

## 现阶段机械装配工艺的常见问题及其优化策略分析

张 锴, 张书玮, 骆海潮, 金 航

北京航天万源科技有限公司 北京

**【摘要】**机械装配工艺在现代工业生产中扮演着至关重要的角色,它直接关系到产品的质量和生产效率。然而,目前机械装配工艺仍然存在一些常见问题,如装配精度不高、质量控制不严格、生产效率低下以及安全隐患较多等。这些问题不仅影响了产品的竞争力和市场地位,也给企业带来了巨大的经济损失。为了有效解决这些问题,并促进相关行业进一步实现健康稳定的发展,文章提出了采用先进的数字化技术、自动化和机器人技术、精度和质量控制以及智能监控和大数据分析等优化策略,旨在为相关工作人员提供借鉴参考。研究表明,先进的机械装配工艺,能够有效提升产品的质量和生产效率,为企业带来更大的竞争优势和经济收益。

**【关键词】**机械装配工艺; 优化策略; 数字化技术; 自动化

**【收稿日期】**2023 年 11 月 17 日 **【出刊日期】**2023 年 12 月 18 日 **【DOI】**10.12208/j.ijme.20230028

### Analysis of the current mechanical assembly process of common problems and its optimization strategy

*Kai Zhang, Shuwei Zhang, Haichao Luo, Hang Jin*

*China Aerospace Science and Technology Corporation, Beijing*

**【Abstract】**Mechanical assembly process plays a vital role in the modern industrial production, it is directly related to the product quality and production efficiency. However, there are still some common problems in the mechanical assembly process, such as low assembly accuracy, lax quality control, low production efficiency and many safety risks. These problems not only affect the competitiveness and market position of products, but also bring huge economic losses to enterprises. In order to effectively solve these problems and promote the healthy and stable development of related industries, the paper puts forward the optimization strategies of adopting advanced digital technology, automation and robotics technology, precision and quality control, and intelligent monitoring and big data analysis, aiming to provide reference for relevant staff. Research shows that the advanced mechanical assembly process can effectively improve the quality and production efficiency of products, and bring greater competitive advantages and economic benefits for enterprises.

**【Keywords】**Mechanical assembly process; Optimization strategy; Digital technology; Automation

#### 引言

机械装配是制造业中的一个关键环节,涉及到各种工业设备、汽车、电子产品、以及航天器件等领域。然而,现阶段机械装配工艺面临着一系列挑战,包括精度问题、质量控制问题、生产效率问题以及安全问题。此外,航天应用的特殊性要求了更高的材料和环境标准,以确保装配的可靠性和安全性。

#### 1 现阶段机械装配工艺的常见问题

##### 1.1 精度问题

机械装配过程中,由于零部件的加工误差、装配误差等因素,可能导致装配后的产品的精度不符合要求。

例如,在装配过程中,如果零部件的尺寸不准确或者位置不精确,就会导致装配后的产品无法正常工作或者性能下降。此外,由于装配过程中可能存在人为因素,如操作不当或者疏忽大意,也会导致装配精度的问题。这些问题都会对产品的性能和可靠性产生负面影响。

## 1.2 质量控制问题

机械装配过程中, 由于人为因素、设备故障等原因, 可能导致产品质量不稳定。例如, 在装配过程中, 如果操作人员没有按照正确的流程进行操作, 或者没有进行必要的检查和测试, 就可能导致产品质量不合格<sup>[1]</sup>。此外, 如果装配设备出现故障或者精度下降, 也会影响产品的质量稳定性。这些问题都会导致产品的不合格率增加, 影响生产效率和客户满意度。

## 1.3 生产效率问题

传统的机械装配工艺通常需要大量的人力和时间, 生产效率较低。例如, 在传统的装配过程中, 可能需要手工进行零部件的安装和调整, 这需要耗费大量的时间和人力。此外, 由于装配过程中可能存在重复性的工作, 如多次拆卸和组装, 也会增加装配的时间和成本。这些问题都限制了生产规模和产能的提升。

## 1.4 安全问题

机械装配过程中, 由于操作不当、设备故障等原因, 可能发生安全事故。例如, 在装配过程中, 如果操作人员没有正确使用个人防护装备, 或者没有遵守安全操作规程, 就可能发生意外伤害。此外, 如果装配设备存在安全隐患, 如电气故障或者机械结构缺陷, 也会导致安全事故的发生。这些问题不仅会对人员造成伤害, 还会对设备和产品造成损失。因此, 确保装配过程的安全性是非常重要的。

# 2 航天应用的特殊考虑

## 2.1 材料选择和特殊要求

### 2.1.1 轻量化材料

在航天应用中, 为了降低宇航器的质量, 需要选择轻量化的材料。例如, 可以采用铝合金、镁合金、钛合金等轻量化合金作为结构材料。此外, 还可以使用复合材料和陶瓷等新型材料, 以进一步减轻宇航器的重量。这些材料具有高强度和低密度的特点, 能够满足航天器对重量的要求。

### 2.1.2 耐高温和抗辐射材料

航天器在进入太空后, 会面临极端的温度和辐射环境。因此, 需要开发能够耐受高温和辐射的特殊材料。例如, 可以使用高温合金、陶瓷复合材料等材料来制造宇航器的发动机和其他关键部件。这些材料具有良好的耐高温性能和抗辐射性能, 能够在极端条件下保持可靠性。

## 2.2 环境因素

### 2.2.1 真空条件下的装配

在航天器的装配过程中, 需要在真空条件下进行。这是因为在真空环境下, 气体分子较少, 可以减少气体对材料和零部件的影响。为了实现真空条件, 可以使用真空室和装配设备, 将装配区域抽成真空状态, 这样可以确保宇航器的装配质量和可靠性<sup>[2]</sup>。

### 2.2.2 高度无尘环境

在航天器的装配过程中, 需要建立高度无尘的环境。这是因为微小的尘埃粒子可能会污染宇航器的关键部件, 影响其性能和可靠性。为了实现无尘环境, 可以使用空气过滤系统和无尘室技术, 将空气中的微粒过滤掉, 并保持室内的洁净度。这样可以减小微粒对宇航器的污染风险。

## 2.3 安全性和可靠性

### 2.3.1 安全协议和标准

在航天器的装配过程中, 需要制定严格的安全协议和标准, 以确保操作人员的安全。这包括规定操作人员必须佩戴个人防护装备、遵守安全操作规程等。同时, 还需要对装配过程进行监控和管理, 及时发现和解决潜在的安全问题。

### 2.3.2 可靠性工程和冗余系统

为了提高宇航器的可靠性, 可以采用可靠性工程原则进行设计和制造。这包括对关键部件进行故障模式和影响分析、设计冗余系统等。通过这些措施, 可以减小故障的潜在影响, 并提高宇航器的可靠性。此外, 还可以进行严格的测试和验证, 确保宇航器在各种工况下都能正常工作。

# 3 现阶段机械装配工艺的优化策略

## 3.1 先进的数字化技术应用

### 3.1.1 CAD/CAM/CAE 技术的使用

计算机辅助设计、制造和工程分析技术 (CAD/CAM/CAE) 在机械装配工艺中的应用可以大大提高产品设计的精度和效率。首先, 使用 CAD 软件进行三维建模可以实现更精确的设计, 设计师可以通过虚拟装配来验证设计的可行性, 并及时发现潜在问题。其次, CAM 技术可以将设计好的模型转化为可执行的制造指令, 实现自动化生产和减少人为误差。通过将设计直接传输到数控机床等设备上, 可以提高加工精度和生产效率。最后, CAE 技术可以进行结构、流体、热传导等多学科的分析, 以预测产品的性能和可靠性。通过模拟各种工况和加载条件, 可以优化设计并提前解决潜在问题, 从而提

高产品的质量和可靠性<sup>[3]</sup>。

### 3.1.2 3D 打印和快速原型制造

3D 打印技术是一种将数字模型直接转化为实体零件的技术, 可以实现零部件的快速制造和小批量生产。在机械装配工艺中, 3D 打印技术可以用于制造复杂的零部件, 减少制造成本和提高生产效率。此外, 快速原型制造技术也可以用于制造样品和试验件, 以便进行装配测试和验证。这些技术的应用可以减少传统制造过程中的模具设计和制作时间, 缩短产品开发周期, 并提高产品的灵活性和响应速度。

## 3.2 自动化和机器人技术

### 3.2.1 自动化装配线

自动化装配线是一种通过使用各种机械设备和控制系统来自动完成产品装配的生产线。它可以实现高效的生产流程和质量控制, 提高生产效率并减少人为误差。在自动化装配线上, 装配任务被分解为多个步骤, 每个步骤都由特定的机械设备来完成。例如, 可以使用传送带来将零部件从一个工作站传送到另一个工作站, 以实现装配过程的连续性和高效性。机械臂可以用于拾取和放置零部件, 精确地进行装配操作。此外, 还可以使用视觉系统来检测和识别零部件的位置和质量, 以确保装配的准确性和一致性。自动化装配线的优势在于它可以大大提高生产效率。相比传统的人工装配方式, 自动化装配线可以实现连续、快速的操作, 减少了人工等待和移动的时间。同时, 由于装配过程是由机械设备自动完成的, 可以减少人为误差, 提高产品的一致性和稳定性。这有助于提高产品质量和客户满意度。另外, 自动化装配线还可以实现生产过程的可视化和监控。通过安装传感器和摄像头等设备, 可以实时监测装配过程中的各个环节, 并收集相关数据。这些数据可以用于分析和优化生产过程, 发现潜在问题并及时采取措施解决。此外, 还可以通过远程监控系统对整个装配过程进行监控和管理, 提高生产的灵活性和响应速度。

### 3.2.2 机器人辅助装配

机器人辅助装配是一种在机械装配过程中使用机器人来执行重复性任务的先进技术。通过引入机器人, 可以减轻人工劳动, 提高装配过程的安全性和效率。首先, 机器人可以根据预设的程序和路径进行精确的操作, 避免了人为因素对装配质量的影响。相比人工操作, 机器人可以提供更高的精度和稳定性,

确保每个装配步骤的准确性。此外, 机器人还可以根据需要进行多次重复操作, 以确保产品的一致性和可重复性。其次, 机器人可以在狭小的空间中进行工作, 处理危险或高温环境, 从而保护人员的安全。在一些危险的工作环境中, 如化学品处理、核辐射等, 传统的人工装配可能会对人员造成严重的伤害。而机器人可以通过遥控或自动化的方式进行操作, 避免了人员直接接触危险物质的风险。另外, 机器人具有高速和高精度的特点, 可以提高装配速度和准确性。相比人工操作, 机器人可以以更快的速度进行装配, 并且能够保持一致的操作速度和力度, 这有助于缩短装配周期, 提高生产效率。同时, 由于机器人的高精度特点, 可以减少装配过程中的错误和缺陷, 提高产品质量<sup>[4]</sup>。

## 3.3 精度和质量控制

### 3.3.1 高精度测量和校准

为了确保产品的精度, 需要采用高精度的测量工具和校准设备。这些工具和设备可以提供准确的测量结果, 并保证装配过程中的精度要求得到满足。例如, 使用激光测距仪、三坐标测量机等高精度测量设备, 可以对零部件的尺寸、形状和位置进行精确测量。同时, 还需要定期对测量设备进行校准和维护, 以确保其准确性和稳定性。通过高精度测量和校准, 可以提高产品的质量和可靠性。

### 3.3.2 严格的质量管理系统

建立完善的质量管理系统是确保产品质量的重要措施。这包括在每个装配步骤中进行质量检查和测试, 以确保产品符合规定的质量标准。质量管理系统应包括以下方面: (1) 制定详细的工艺流程和操作规范, 明确每个装配步骤的要求和标准; (2) 设立质量检查点, 对关键工序和重要零部件进行检查和测试; (3) 使用合适的检测设备和方法, 如光学投影仪、X 射线检测仪等, 对产品进行全面的质量检测; (4) 建立记录和追溯体系, 对每个产品进行标识和记录, 以便追踪和分析质量问题; (5) 培训员工, 提高他们的质量意识和技能水平; (6) 定期进行内部审核和外部认证, 以确保质量管理系统的有效性和符合相关标准。通过严格的质量管理系统, 可以及时发现和纠正质量问题, 提高产品的一致性和稳定性。此外, 质量管理系统还可以为持续改进提供依据, 通过对数据的分析和应用统计方法, 不断优化装配过程和产品的设计, 提高产品质量和客户满意

度。

### 3.4 智能监控和大数据分析

智能监控和大数据分析技术在装配过程中的应用,可以实现对整个生产过程的实时监测和分析。通过安装传感器和监控设备,可以收集大量的数据,包括温度、压力、振动等参数信息。这些数据可以通过智能监控系统进行实时采集和处理,以识别出潜在的问题和异常情况。智能监控系统可以根据预设的规则和算法,对数据进行分析 and 判断。例如,当某个参数超过设定的阈值时,系统会自动发出警报,并及时通知相关人员进行处理。此外,系统还可以根据历史数据和趋势分析,预测未来可能出现的问题,并提前采取措施进行预防。大数据分析技术可以对收集到的大量数据进行深入挖掘和分析。通过对数据的统计和建模,可以发现隐藏在数据背后的规律和关联性。例如,可以通过对装配过程中的数据进行分析,找出影响产品质量的关键因素,并进行优化和改进。同时,还可以利用大数据分析技术对装配过程进行模拟和仿真,以提高工艺的效率 and 稳定性<sup>[5]</sup>。

## 4 结束语

机械装配工艺在现代工业生产中起着至关重要的作用。然而,现阶段机械装配工艺仍然存在一些常见问题,如精度问题、质量控制问题、生产效率问题 and 安全问题。为了解决这些问题,本文提出了一些优化策略,包括先进的数字化技术应用、自动化和机器

人技术、精度和质量控制以及智能监控和大数据分析。这些策略可以帮助提高机械装配工艺的效率和质量,并确保航天应用的安全性和可靠性。通过不断优化机械装配工艺,可以推动航天技术的发展,为人类探索宇宙提供更好的支持。

## 参考文献

- [1] 秦勇坚.互联网视域下的机械装配工艺关键技术研究[J].互联网周刊,2023(03):57-59.
- [2] 秦雪飞,何俊杰,刘均让等.工程机械的装配工艺现状和发展趋势探讨[J].中国设备工程,2022(11):196-198.
- [3] 唐殿容.机械装配工艺的关键技术探究[J].科技创新与应用,2020(20):91-92.
- [4] 李晟莅.工程机械自动化装配工艺发展研究[J].中国设备工程,2020(04):163-164.
- [5] 罗永浩.机械加工工艺对零件加工精度的影响研究[J].商品与质量·建筑与发展,2020(89):0164-0164.

**版权声明:** ©2023 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**OPEN ACCESS**