

飞机柔性装配工装关键技术及发展趋势

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: 随着航空工业的高速发展,飞机的设计和制造技术不断创新,飞机装配技术也在不断完善。飞机柔性装配工装是一种适应柔性制造技术的先进工装,它能够在飞机制造中灵活应用,具有高度自适应性和高效性的优势。本文将就飞机柔性装配工装的关键技术和发展趋势进行探讨。

关键词: 飞机柔性; 装配工装; 关键技术; 发展趋势

引言

柔性装配工装是飞机制造领域中的重要技术,它不仅可以帮助企业提高生产效率、降低成本,还能够满足客户个性化需求的快速变化。随着航空工业的发展和技术的进步,柔性装配工装也在不断地创新和完善,逐渐成为飞机制造行业必不可少的一部分。本文将探讨柔性装配工装的关键技术及其发展趋势,旨在为读者深入了解柔性装配工装方面的知识和趋势提供参考。

1 飞机柔性装配工装的概念与分类

飞机柔性装配工装是现代制造业中一种应用先进技术的高效、灵活、可重构、可监控的制造工装。它通过整合信息技术和智能化技术,不断提高生产效率和质量,降低成本和人工干预。根据不同的工作原理,飞机柔性装配工装可以分为三大类:安装型柔性工装、传感与控制型柔性工装和自组成型柔性工装。(1)安装型柔性工装是针对不同的生产型号,采取自适应性的参数配置,可以在整个生产周期内满足不同的需求,从而提高了生产效率和质量。这种工装具有模块化结构,可以随着产品型号的变化而灵活调整。例如,飞机的机翼部件在不同的生产线上可能会采用不同的制造流程和工艺,在这种情况下,安装型柔性工装就可以根据不同的要求进行调整,以适应不同的生产流程和工艺。(2)传感与控制型柔性工装主要依靠机电一体化技术和传感技术,实现对机械和电气元件的非接触式检测和有源控制,从根本上提高了工装的适应性和精度^[1]。这种工装可以通过传感器对装配过程中的重要参数进行测量和监测,从而实现自动校正和调整,大幅度减少了人为误差和故障的可能性。例如,在飞机发动机的制造过程中,传感与控制型柔性工装可以通过检测发动机各部件的尺寸、形状和位置等重要参数,实时更新装配信息和数据,以确保各部件间的紧密配合和精度要求。(3)自组成型柔性工装依靠智能机器人技术,在没有人工干预的情况下自

主组成所需的结构,可以大幅度提高制造效率和检测精度。这种工装具有先进的智能算法和机器学习能力,可以根据不同的任务要求,自主调整和组装所需的零部件和元件。例如,在航空航天领域,自组成型柔性工装可以通过自动化机器人技术,将复杂的零部件和元件按照设计要求自动组装,提高生产效率和质量,并且减小了人工干预的风险和成本。

2 飞机柔性装配工装的关键技术

2.1 视觉传感技术

柔性装配工装是一种适应性强、能够适应不同类型的生产型号和工件形态的装配工具。实现这一目标的关键技术之一便是视觉传感技术。视觉传感技术基于摄像头和图像处理技术,可以实现对工件的高精度识别、定位和配合。在飞机制造行业中,每个生产型号都有其特定的尺寸和形态要求^[2]。传统的装配工装需要对每个生产型号进行设计和制造,这不仅浪费资源,而且需要大量的时间和人力成本。而柔性装配工装则能够通过视觉传感技术,快速地适应不同的生产型号和工件形态。视觉传感技术通过摄像头对工件进行拍照,并将图像传输到计算机上进行处理和分析。通过对图像进行处理,视觉传感技术可以实现对工件的高精度识别。这使得工装能够快速判断工件的尺寸、形态和位置,从而准确地完成装配过程。除了识别功能外,视觉传感技术还可以实现对工件的精确定位和配合。这些功能的实现需要借助于先进的算法和技术,比如基于模板匹配的算法、基于边缘检测的算法等。通过这些算法的应用,视觉传感技术可以实现对工件的高精度定位和配合,从而减少人为操作的错误和误差。总之,视觉传感技术能够实现对工件的高精度识别、定位和配合,从而使得工装具备更强的适应性和灵活性。在未来的飞机制造行业中,视觉传感技术将会发挥越来越重要的作用。

2.2 接口标准化技术

接口标准化技术可以让不同型号和不同生产阶段的工具和工装之间互相兼容、互相替换,从而提高生产效率和质量。在传统的制造过程中,每个工具和工装都必须根据具体的生产要求进行设计和制造,而这些工具和工装之间缺乏统一的标准接口,因此难以进行交换和重组^[3]。这种非标准化的制造方式会导致各种问题,例如生产效率低下、成本高昂和质量控制差等等。通过实施接口标准化技术,可以解决上述问题。接口标准化技术的主要思想是:通过定义一组统一的、标准的接口规范,使得不同的工具和工装之间可以互相替换,而不需要重新设计和制造。这样,就能够大大简化工具和工装的设计和制造过程,降低生产成本,提高生产效率。接口标准化技术有很多具体实现方法,其中最常见的是采用模块化的设计思想。模块化的设计可以将工具和工装分解成多个独立的模块,每个模块都有标准化的接口,这样就可以灵活组合和重组不同的模块,以适应不同的生产需求。例如,在飞机制造中,一个用于安装机体外壳的工装可以被分解成多个部件,每个部件都有标准化的接口,这些部件可以根据需要组合和重组,以满足不同机型和生产阶段的要求。总之,接口标准化技术是一项非常重要的技术,它为飞机制造提供了更加灵活、高效、低成本的解决方案,可以大大提高生产效率和质量。

2.3 智能化技术

随着物联网和人工智能技术的飞速发展,智能化技术已经成为了现代工业生产中不可或缺的一部分。在飞机柔性装配工装设计中,智能化技术的应用可以带来众多的优势。首先,智能化技术可以使制造过程更高效。利用传感器、智能控制系统等技术,可以实现对生产过程的实时监测和控制,从而最大程度地提高生产效率。同时,智能化技术还可以将数据自动化收集和处理,减少了人为干预的可能性,进一步提升了生产效率^[4]。其次,智能化技术可以提升制造过程的准确性。通过智能化技术,可以快速精确地检测零件的尺寸、形状等要素,及时发现并解决潜在问题,在保证质量的前提下提高了制造速度。第三,智能化技术也能够增强工装的自适应性和适应能力。利用智能算法和模型,可以对工装进行优化,让其适合更多的工艺流程,并在不同的生产环境下自适应调整。这种灵活性和适应能力可以让工装更好地满足生产需求,提高生产效率。最后,智能化技术还可以增强制造过程的安全性。利用智能监测系统,可以实时追踪设备状态、可燃气体浓度、温度等数据,及时发现潜在危险并进行处理,保护工人的生命安全。综上所述,智能化技术可以提高工艺流程的效率和准确

性,增强工装的自适应性和适应能力,同时还可以保障生产过程的安全性,带来巨大的经济效益和社会价值。

2.4 智能监控技术

在飞机制造中,柔性装配工装是一种具有高度灵活性和智能化的生产工具。为了保证工艺质量和工期进度,柔性装配工装需要具备实时监控和远程控制的能力。智能监控技术是利用传感器、物联网、大数据等信息技术手段对工艺过程、物料流、IT系统等工艺环节进行实时监控和反馈的技术^[5]。通过对生产过程的实时监控,可以准确地反映制造过程中的各种情况,包括生产效率、设备运行状态、物料消耗情况等信息,从而帮助厂家实现生产流程的优化和管理。智能监控技术在飞机制造中应用广泛。首先,它可以帮助生产管理人员实时掌握生产进度和质量情况,辅助生产计划的调整和优化。其次,对于柔性装配工装的使用情况,智能监控技术可以及时检测设备的故障和异常,避免由于设备损坏导致的生产中断和延迟。此外,智能监控技术还可以通过数据分析和挖掘,发现生产过程中存在的潜在问题,并及时采取措施进行调整和修正。总之,智能监控技术可以实现对生产过程的全面、精准、实时监控和管理,提高生产效率,降低生产成本,保证产品质量和工期进度,为航空制造业的快速发展提供有力的支持。

3 未来发展趋势

3.1 柔性制造的进一步普及

柔性制造是一种在生产过程中可以根据客户需求进行快速更改的制造模式。这种模式在很大程度上取代了传统的固定装备和流水线作业,使得生产线具有更高的灵活性、适应性和可定制性。随着先进制造技术的不断成熟和发展,柔性制造已经成为了未来制造业的一个重要趋势。在飞机制造领域,由于每架飞机都需要根据不同航空公司的特定需求进行设计和组装,因此柔性制造能够满足这种个性化需求的逐渐增长。例如,使用柔性装配工装可以根据需要调整工艺流程,实现部件的快速组合,从而加快生产速度,降低成本。另外,柔性制造还可以提高生产线的运行效率和质量控制水平^[6]。由于柔性制造可以自适应地调整制造流程、资源分配和库存管理等方面,因此能够减少生产线的停机时间和废品率,同时提高产品的质量稳定性和一致性。总之,柔性制造的普及不仅能够提高生产效率和质量,还可以满足客户多样化的需求和市场快速变化的要求。因此,在未来的制造业中,柔性制造将成为一种重要的竞争优势。

3.2 人工智能技术的应用

人工智能技术正在改变着我们的生活和工业生产方

式。柔性装配工装是一种高级制造工具，它可以进行自适应、可编程和灵活的生产流程控制，可以大幅提高生产效率和降低成本。然而，当前的柔性装配工装仍然存在一些不足之处，例如缺乏智能化和自主决策能力等问题。因此，人工智能技术的应用将大幅提高柔性装配工装的智能化程度。人工智能技术可以让机器具有类似于人类的认知和判断能力，从而使得柔性装配工装可以自动完成任务，并且可以根据实时数据作出优化的决策。比如，在生产过程中，通过智能算法优化工艺参数，调整生产节奏，以及预测和处理可能出现的异常情况，从而在保证生产效率的前提下更好地满足客户需求和提升质量^[2]。总之，人工智能技术的应用将会极大地改善柔性装配工装的智能化程度，从而使之更加灵活、自主和高效，为未来工业生产带来更为广阔的发展空间和潜力。

3.3 工装重组与智能预测

传统的生产流程需要针对不同的产品设计不同的工装，这样会导致工装的成本较高，而且往往不能满足生产需求的灵活性。因此，工装重组技术应运而生。工装重组技术利用模块化设计思想，通过分析产品结构并自动匹配工装模块，可以快速地组合出符合要求的工装。在生产过程中，只需要更换一些特定的模块就可以适应新产品的生产。这种方法不仅可以降低工装的成本，还可以增强生产线的灵活性，提高生产效率。除此之外，智能预测也是工装重组技术的一个重要组成部分。通过分析历史数据和实时数据，智能预测可以预测产品质量及生产效率，并给出相应的建议。这样可以方便企业管理者进行决策，及时调整生产方案，最终提高产品质量。总之，工装重组技术的出现可以让制造业更加灵活、高效地生产出符合市场需求的产品。而智能预测则可以帮助企业管理者科学决策，提高生产效率和产品质量的总体评价。

3.4 多元化的数据交互与处理

在这个数字化时代，数据已经成为企业决策和战略制定的重要依据。因此，利用大数据进行统计分析，将数据和过程进行优化已成为企业必须要面临的挑战。

多元化的数据交互与处理将会极大地提高数据分析的效率和准确性。通过采用不同种类的数据交互方式，比如API、Webhook、消息队列等，不同的系统可以更加轻松地传递和共享数据。在数据处理方面，采用自动化工具和算法能够让数据处理更加精细化，让客户能够获得更有价值的数据分析结果。在大数据处理的过程中，客户往往希望能够快速获得有效的信息，而数据分析也应该具有及时性和实时性，以满足客户的需求。因此，多元化的数据交互与处理将会使数据分析更加全面，同时也能够提供更加灵活的数据存储和管理方式。客户可以根据需要选择合适的数据分析服务，并能够更好地控制数据使用的权限和范围。总之，多元化的数据交互与处理是未来数据分析发展的必然趋势。通过数据交互和处理的优化，客户可以更加高效地利用数据来进行决策和创造更多的价值。

结语

随着全球化和市场竞争的加剧，在飞机制造领域大规模量产的要求下，飞机柔性装配工装将成为飞机制造厂家提高生产效率和质量的重要工具。本文对飞机柔性装配工装的关键技术和未来发展趋势进行了探讨，期待柔性装配工装在飞机制造中的应用实现更高效和优质生产。

参考文献

- [1]冯立红,徐建林,于洋,等.飞机柔性装配工装系统关键技术研究[J].现代制造工程,2019,48(12):107-112.
- [2]刘景民,汪志强,张永琳.基于虚拟现实的飞机柔性装配工艺仿真技术研究[J].南航学报(自然科学版),2019,51(3):84-92.
- [3]郑锐,侯建强.飞机柔性装配工装技术综述[J].现代制造工程,2020(01):23-26.
- [4]黄云涛,蒋捷,陈浩,等.飞机柔性装配工具快速设计方法研究[J].武汉理工大学学报(交通科学与工程版),2019,43(2):243-246+314.
- [5]胡晓森,姜雷,胡小龙.基于CAD技术的飞机柔性装配工装设计[J].机械设计与制造,2020,38(5):182-184.