算法,以提高检测的精度和效率<sup>[4]</sup>。这种自适应学习使得检测系统能够不断适应轮毂制造过程中的变化,保持检测的稳定性和可靠性。基于AI智能学习功能,检测系统还可以实现智能预警和报警。当检测到轮毂存在严重问题或缺陷时,系统会自动发出预警或报警信号,提醒操作人员及时采取措施进行处理。

## 2 智能制造技术对轮毂制造工艺的积极影响

### 2.1 提高生产效率

智能制造技术的引入显著提高了轮毂制造工艺的生产效率,主要体现在以下几个方面:通过引入自动化生产线,智能制造技术实现了轮毂从原材料到成品的全

程自动化生产。自动化生产线上的设备能够按照预设的程序和参数自动完成各项生产任务，大大减少了人工操作的时间和成本。智能制造技术将各种智能设备（如机器人、数控机床、传感器等）进行协同作业，实现了生产过程中的高效配合。这些设备能够实时交换数据和信息，根据生产需求自动调整工作状态和参数，提高了生产线的运行效率和稳定性。通过数字化、智能化技术的集成应用，智能制造技术实现了对生产过程的实时监控和优化。企业可以实时了解生产线的运行状态、设备的工作情况、产品的生产进度等信息，并根据这些信息及时调整生产计划和资源分配，确保生产过程的顺利进行。

## 2.2 提升产品质量

智能制造技术的引入显著提升了轮毂制造工艺的产品质量，具体表现在以下几个方面：通过高精度机器人手臂和数控机床的应用，智能制造技术实现了轮毂的高精度制造。这些设备能够按照预设的程序和路径精确地完成各项加工任务，确保了轮毂的每一个细节都达到最优状态。智能制造技术引入了AI视觉检测系统，该系统能够利用先进的图像处理和人工智能技术，对轮毂进行全面的质量检测。通过AI视觉检测，企业可以及时发现并处理轮毂表面的缺陷、尺寸偏差等问题，提高了产品的精度和一致性。通过数字化、智能化技术的集成应用，智能制造技术实现了生产数据的实时采集和分析。企业可以利用这些数据对生产过程进行精确控制和监控，及时发现并解决潜在的质量问题，从而不断提升产品质量。

## 2.3 促进环保节能

智能制造技术的引入促进了轮毂制造工艺的环保节能，主要体现在以下几个方面：通过数字化、智能化技术的集成应用，智能制造技术实现了对生产流程的优化。企业可以根据实际需求调整生产流程和设备布局，减少不必要的能源浪费和排放。智能制造技术引入了低能耗设备，这些设备在保证生产效率的同时，能够显著降低能源消耗。例如，采用节能型数控机床和机器人手

臂，可以减少电力消耗和碳排放。

## 2.4 满足个性化需求

智能制造技术的引入满足了轮毂制造工艺的个性化需求，主要体现在以下几个方面：通过引入柔性可重构生产线，智能制造技术实现了对不同规格、材质、样式的轮毂生产需求的快速响应。企业可以根据客户需求调整生产线的设备和工艺，实现个性化定制生产。智能制造技术引入了智能定制系统，该系统能够根据客户需求和偏好，自动生成个性化的轮毂设计方案和生产计划。客户可以通过智能定制系统参与到轮毂的设计和生产过程中，实现真正的个性化定制。通过智能制造技术的支持，企业可以生产出多样化、个性化的轮毂产品。

## 结语

智能制造技术在轮毂制造工艺中的创新应用，为轮毂制造行业的转型升级和高质量发展提供了强有力的支撑。通过提高生产效率、提升产品质量、促进环保节能以及满足个性化需求等方面的积极影响，智能制造技术将引领轮毂制造行业迈向一个更加辉煌的未来。未来，随着科技的不断进步和市场的不断变化，智能制造技术将在轮毂制造工艺中发挥更加重要的作用。

## 参考文献

- [1]童水光,高强度轻量化铝合金轮毂全链路设计与智能制造关键技术及应用.浙江省,浙江大学,2022-03-04.
- [2]刘林林,刘玉山.一种基于智能制造的锻旋铝合金轮毂制造系统及工艺[J].时代汽车,2019,(19):75-76.
- [3]梁盈富,祝战科.汽车轮毂生产线智能制造系统总体架构的设计与研究[J].工业仪表与自动化装置,2018,(04):61-64.
- [4]宋洋,刘冲,赵晋芳,等.浅谈汽车轮毂加工单元在智能制造中的应用[C]//中共沈阳市委,沈阳市人民政府,国际生产工程院,中国机械工程学会.第十六届沈阳科学学术年会论文集(理工农医).沈阳工学院机械与运载学院,2019:3.