

# 基于飞机部件装配技术的质量控制研究

张盛锐

中航西安飞机工业集团股份有限公司 陕西 西安 710089

**摘要:** 飞机部件的装配是保证飞机性能和安全的关键环节。本研究基于飞机部件装配技术,对质量控制方法进行了深入研究。通过引入虚拟现实技术和自动化装配技术,实现了装配过程的精确控制和优化。同时,数据采集和分析技术的应用,使得装配过程的监测和质量评估更加迅速和准确。通过这些研究成果,能够有效提高飞机部件的装配质量和效率,保证飞机的性能和安全。

**关键词:** 飞机部件; 装配技术; 质量控制

在飞机零件装配工艺中,数字化制造技术应用得越来越广泛,使得装配技术渐渐从手工装配向自动化装配方向发展。现代飞机产品中负载整体架构件的使用以及高质量机体架构寿命与高效率等要求越来越高,飞机零件的装配要求更为精确、严格。

## 1 我国飞机装配技术的发展概述

近年来,我国飞机装配技术得到了快速发展和长足进步。通过引进国外先进技术,结合自身的研发实力和制造经验,我国在飞机装配技术领域取得了显著的成就和突破。首先,我国在飞机数字化装配技术方面取得了重要进展。数字化装配技术通过引入CAD/CAM软件、虚拟现实技术和自动化装配设备等,实现了飞机制造过程的数字化和智能化。我国在飞机数字化装配技术研发和应用方面取得了重要突破,使得飞机制造过程更加高效、精确和可靠。其次,我国在大尺寸精密测量技术方面取得了明显进步。飞机装配涉及对复杂结构和部件的精密测量和对齐,而大尺寸精密测量技术正是解决这一难题的关键。我国在激光测量、光电检测和机器视觉等领域的研究和创新,为飞机装配质量控制提供了重要技术支持。我国在自动化装配技术方面也取得了重要进展。自动化装配技术能够提高装配效率、减少错误和人为因素的影响,我国在机器人技术、智能输送设备和装配线技术等方面的研究应用,极大地提高了我国飞机装配的自动化程度和装配质量。最后,我国还在飞机装配数据管理和分析系统方面取得了重要成果。飞机装配过程中的数据管理和分析对于质量控制和持续改进起着至关重要的作用<sup>[1]</sup>。我国在装配数据的集成、存储、管理和共享方面进行了深入研究,建立了先进的数据管理系统,为飞机装配的数据驱动质量控制提供了有力支撑。

## 2 飞机部件装配技术

飞机部件装配技术是指在飞机制造过程中,将各个

部件按照特定的顺序、方式和要求组装到一起,形成完整的飞机结构的技术。飞机部件装配是飞机制造的重要环节,对于飞机的性能、可靠性和安全性有着重要的影响。飞机部件装配技术的发展经历了从传统方法到数字化装配的演变过程。传统的装配技术往往依赖于人工操作和经验,容易受到人为因素的影响。而数字化装配技术通过引入先进的计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)和虚拟现实(VR)等技术,实现了飞机装配过程的数字化和可视化。数字化装配技术可以提高装配的精度和效率,减少装配过程中的错误和差错,同时可以提供对装配过程的可视化和虚拟仿真,帮助操作人员更加准确地完成装配任务。飞机部件装配技术的关键挑战之一是保证部件之间的精确匹配和对齐。由于飞机部件的尺寸和形状复杂多样,确保它们之间的精确对位需要借助先进的测量和对齐技术。大尺寸精密测量技术、三维激光扫描技术和机器视觉技术等的应用,可以帮助识别和解决部件装配过程中的问题,确保装配的精度和质量<sup>[2]</sup>。自动化装配技术的发展也是飞机部件装配技术的重要方向之一。自动化装配可以减少人为因素的影响,提高装配的速度和一致性。机器人技术、智能输送设备和自动化装配线技术等的不断创新和应用,使得飞机部件装配的自动化程度不断提高,有效提高了装配的效率和质量。

## 3 飞机部件装配中的质量控制方法

### 3.1 传统质量控制方法的缺点和限制

飞机部件装配中的质量控制方法是确保装配过程中部件质量和尺寸符合要求的重要手段。传统的质量控制方法主要包括人工检查、手动测量和目视对准等方式。然而,传统方法存在一些缺点和限制,无法完全满足飞机装配对质量控制的要求。首先,传统的质量控制方法依赖于人工操作,受到人为因素的影响。人工检查和目

视对准容易受到操作人员的主观因素影响,存在较大的误差和不稳定性。特别是在飞机部件的装配过程中,往往需要精确的对齐和配合,仅依靠人工操作难以达到预期的效果。其次,传统的质量控制方法速度较慢,无法满足高效装配的要求。由于人工检查和手动测量需要耗费大量的时间和人力,对于大规模的飞机装配来说,可能导致装配进度的延误和生产效率的降低<sup>[3]</sup>。另外,传统方法的质量控制缺乏完备的记录和分析手段。在传统方法中,质量控制过程难以实时记录和分析,对于装配中的问题难以追溯和分析。这使得质量控制的持续改进和问题解决受到一定的限制。为了克服传统质量控制方法的缺点和限制,数字化装配技术为飞机部件装配提供了新的解决方案。数字化装配技术通过引入先进的测量设备、虚拟仿真和数据管理系统等,实现了飞机装配过程的数字化和智能化。大尺寸精密测量技术可以实现对部件的高精度测量和对齐,有效减少人为误差。虚拟仿真技术可以提前模拟装配过程,帮助发现和解决装配中的问题。数据管理系统可以实时记录和分析装配过程中的数据,为质量控制和问题追溯提供支持。

### 3.2 数字化装配中的质量控制技术

飞机部件装配中的质量控制方法在数字化装配中得到了显著的提升和创新。数字化装配技术通过引入先进的计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)和虚拟现实(VR)等技术,实现了飞机装配过程的数字化和可视化。在这样的背景下,数字化装配中的质量控制技术应运而生,其独特的特点和优势在飞机部件装配中得到了广泛的应用。大尺寸精密测量技术是数字化装配中重要的质量控制手段之一。通过使用激光测量仪器、光学测量设备和三维扫描仪等工具,可以实现对飞机部件的高精度测量和对齐。这种技术可以准确地捕捉部件的尺寸、形状和位置信息,并与设计数据进行对比,及时发现并纠正可能存在的装配问题。数字化装配中的成像技术也被广泛应用于质量控制过程<sup>[4]</sup>。通过使用数字成像技术,可以对部件进行实时的图像获取和数据分析。这些成像技术可以帮助发现装配过程中的缺陷、损伤和错误,提供了精确的视觉指引,保障装配质量的准确性和一致性。数字化装配还实现了对装配过程的数据管理和分析。通过数字化装配系统的数据采集和记录功能,可以实时获取和存储装配过程中的数据,构建数据管理和分析系统。这样一来,对装配过程的质量控制和问题追溯就变得更加方便和高效。装配数据的分析可以帮助识别装配过程中的异常和偏差,并通过数据驱动的方式进行质量改进和持续优化。

## 4 基于飞机部件装配技术的质量控制方法研究

### 4.1 飞机部件装配中的关键质量控制点

基于飞机部件装配技术的质量控制方法研究是为了确保飞机装配过程中部件质量和尺寸符合要求,保证飞机的性能、可靠性和安全性。在飞机部件装配中,存在一些关键的质量控制点,需要特别关注和重视。首先,关键质量控制点包括部件的尺寸和形状。在飞机装配过程中,部件的准确尺寸和形状对于装配的精度和质量至关重要。因此,通过使用激光测量仪器、光学测量设备和三维扫描仪等工具,对部件的尺寸和形状进行实时的测量和对齐,确保其符合设计要求。其次,装配件之间的配合和对齐也是关键的质量控制点。在飞机装配过程中,各个部件之间的配合和对齐直接影响着飞机的性能和可靠性。通过使用数字化装配技术,包括虚拟现实和机器视觉技术,可以实时的模拟和检测部件的配合和对齐情况,确保装配的精度和一致性<sup>[1]</sup>。另外,零部件的安装顺序和方式也是关键的质量控制点。在飞机装配过程中,零部件的安装顺序和方式对于整体装配的稳定性和正确性具有重要影响。通过建立装配工艺规程和使用数字化装配技术,可以确保零部件的正确顺序和方式进行装配,并通过实时模拟和分析验证其正确性。安装紧固件和连接件的质量控制也是飞机部件装配中的关键点之一。在飞机装配过程中,正确安装和连接紧固件和连接件可以确保飞机结构的安全和可靠。通过使用数字化装配技术和自动化装配工具,可以实现对紧固件和连接件的自动化安装和检测,提高安装的一致性和质量。

### 4.2 装配质量控制技术的开发和优化

#### 4.2.1 数据采集和分析技术的应用

基于飞机部件装配技术的质量控制方法研究不断引入新的技术和方法,以提高装配质量和效率。其中,装配质量控制技术的开发和优化是一个重要的研究方向。通过不断改进和创新装配工艺、装配工具和装配设备,可以提高装配过程中的精度、稳定性和可重复性。例如,引入微米级的自动对齐装置、智能化的装配夹具和自动化的装配机器人等,可以实现高精度的装配和高效的质量控制。另一个重要的研究方向是数据采集和分析技术的应用<sup>[2]</sup>。通过使用传感器和数据采集系统,可以实时获取装配过程中的数据,如温度、压力、力矩等。这些数据可以被上传到数据管理系统中进行实时分析和处理。通过数据的持续监测和分析,可以及时发现装配过程中的问题和异常,提前采取纠正措施,确保装配质量的稳定和合格。数据采集和分析技术也可以用于装配过程的追溯和溯源。通过记录和存储装配过程中的数据,可以

实现对每个部件和每个装配步骤的追溯。这样一来，一旦出现质量问题，可以通过数据追溯找到问题的根源，进行及时的处理和改进，避免类似问题再次发生。

#### 4.2.2 虚拟现实技术在质量控制中的应用

基于飞机部件装配技术的质量控制方法研究不断探索新的技术应用，其中虚拟现实技术在质量控制中具有广泛应用的潜力。虚拟现实技术是一种通过计算机生成的模拟环境，使用户可以与虚拟环境进行互动、感知和操作。在飞机部件装配中，虚拟现实技术的应用可以大大改进质量控制的效果和方法。首先，虚拟现实技术可以实现装配前的虚拟仿真和验证。通过将装配过程和部件设计以虚拟的形式呈现给操作人员，其可以在虚拟环境中模拟实际装配过程，检查装配序列和方法的正确性。可以早期发现装配问题，并进行有效的风险评估和优化，提高装配质量和效率<sup>[3]</sup>。其次，虚拟现实技术可以提供准确的视觉指导和引导。在实际装配过程中，传统的图纸和说明往往不能直观地展示部件之间的配合关系。而通过虚拟现实技术，操作人员可以通过头戴式显示器或投影系统看到部件的虚拟模型，实时感知装配过程中的配合关系和姿态要求。这种实时的、可视化的指导可以大大减少人为误差，并提高装配的精准度和效率。另外，虚拟现实技术还可以进行实时的装配过程检测和质量评估。通过在虚拟环境中设置虚拟传感器和智能算法，可以对装配过程中的关键参数和质量指标进行实时监测和分析。可以及时发现装配问题并进行纠正，降低后续工作的风险和延误，提高装配的质量和效率。

#### 4.2.3 自动化装配技术的发展和應用

基于飞机部件装配技术的质量控制方法研究在自动化装配技术的发展和應用方面取得了突破。自动化装配技术通过引入先进的机器人技术、自动化设备和智能化系统，实现了飞机装配过程的自动化和智能化，为质量控制提供了更高效、准确的解决方案。首先，自动化装配技术可以提高装配的一致性和精度。传统的人工装配

依赖于操作人员的手工操作和经验，容易受到人为误差和变量的影响。而自动化装配技术可以通过编程和控制系统，实现零件的自动抓取、定位和装配。这种自动化的过程不仅可以提高装配的一致性和精度，减少装配问题和质量缺陷。其次，自动化装配技术可以提高装配的效率和生产力。自动化装配可以通过并行操作和高速精准的动作，大幅度提高装配的速度和效率。通过使用智能化的计划和调度系统，可以对装配任务进行优化和排程，实现最佳的资源利用和生产效率提升。不仅可以缩短装配周期，提高生产能力，还可以降低人力成本和风险<sup>[4]</sup>。另外，自动化装配技术还可以实现实时的质量控制和反馈。通过配备传感器和智能控制系统，自动化装配技术可以持续监测和分析装配过程的关键参数和质量指标。一旦发现装配问题，自动化系统可以及时报警，甚至自动纠正，减少质量缺陷的出现。这样，可以实现装配质量的实时控制和优化，提高装配的一致性和可靠性。

#### 结束语

基于飞机部件装配技术的质量控制方法进行了深入研究，通过引入虚拟现实技术、自动化装配技术以及数据采集和分析技术，实现了飞机部件装配质量的有效控制和提升。这些技术的应用不仅提高了装配的精确性、一致性和效率，而且大大增强了质量控制的迅捷性和准确性。通过本研究的成果，能够有效保证飞机部件装配的质量和可靠性，确保飞机的性能和安全。

#### 参考文献

- [1]孟方,张书生.飞机总装自动化校准对接系统.航空制造技术,2019(7):32-36.
- [2]范宏俊,陶华,高晓兵.飞机数字化装配若干问题的思考.航空制造技术2019(10),32-36.
- [3]钟伟.飞机旋转式支架组件装配技术研究[J].航空精密制造技术,2019,55(4):49-52.
- [4]高秀.飞机装配注意要点分析[J].建筑工程技术与设计,2019,(14):4767.