

飞机装配工装复合材料结构设计技术研究

张虎利 赵先广 张哲 郑文浩

航空工业陕西飞机工业有限责任公司 陕西 汉中 723213

摘要: 随着航空工业的快速发展,飞机装配工装的设计和制造技术变得越来越重要。飞机装配工装复合材料结构设计技术是其中一项关键技术,具有广泛的应用前景。论文旨在探讨飞机装配工装复合材料结构设计技术,分析其重要性及应用现状,为进一步推动飞机装配工装技术的发展提供理论支持和实践指导。

关键词: 飞机装配; 工装复合材料; 结构设计技术

引言

近年来,我们国家的科学技术发展水平在不断地提高,对于我国各个领域的发展都有着极大的推动作用。飞机相关装配工作的基础内容就是装配工装。伴随着飞机产品相关制造的精度以及相关的装配质量相关要求在逐渐的进行提升,相关飞机制造企业还应当将相关产品装配工作最大程度的实现更高的精度要求。为了能够有效实现相关飞机产品进行高精度的装配工作,就需要将装配工装定位的相关精度进行不断的提高。因此,论文将针对飞机装配工装复合材料的相关结构的设计技术的研究工作进行论述。

1 复合材料结构特点

复合材料是由两种或两种以上不同性质的材料通过物理或化学的方法组合而成的具有新性能的材料。飞机装配工装复合材料结构通常由增强体和基体组成,其中增强体承受主要的载荷,基体起到传递和分散载荷的作用。复合材料结构具有以下特点:1) 高比强度和比刚度:复合材料能够根据不同的应用需求,通过优化材料组成和结构设计,实现高比强度和比刚度的特点。2) 抗疲劳性能好:复合材料具有较好的抗疲劳性能,能够有效提高飞机的使用寿命。3) 抗腐蚀性能好:复合材料具有较好的抗腐蚀性能,能够适应复杂的环境条件。4) 可设计性强:复合材料可以通过调整增强体和基体的性质、含量和排列方式等参数,实现不同性能要求的设计。5) 生产效率高:复合材料可以采用自动化生产线进行生产,能够有效提高生产效率。

2 飞机装配工装复合材料结构设计技术的重要性

飞机作为现代化经济发展建设中较为重要的一项发展建设因素,在其建设发展中,为了将整体的飞机装配性能提升,需要在装配设计中,及时将其设计中的装配结构要点控制好,保障在其装配设计控制实施中,能够为整体的装配技术应用控制奠定基础^[1]。飞机装配工装复

合材料具有轻质、高强度、高刚度等特点,可以有效降低飞机重量,提高飞机性能,因此被广泛应用于现代飞机制造中。下文将探讨飞机装配工装复合材料结构设计技术的重要性。

2.1 提高飞机性能

飞机装配工装复合材料具有优异的力学性能,可以在保证飞机结构强度的同时,有效降低飞机重量,从而提高飞机的燃油效率、航程和载重能力。同时,飞机装配工装复合材料还具有良好的抗腐蚀性和耐候性,可以延长飞机的使用寿命和维护周期,减少维修成本。

2.2 降低制造成本

飞机装配工装复合材料结构设计技术的合理应用,可以降低飞机制造成本。首先,飞机装配工装复合材料的制造工艺相对简单,可以大幅度缩短生产周期,降低生产成本。其次,飞机装配工装复合材料的可设计性强,可以通过优化结构设计来降低制造成本。此外,飞机装配工装复合材料的维修成本较低,可以节省大量的维修费用。

2.3 提高生产效率

飞机装配工装复合材料结构设计技术的合理应用,可以提高生产效率。飞机装配工装复合材料具有可模压成型的特点,可以在制造过程中实现整体化、模块化制造,减少生产环节和组装工作量,提高生产效率。同时,飞机装配工装复合材料的制造工艺可以实现自动化、智能化制造,进一步提高了生产效率。

2.4 促进航空工业发展

飞机装配工装复合材料结构设计技术的应用,可以促进航空工业的发展。首先,飞机装配工装复合材料的研发和应用,可以推动新材料、新工艺、新技术的研发和应用,促进航空工业的技术创新和发展。其次,飞机装配工装复合材料的应用可以促进航空工业的结构优化和产业升级,提高航空工业的国际竞争力。

2.5 增强安全性

飞机装配工装复合材料结构设计技术的应用,可以增强飞机的安全性。首先,飞机装配工装复合材料具有较高的比强度和比刚度,可以有效提高飞机的抗疲劳性能和抗冲击性能,从而提高飞机的安全性^[2]。其次,飞机装配工装复合材料的热膨胀系数较小,可以保证飞机在不同温度下的尺寸稳定性,避免因温度变化引起的结构变形和损坏。此外,飞机装配工装复合材料还具有良好的电磁屏蔽性能和抗静电性能,可以有效保护乘客和机组人员免受电磁辐射和静电危害。

3 飞机装配工装设计中的向导同步映射技术

工装设计作为飞机装配过程中的重要环节,其合理性和有效性直接影响到飞机的质量和生产效率。近年来,向导同步映射技术成为了工装设计中的一种新兴方法,它能够提高设计的精准度和效率,同时降低设计成本。下文将详细介绍向导同步映射技术在飞机装配工装设计中的应用。

3.1 向导同步映射技术概述

向导同步映射技术是一种基于数字孪生技术的工装设计方法。它通过将虚拟工装与真实飞机模型进行精确对齐,实现了工装设计的数字化和智能化。该技术的主要特点包括:1) 数字孪生技术。数字孪生技术是一种基于物理模型、传感器更新、历史和实时数据的集成化虚拟模型技术。通过数字孪生技术,可以在虚拟环境中创建真实飞机模型的数字化副本,为工装设计提供可靠的依据。2) 实时数据更新。向导同步映射技术可以实现虚拟工装与真实飞机模型之间的实时数据更新。当飞机模型发生变化时,虚拟工装的相应部分也会自动更新,从而保持与真实飞机模型的同步。3) 智能化设计。向导同步映射技术可以利用人工智能算法进行工装设计的优化。通过对大量数据的分析和学习,系统可以自动调整工装设计的参数,以实现最佳的装配效果。

3.2 向导同步映射技术在飞机装配工装设计中的应用

1) 定位基准的建立。在飞机装配过程中,准确的定位是保证装配精度的关键。向导同步映射技术可以通过数字孪生技术建立定位基准。首先,通过对飞机模型的测量数据与设计数据进行对比,确定飞机模型的位置和姿态。然后,利用这些信息调整虚拟工装的定位参数,使其与飞机模型保持一致。2) 装配路径规划。飞机装配过程中,合理的装配路径能够提高装配效率和质量。向导同步映射技术可以通过模拟装配过程,自动规划出合理的装配路径。系统根据飞机模型的结构和约束条件,分析可行的装配路径,并选择最优路径进行装配。3) 夹

具设计优化^[3]。夹具是保证飞机装配过程中零件位置准确的关键设备。向导同步映射技术可以通过对夹具的设计优化,提高夹具的精度和可靠性。首先,系统可以对夹具的几何形状和尺寸进行精确建模,然后利用优化算法对夹具的设计参数进行调整,以实现最佳的夹持效果。此外,系统还可以对夹具的使用过程进行模拟,以预测可能出现的操作问题,从而提前进行优化。4) 误差预测与控制。飞机装配过程中,误差的积累和传播是影响装配质量的重要因素。向导同步映射技术可以通过模拟装配过程,预测误差的产生和传播规律。系统可以根据误差传播原理,对不同装配阶段的误差进行预测,并采取相应的控制措施减小误差。这有助于提高飞机装配的整体质量。5) 案例分析。外国航空公司采用向导同步映射技术进行新一代飞机的工装设计。在设计中,该航空公司首先利用数字孪生技术建立飞机模型的数字副本。然后通过实时数据更新功能,保持虚拟工装与真实飞机模型的同步。在工装设计过程中,该航空公司利用向导同步映射技术的优化功能,对定位基准、装配路径和夹具进行了优化设计。同时通过误差预测与控制措施的应用,有效提高了装配质量。最终结果表明,采用向导同步映射技术的工装设计方法显著提高了飞机装配的效率和精度。

4 知识驱动应用背景下的装配技术

在飞机装配过程中,接头定位器的设计是一个关键环节。接头定位器主要用于确定组件之间的相对位置,并保证连接的准确性和稳定性。为了实现这一目标,接头定位器需要具备精确的设计和制造过程。

在传统的飞机装配过程中,接头定位器的设计主要依赖于经验丰富的工程师和试制过程。然而,随着飞机制造过程的不断复杂化,这种传统的设计方法已经无法满足高效、精确和可靠的要求。因此,采用知识约束求解的方法进行接头定位器的设计已经成为当前研究的热点。

知识约束求解是一种基于知识模型的设计方法。它通过将飞机装配过程中的各种知识、规则和约束转化为数学模型,实现对接头定位器的精确设计和优化。具体而言,知识约束求解的主要步骤包括:

4.1 建立接头定位器的三维模型

利用CAD软件,根据设计要求建立接头定位器的三维模型。在建模过程中,需要考虑接头的材料、尺寸、形状和结构等因素。同时,还需要将飞机装配过程中的各种约束条件考虑在内,例如连接部位的公差、配合面的形状和尺寸等。

4.2 定义知识约束条件

根据飞机装配过程中的实际需求,定义接头定位器的知识约束条件。这些条件包括:

1) 定位精度: 接头定位器需要保证飞机组件之间的连接精度。通过定义定位精度,可以控制接头的制造误差和装配误差^[4]。2) 承载能力: 接头定位器需要具备一定的承载能力,以承受飞机组件之间的连接力和扭矩。通过分析承载能力的要求,可以确定接头的材料和结构形式。3) 可维护性: 接头定位器需要具备良好的可维护性,以便在飞机使用过程中进行拆卸和更换。通过考虑可维护性的要求,可以优化接头的连接方式和结构形式。

4.3 求解知识约束条件

利用数学优化方法,对建立的接头定位器三维模型进行求解,以实现知识约束条件的最优化。具体的求解方法包括: 1) 有限元分析: 利用有限元分析软件对建立的接头定位器模型进行强度和刚度分析,以验证其是否满足承载能力的要求。同时,还可以对模型进行优化设计,以降低制造成本和减轻重量。2) 可靠性分析: 对接头定位器的可靠性进行分析,包括疲劳寿命、振动特性等方面的分析。通过可靠性分析,可以确定接头的可靠性水平和优化设计方案。

4.4 优化设计方案

根据求解结果,对建立的接头定位器三维模型进行优化设计。具体的优化方法包括: 1) 结构优化: 通过对接头定位器的结构进行优化,可以降低制造成本、减轻重量并提高承载能力。例如,可以采用轻量化材料、优化连接部位的结构形式等措施。2) 参数优化: 通过对接头定位器的参数进行优化,可以提高其定位精度和可维护性^[5]。例如,可以调整接头定位器的尺寸、形状和连接方式等参数。3) 多学科优化: 综合考虑接头定位器的多个学科因素,包括结构力学、材料科学、制造工艺等,进行优化设计。通过多学科优化,可以进一步提高接头定位器的性能和可靠性。

4.5 验证设计方案

对优化后的接头定位器设计方案进行验证,以确保其满足设计要求和实际需求。具体的验证方法包括: 1) 数值模拟: 利用数值模拟软件对接头定位器的设计方案

进行仿真分析,以验证其性能和可靠性。例如,可以进行接头定位器的运动学仿真、动力学仿真和疲劳寿命仿真等。2) 实验验证: 制造样品并进行实验验证,以评估接头定位器的性能和可靠性^[6]。例如,可以进行接头定位器的连接性能测试、承载能力测试和可维护性测试等。3) 专家评审: 邀请专家对接头定位器的设计方案进行评审,以获取专业意见和建议。通过专家评审,可以进一步优化设计方案并提高接头的性能和可靠性。

通过以上步骤,采用知识约束求解的方法可以精确设计出满足实际需求的接头定位器。这种设计方法可以提高飞机装配过程的效率和精度,降低制造成本并提高可靠性。同时,采用知识约束求解的方法还可以为未来的飞机装配过程提供技术支持和参考依据。

结语

综上所述,飞机装配工装复合材料结构设计技术在提高飞机性能、降低制造成本、提高生产效率、促进航空工业发展、增强安全性等方面具有重要意义。随着科技的不断发展,飞机装配工装复合材料结构设计技术将不断进步和完善,为航空工业的发展和人类社会的进步做出更大的贡献。因此,我们应该重视飞机装配工装复合材料结构设计技术的发展和人才应用,加强技术研究和人才培养,推动我国航空工业的快速发展。

参考文献

- [1]王彬,孟凡昌,刘伟.飞机装配工装复合材料结构设计技术研究[J].航空制造技术,2020,53(10):18-24.
- [2]李小勇,张峰,王海涛.飞机装配工装复合材料结构设计及优化[J].航空制造技术,2019,52(11):38-43.
- [3]刘宇轩,陈思林,黄健.基于3D打印技术的飞机装配工装复合材料结构设计制造[J].航空制造技术,2021,54(1):27-33.
- [4]王晓军,王磊,王宝云.飞机装配工装复合材料结构优化设计研究[J].航空制造技术,2020,53(3):25-30.
- [5]张剑锋,赵瑞,吴振.基于有限元分析的飞机装配工装复合材料结构设计[J].航空制造技术,2019,52(12):57-62.
- [6]张建军,高志鹏等.基于遗传算法的飞机装配工装复合材料结构优化设计[J].航空制造技术,2019,52(22):54-59.