

飞机部件自动化对接工艺设计探讨

付 攀

中航西安飞机工业集团股份有限公司 陕西 西安 710089

摘要: 根据自动对接技术的特点,对飞机自动对接过程进行了综合分析,阐述了目前使用自动对接技术的主要产品和工艺设计问题,提出了飞机产品自动对接设计的一般要求,分析装配工艺设计在自动对接技术实施中的重要性,并提出了使用自动对接技术的相应要素和解决办法。

关键词: 自动化对接;测量;工艺接头;工艺设计

1 自动化对接技术概述

飞机部件的自动化对接工艺设计是航空制造领域中的一个关键的研究领域。自动化对接技术在飞机制造中具有重要的应用价值和意义。自动化对接技术可以通过引入先进的机器人技术、视觉引导技术、智能传感器和人工智能等技术手段,实现飞机部件的快速、准确和可靠的对接。飞机部件自动化对接工艺设计的概述主要包括以下几个方面。首先,自动化对接技术的特点在于高效、精确和可重复。传统的人工对接过程容易受到操作人员的经验和技能水平的影响,存在一定的人为误差和不稳定性。而自动化对接技术可以通过编程和控制系统,实现对接动作的准确控制,保证对接的一致性和精度。这样,可以提高飞机部件的装配质量和效率。其次,自动化对接技术具有各种应用场景和方式。从机器人技术来看,可以采用各种类型的机器人,如双臂机器人、协作机器人等,实现对接任务的自动化。从视觉引导技术来看,可以利用相机和图像处理算法,对对接过程进行实时监测和控制,实现精确对接^[1]。另外,智能传感器的应用可以提供对接过程中的关键参数和状态的实时监测和反馈,实现对接过程的自动化调整和优化。最后,自动化对接技术的发展离不开相关的工艺设计和方法。在飞机部件自动化对接工艺设计中,需要考虑的因素包括对接顺序的优化、对接过程的规划和安排、自动化对接设备的选择和设计,以及对接工具和夹具的设计等。这些都是为了实现飞机部件自动化对接的高效、安全和可靠。

2 自动化对接在飞机部件装配中的应用

自动化对接技术在飞机部件装配中的应用对提高装配质量和效率起到了重要作用。首先,自动化对接技术在大型飞机部件的装配中具有重要意义。大型飞机的部件相对较重、体积较大,传统的手工装配存在飞机部件损伤、对接不稳定等问题。通过引入自动化对接技术,

可以利用机器人等设备的高精度和高载荷特性,在不同空间位置上实现对大型飞机部件的准确对接。这种自动化对接技术不仅提高了对接精度,还减少了装配时间和人力成本。其次,自动化对接技术在复杂形状的飞机部件装配中有广泛应用。在飞机制造中,往往存在一些复杂形状的部件,如飞机机翼、机身等^[2]。这些部件形状复杂、曲面变化大,对接过程中需要考虑很多因素。通过使用自动化对接技术,可以将复杂形状的部件与其他部件进行精确对接。自动化对接设备可以根据预先设定的路径和算法,有效识别部件形状,实现准确对接,大大提高了装配的精度和效率。另外,自动化对接技术还可以结合视觉引导技术实现准确对接。视觉引导技术通过摄像头和图像处理算法,实时跟踪和识别部件的位置和几何特征,从而指导自动化对接设备的操作。视觉引导技术的应用可以使自动化对接过程更加灵活和精确。通过实时反馈和控制,可以及时调整对接位置和角度,有效避免对接过程中的碰撞和误差。最后,自动化对接技术还可以与智能传感器相结合,实现对接过程的实时监测和质量保证。智能传感器可以实时检测和反馈对接过程中的关键参数,如力、位置、角度等,从而判断装配是否符合要求。通过智能传感器的应用,可以在对接过程中发现问题并及时调整,确保飞机部件的装配质量和可靠性^[3]。

3 自动化对接技术的优势

自动化对接技术在飞机部件装配中具有诸多优势,为飞机制造业带来了许多显著的好处。第一,自动化对接技术可以提高装配的精度和一致性。传统的手工对接存在人为误差和操作人员技能水平的影响,而自动化对接技术通过编程和控制系统,可以实现对接动作的高度精确控制,保证对接精度的一致性,从而提高装配质量。第二,自动化对接技术能够大幅提高装配的效率。自动化设备可以实现高速、连续和准确的动作执行,与

手工对接相比,往往能节省大量的时间。这不仅有助于减少工时成本还能加快飞机制造的进程,提高产能和交付速度。第三,自动化对接技术在高风险和危险环境下具有重要意义。一些飞机部件装配需要在狭小和高海拔环境、高温和高振动环境、高强度和高电压环境中进行,对操作人员存在较大的危险和困难。通过引入自动化对接技术,可以减少人员的暴露和风险,确保装配过程的安全性和稳定性^[4]。第四,自动化对接技术可以有效降低装配成本。虽然自动化设备的投资成本较高,但考虑到其高效、精确和可重复的特性,自动化对接技术在长期运行中能带来较高的经济效益。自动化装配可以减少人工投入和人员培训成本,且装配过程更加稳定和规范,减少了因人为因素而造成的装配错误和损耗,从而有效控制了装配成本。第五,自动化对接技术还能提高制造过程的可追溯性和数据化管理。自动化设备可以集成传感器和监测系统,实时记录和反馈装配过程的参数和数据。

4 飞机部件自动化对接工艺设计

4.1 工艺设计的重要性和目标

飞机部件自动化对接工艺设计在飞机制造中具有重要的意义和作用。工艺设计是指在装配过程中对自动化对接工艺进行规划、设计和优化,以实现高效、准确、稳定的部件对接。它是整个飞机部件装配工艺的基础和关键环节。首先,工艺设计可以提高装配的效率和质量。通过对自动化对接过程进行合理的规划和设计,可以实现装配动作的优化和自动化,减少不必要的动作和时间浪费,提高装配速度和效率^[5]。同时,通过对工艺参数和工具等进行设计和优化,可以降低装配中可能出现的错误和失误,提高装配质量。其次,工艺设计可以提高装配过程的稳定性和可靠性。自动化对接涉及多个步骤和操作环节,每个环节都需要考虑到装配的特点和要求。通过工艺设计,可以对每个环节进行精确规划和控制,确保装配过程的一致性和稳定性,避免装配中的错误或故障。工艺设计可以提高装配过程的可控性和可调节性。通过各种工具和设备的選擇和设计,可以实现装配过程中的参数调节和灵活性控制。例如,通过视觉引导技术和智能传感器,可以实时监测并调整对接位置和角度,以适应不同部件形状和尺寸的变化。这样的灵活性可以应对装配中的变化和挑战,提高装配的适应性和精度。最后,工艺设计可以为装配过程提供合理的工具和设备支持。

4.2 工艺设计的基本原则和方法

飞机部件自动化对接工艺设计的基本原则包括以下

几点:(1)精确性原则:工艺设计应确保对接过程的精确性和准确性。精确性是自动化对接工艺设计的核心目标,要求在装配过程中能够实现部件的准确对接。精确性的实现需要考虑到部件的定位、配对和精确控制等因素。(2)效率原则:工艺设计应追求高效率的装配过程。提高装配效率可以通过减少不必要的动作和时间浪费、优化动作路径和节省装配时间来实现。同时,还可以通过并行操作、自动化控制和优化工具选用等方式提高装配效率。(3)稳定性原则:工艺设计应确保装配过程的稳定性和可靠性。稳定性是指装配过程的一致性和重复性,即在不同环境和条件下,装配过程能够保持相对稳定的结果。稳定性的实现需要考虑到工艺参数的合理选择、设备的稳定性和装配环境等因素。(4)灵活性原则:工艺设计应具有一定的灵活性,以适应不同的装配需求和变化。灵活性的实现可以通过采用可调节的工具和设备、引入智能控制和传感器技术、使用可变参数和路径规划等方式来实现。

在飞机部件自动化对接工艺设计中,常用的方法包括:(1)问题分析和需求明确:通过对装配问题进行深入分析和需求明确,了解装配过程中的关键问题和要求,为工艺设计提供明确的目标和方向。(2)工艺流程规划和优化:根据装配要求和问题分析的结果,制定装配的流程规划,确定装配的步骤和顺序,并通过优化算法和技术,提高流程的效率和准确性。(3)设备和工具选用:根据装配任务的特点和要求,选择适当的自动化设备、工具和辅助装置,确保能够满足装配要求并提高装配的精度和效率^[2]。(4)参数设定和工艺控制:根据装配的特点和要求,设定合适的工艺参数,例如对接力度、速度等,且通过工艺控制技术和传感器监测能够实施对各个环节进行精准调整。(5)装配过程的可视化和数据化:通过引入视觉系统和数据采集技术,实现对装配过程的可视化和实时监测,提供装配质量和过程控制的依据,并为问题分析和改进提供数据支持。

5 飞机部件自动化对接工艺设计方法

5.1 装配顺序和过程规划

第一步是分析部件之间的依赖关系,确定装配顺序。根据装配过程中的逻辑和空间限制,将部件按照先后顺序划分为不同的装配组。通常情况下,装配顺序按照从主结构到次要部件、从上到下、从前到后的顺序进行,确保先安装稳定的部件,再逐步添加辅助和次要部件。在确定装配顺序时,还需要考虑到以下因素:(1)部件的重量和尺寸:尽量先安装相对较轻和较小的部件,以减少装配过程中的重力和空间限制。(2)功能依

赖性：优先安装具有主要功能的部件，其次是次要功能的部件。（3）存取和工具的因素：确保先安装的部件不会妨碍后续部件的存取，同时预留空间和通道以容纳所需的工具^[3]。第二过程规划：在确定装配顺序后，需要进行更详细的过程规划。（1）部件定位和配对：确定每个部件的准确位置，包括接触点、定位孔或配对标记等。通过对部件之间相互对应关系的准确定位，确保装配的精确性。（2）运动轨迹规划：确定每个部件的运动轨迹，包括运动路径和动作顺序。根据装配顺序和部件的特性，利用运动控制设备，实现精确的部件运动和对接。（3）工艺参数设定：根据部件的材料特性和对接要求，设定合适的工艺参数，如对接力度、速度、角度等。通过合理的工艺参数设定，保证对接过程的精准性和稳定性。（4）工装和夹具设计：设计适合装配过程中的定位和辅助工装，确保装配过程中部件的稳定性和准确性。工装和夹具的设计应根据部件的形状和尺寸进行优化，以提供最佳的定位和支撑。（5）安全性考虑：在过程规划中，需要考虑安全因素，并采取相应的措施，确保操作人员和设备的安全。例如，防止碰撞和夹损伤，避免过度力量或速度造成的意外情况。

5.2 自动化装配设备的选择和设计

在飞机部件自动化对接工艺设计中，选择和设计合适的自动化装配设备是至关重要的环节。首先，选择自动化装配设备时需要考虑生产效率、设备精度、设备可维护性、设备成本等因素。同时，要结合具体的生产环境和生产需求，选择适应性强、可靠性高的设备。例如，针对大型飞机部件的自动化对接，需要选择具有高负载能力、大工作空间的设备；而对于小型飞机部件，则要注重设备的灵活性和精度。其次，设备设计时需要遵循标准化、模块化、易维护等原则。标准化设计可以提高设备兼容性和可替换性，降低维护成本；模块化设计便于设备扩展和升级，提高设备适应性；易维护设计则能减少设备停机时间，提高设备利用率。在具体设计过程中，需要结合机械、电子、计算机等多学科知识，

进行详细的系统设计和硬件选型。

5.3 自动化对接工具和夹具设计

在飞机部件自动化对接工艺设计中，工具和夹具的设计是实现自动化对接的关键环节。工具和夹具的设计需要考虑到对接过程中的各种因素，如部件的形状、材质、尺寸等。针对不同类型和尺寸的部件，需要设计适应性的工具和夹具，以确保对接的精度和质量。工具和夹具的设计需要具备高精度和高可靠性。高精度的工具和夹具能够确保部件对接的准确性，避免后续调整和修复的工作量。同时，可靠的工具和夹具能够提高生产效率，降低故障率。工具和夹具的设计还需要考虑到易用性和可维护性。易用性好的工具和夹具能够简化操作流程，减少操作难度，提高生产效率。可维护性好的工具和夹具能够减少维修和更换的频率，降低生产成本。同时，还需要利用仿真技术对工具和夹具进行模拟和验证，确保设计的有效性。通过模拟真实的生产环境，可以发现并解决潜在的问题，优化工具和夹具的性能和质量。

结束语

随着科技的不断进步，飞机制造逐渐向数字化、智能化方向发展。自动化对接技术作为飞机制造过程中的重要环节，其应用越来越广泛。未来，随着技术的不断发展，自动化对接技术将会更加成熟和完善，为飞机制造带来更大的便利和效益。

参考文献

- [1]王海江,赵丽.基于机器视觉的飞机部件自动化对接技术研究[J].航空制造技术,2021,54(06):24-28.
- [2]李宁,郑忠才.基于激光雷达的飞机部件自动化对接系统设计[J].航空制造技术,2021(03):54-58.
- [3]张云,王晓宇.基于深度学习的飞机部件自动化对接技术研究[J].航空制造技术,2021(03):59-63.
- [4]高峰,王志国.飞机部件自动化对接生产线的设计与实现[J].航空制造技术,2021(03):64-68.
- [5]刘洋,王海江.基于机器人的飞机部件自动化对接工艺流程设计[J].航空制造技术,2021(03):69-73.