

飞机数字化装配技术发展与应用

邢宇

中航西安飞机工业集团股份有限公司 陕西 西安 710089

摘要: 随着数字化技术的深入发展和我国制造业的转型升级,我国飞机制造装配过程已经实现了从人工作业到数字化装配的质变,其不仅提高装配效率,也大大完善了装配质量,推动飞机装配行业的可持续发展。

关键词: 飞机;数字化;装配技术;发展与应用

1 飞机数字化装配技术的概述

飞机数字化装配技术是指将现代信息技术应用于飞机装配过程中,实现装配数据的数字化、自动化和智能化处理的技术体系。随着计算机技术、网络技术和虚拟现实技术的快速发展,飞机数字化装配技术已经成为飞机制造和维修领域的重要研究方向。飞机装配作为飞机制造的最后一环,是确保飞机质量和性能的重要步骤。传统的飞机装配过程中,通常需要大量的人工操作和纸质文档,存在工序繁琐、信息传递不畅、装配质量难以保证等问题。而飞机数字化装配技术的出现,可以通过采集、传输、处理和分析飞机装配相关数据,实现装配过程的数字化和自动化,提高装配效率、精度和质量。飞机数字化装配技术的核心在于装配数据的管理、装配工艺的规划和优化,以及装配信息的虚拟化和可视化^[1]。通过建立合理的装配数据管理系统,可以实现装配数据的统一、集成和共享,提高数据的可靠性和实时性。借助装配工艺规划与优化技术,可以自动化生成最佳的装配路径和工艺计划,提高装配的效率和准确性。同时,利用装配信息的虚拟化和可视化技术,可以通过三维建模和可视化技术,实现装配过程的模拟与演示,提高人员的装配操作能力和准确性。

2 飞机装配特点及发展趋势

飞机装配作为航空制造的重要环节,具有其独特的特点和趋势。第一,飞机装配具有高度复杂性和精细性。飞机由数千个部件组成,需要经过严格的装配过程来确保其性能和安全性。在装配过程中,需要进行多种工艺的协调和协同,以确保每个部件的质量和装配的准确性。同时,因为飞机装配是一个高度融合多个领域知识和技术的过程,需要具备全面的工程能力和综合素质。第二,飞机装配对人力资源和生产设备的要求较高。飞机制造需要大量的工人和专业技术人员参与,需进行严格的技能培训和认证。同时,飞机装配还需要大量的专业设备和工具来支持,如自动化装配线、高精度

检测设备等^[2]。第三,飞机装配过程涉及众多的标准和规范。飞机制造行业具有一套严格的质量控制和安全标准,如ISO9001质量管理体系和AS9100航空质量管理体系等。在飞机装配过程中,需要严格遵循这些标准和规范,确保装配过程的合规性和质量可控性。在未来的发展趋势方面,飞机装配将朝着更智能化、数字化和自动化的方向发展。随着人工智能、大数据和物联网等技术的不断发展,飞机装配将借助这些技术实现更高效、准确和可控的装配过程。例如,借助数字化装配技术,可以实现装配数据的实时采集、分析和反馈,提高装配过程的精度和质量。同时,自动化装配设备和机器人技术的应用也将逐渐增加,实现更多环节的自动化和智能化。

3 飞机数字化装配技术的发展历程与现状

3.1 飞机数字化装配技术的发展历程

飞机数字化装配技术的发展历程可以追溯到上世纪70年代,随着计算机技术的快速发展,人们开始意识到将数字化技术应用于飞机制造领域的潜力与优势。以下是飞机数字化装配技术的发展历程的概述:(1)早期阶段(1970年代-1990年代):在这个阶段,计算机技术开始应用于飞机装配的一些重要任务,如计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)技术的应用。这种技术使得飞机的设计和制造过程可以在计算机上进行,大大提高了设计和制造的效率和准确性^[3]。(2)数字化装配技术初期(1990年代-2000年代):在这个阶段,数字化装配技术开始逐渐应用于飞机装配过程中的具体环节。例如,采用数字化测量技术和3D扫描技术,可以实现飞机部件的准确测量和装配。此外,数字化装配工艺规划和路径优化技术也开始得到应用,提高了装配效率和质量。(3)数字化装配技术成熟期(2000年代至今):随着计算机技术、虚拟现实技术和物联网技术的不断进步,飞机数字化装配技术取得了明显的进展。在数据管理方面,出现了数字化装配数据管理系统,实现了装配数据的采集、存储和共享,并能进行实时分析和反馈。在装配工

艺规划方面,出现了自动化装配路径规划和优化算法,提高了装配路径的准确性和效率。而在装配信息虚拟化方面,通过三维建模和可视化技术,可以进行装配过程的仿真和模拟,提高了装配操作的精确性和安全性^[4]。

3.2 飞机数字化装配技术的应用现状

飞机数字化装配技术作为先进的制造技术,目前已在飞机制造和维修领域广泛应用,并取得了显著的成果。(1)飞机制造过程中的应用:飞机制造是飞机数字化装配技术的主要应用领域之一。通过数字化装配技术,可以实现飞机制造过程中的部件精确测量、装配路径优化和装配效率提升。数字化装配还可以在装配过程中实时监控和分析数据,提高质量控制的准确性和效率。(2)飞机维修中的应用:飞机数字化装配技术在飞机维修中也发挥着重要作用。通过数字化装配技术,可以实现飞机维修操作的精确度和准确性。例如,在飞机维修过程中,通过数字化装配技术可以提供详细的维修指导和操作步骤,减少维修时间和提高维修质量。此外,数字化装配技术还可以对维修过程进行实时监控和分析,提高维修工作的效率和可靠性。(3)装配数据管理系统的应用:装配数据管理系统是飞机数字化装配技术的重要组成部分。通过装配数据管理系统,可以实现装配数据的数字化、集成和共享。这样,不仅可以提高装配数据的可靠性和实时性,还可以减少纸质文档的使用,提升数据处理和管理的效率。(4)虚拟现实技术的应用:虚拟现实技术也是飞机数字化装配技术的重要应用之一。通过虚拟现实技术,可以对飞机装配过程进行仿真和模拟,实现装配信息的虚拟化和可视化。

4 飞机数字化装配主要应用技术

4.1 多系统集成控制技术

多系统集成控制技术通过将各个系统的数据和控制信号进行集成和协调,实现对飞机各个系统的协同工作和运行控制。这项技术可以实现飞机各个系统之间的信息交流和数据共享,使飞机在整个装配过程中实现高效的协同作业。通过统一的数据集成平台,将来自不同系统的数据进行整合和处理。采用统一的数据格式和接口,保证数据的准确性和完整性。同时,数据处理算法和模型,实现数据的分析和优化,提高飞机装配过程的效率和质量。多系统集成控制技术,各个系统可以实现信息的互通和共享。系统间的数据交流和协同工作,可以实现对飞机装配过程的智能控制和优化。例如,在飞机装配过程中,各个系统可以实时共享信息,根据装配进度和质量要求,自动调整工作流程和优化操作方法。通过多系统集成控制技术,可以对飞机各个系统的运行

状态进行监控和调度。通过传感器和监测设备,实时监测飞机系统的工作情况,及时发现故障和异常,提供自动诊断和修复的建议。对于装配过程中的任务调度和资源分配,也可以通过多系统集成控制技术实现智能化和优化^[1]。

4.2 自动化精确制孔技术

自动化精确制孔技术主要包括以下几个方面:(1)自动化精确制孔技术使用高精度的数控机床和钻孔设备,配备了精密的钻头和刀具。这些设备具有精确的位置控制和转速控制功能,能够实现对飞机部件的准确制孔。(2)在自动化精确制孔过程中,需要对孔位和孔径进行精确规划和优化。通过使用CAD/CAM软件,可以将飞机部件的设计数据导入,进行数字化工艺规划和路径优化。这样可以减少孔位置的误差,并提高孔径的精确度。(3)自动化精确制孔技术还包括在线测量与反馈控制功能。通过使用高精度的传感器和测量设备,可以对制孔过程中的位置和尺寸进行实时测量和监控。当制孔结果与设定值存在偏差时,自动化系统可以及时调整设备的位置和参数,以保证制孔的精确性。

4.3 大尺寸精密测量技术

在飞机制造和装配过程中,需要对飞机整体结构和部件进行大尺寸的精密测量,以确保装配的准确性和质量。大尺寸精密测量技术主要包括以下几个方面:(1)光学测量技术:光学测量技术是一种非接触式的测量方法,通过激光投影、相机成像和图像处理等技术,可以对飞机结构进行三维表面形状和尺寸的测量。这种技术可以实现对飞机外形的精确测量,对于几何形状复杂的曲面结构尤为有效。(2)激光干涉测量技术:激光干涉测量技术利用激光的干涉原理,可以实现对飞机结构和部件的表面形貌和尺寸的高精度测量。通过对激光光束的干涉图案进行分析,可以获取物体的表面形状和尺寸信息,以及变形和偏差等细微特征。(3)接触式测量技术:接触式测量技术是一种通过接触式传感器对物体进行测量的方法。在大尺寸精密测量中,可以使用机械测量仪器或者机器人装配测量手臂进行测量,通过测量头接触物体表面,获取位置、形状和尺寸等测量数据^[3]。(4)数字成像测量技术:数字成像测量技术是一种通过摄像机采集图像进行测量的方法。通过对拍摄到的物体图像进行分析和处理,可以实现对物体的形状、尺寸和表面特征等的测量。这种技术可以同时实现对多个目标的测量,提高测量效率和准确度。

5 飞机数字化装配技术的应用案例

5.1 飞机数字化装配技术在飞机制造业的应用

飞机数字化装配技术在飞机制造业的应用可以大大提高生产效率、降低成本并确保制造质量。随着计算机技术和自动化技术的发展,飞机数字化装配技术逐渐取代了传统的手工装配,成为现代飞机制造业的核心。首先,飞机数字化装配技术通过引入三维建模技术,实现了对飞机设计和制造工艺的数字化表示。通过CAD软件,可以准确地模拟和设计飞机的外部和内部结构,从而在装配过程中提供了全面的参考。这不仅可以提高装配操作的准确性,还可以提前发现潜在的装配冲突和问题。其次,飞机数字化装配技术通过引入虚拟现实技术,实现了对装配操作的虚拟化和可视化。通过虚拟现实技术,装配人员可以在计算机上模拟真实的装配环境和操作步骤,进行虚拟装配操作。这使得装配人员能够事先熟悉装配流程和操作方法,并减少了可能发生的错误和事故。飞机数字化装配技术还引入了自动化装配技术,将机器人和自动化设备应用于飞机装配过程中。自动化装配技术可以实现对复杂和繁琐的装配操作的自动化,提高装配效率、减少错误和人为因素的影响,并提高装配的一致性和质量^[4]。飞机数字化装配技术中的数据管理系统可以对装配过程的数据进行集成、存储、管理和共享。这些系统可以实现对装配过程中的数据进行实时监控和分析,并确保数据的准确性和一致性。数据管理系统的应用可以提高装配过程的效率和质量控制水平。

5.2 飞机数字化装配技术在维修与保障领域的应用

飞机数字化装配技术在飞机维修与保障领域的应用,不仅可以提高维修效率和降低维修成本,还能够增强维修质量和可靠性。随着航空业的快速发展和飞机数量的增加,飞机维修与保障对于航空公司和维修厂商来说,是一个重要的挑战。飞机数字化装配技术的应用在维修与保障领域主要包括以下几个方面:(1)飞机数字化装配技术可以实现对飞机的故障诊断和预测维护。通过数据采集和传感器技术,可以实时监测飞机各个系统的运行状态和参数。通过对这些数据进行分析 and 处理,

可以预测飞机可能出现的故障,并提前做好维修准备。这种预测性维修可以避免未来的故障和事故发生,提高飞机可用性和安全性。(2)飞机数字化装配技术可以帮助维修人员进行维修工作的规划和执行。通过引入虚拟现实技术,维修人员可以在计算机上模拟飞机的维修环境和操作步骤。在虚拟环境中,维修人员可以熟悉维修任务和工艺要求,减少人为因素带来的错误和安全风险。此外,数字化装配技术还可以提供维修指导和工艺文件的电子化,方便维修人员查阅和执行。(3)飞机数字化装配技术还可以实现维修数据的管理与分析。通过数据管理系统,可以将维修过程中的数据进行集成和存储,确保数据的准确性和完整性。同时,维修数据的分析可以帮助维修人员发现维修过程中的问题和趋势,并采取相应的措施进行改进和优化。这种数据驱动的维修管理可以提高维修质量和效率,并减少飞机的停机时间。

结束语

随着航空业的发展和人们对飞行安全和制造质量的不断追求,飞机数字化装配技术在飞机制造和维修领域的应用变得越来越重要。它不仅可以提高飞机制造过程的效率和质量,还可以实现飞机维修和保障的智能化和可视化。通过引入数字化装配技术,飞机制造和维修过程的人为因素和误差将大大减少,推动整个航空业的发展。展望未来,飞机数字化装配技术将继续发展和创新,为航空业带来更多的进步和突破。

参考文献

- [1]周园,张莎莎,周旭.大型飞机数字化装配技术初探[J].科技创新导报,2019(5):95-96.
- [2]陈雪梅,刘顺涛.飞机数字化装配技术发展与应用[J].航空制造技术,2020(11):60-61.
- [3]徐海峰.基于MBD的飞机数字化装配工艺协同设计研究[D].南京:南京航空航天大学,2019.
- [4]赵纯颖.数字化装配仿真装配技术在飞机装配中的应用探究[J].科技风,2018(29):107.