

# 飞机数字化装配定位技术分析

邓长喜 惠盼飞

(中航西安飞机工业集团股份有限公司, 陕西 西安 710089)

**摘要** 飞机制造技术对于我国航天事业的发展有着重要的意义, 与其他的机械制造技术不同, 飞机制造必须对精准度尤为重视, 同时还要对飞机的外形制造进行充分的优化。这是因为飞机是一种结构复杂、空间紧凑的交通工具, 在飞行的过程中必须保证机组和乘机人的安全, 这就需要在装配的过程中尤其注重工作量的协调和协作问题的解决。近年来, 我国飞机数字化装配技术不断发展, 在飞机装配的过程中又添加了新的定位技术, 这就使得飞机的装配与信息技术良好地进行结合, 不仅提高了装配效率, 还能让飞机数字化装配更具有智能性。本文主要对飞机数字化装配定位系统的技术方案进行细节分析, 同时对这种技术的装配过程及原理进行阐释, 希望能够为我国飞机数字化装配水平的提升提供有益的帮助。

**关键词** 飞机制造技术 航天事业 数字化装配技术 数字化定位技术

**中图分类号:** TP2

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1007-0745(2022)03-0019-03

随着我国社会经济的快速发展, 对飞机的需求越来越多, 而飞机的制造与装配是非常复杂的过程, 在装配的过程当中, 飞机的各个零部件及尺寸以及安装规则都不尽相同。因此, 必须要注重飞机各零部件的安装顺序和工作流程, 以便于能够保证各零部件的安装良好地完成, 从而实现飞机各零部件的组合与连接, 形成高级装配件, 进一步确保飞机装配的实现。高级装配件在飞机制造的过程当中起着极其关键的作用。

近年来, 我国科技不断发展, 飞机的装配技术也日渐成熟, 由从前的人工装配发展到半自动化, 再由半自动化发展成为自动化的智能装配技术。这意味着我国飞机的装配技术已经进入了新的发展阶段, 但是飞机装配技术的发展也为飞机装配提出了更多的挑战, 因为数字化的装配需要考虑到技术的成熟性和稳定性。<sup>[1]</sup>

因此, 本文着重对飞机数字化装配技术定位技术进行探讨, 希望能够提升飞机装配水平, 进而在最大程度上推动我国飞机航空事业的快速发展, 为我国经济的快速发展奠定良好的基础。

## 1 飞机数字化装配技术的发展历程

我国飞机的数字化装配技术在近年来获得快速的发展, 首先我国飞机重大型号工程得以实施, 因此我国飞机装配技术逐渐与国际飞机航空产业链相对接, 其数字化技术得到广泛的发展与深入。在应用方面, 因为我国不断尝试飞机设计与飞机制造, 而且在近年

来飞机制造技术也获得了长足的发展, 因此其应用程度也不断获得深入发展。在装配方面, 因为飞机装配的过程当中, 必须将零件和组件按照设计图纸, 同时遵循一定的技术要求进行组合和连接, 然后形成更高级别的装配件, 进而实现整个飞机的安装。<sup>[2]</sup>这就对于飞机装配过程当中的零部件的尺寸以及形状提出了更高的要求, 而在飞机装配的过程当中, 传统的飞机装配是人工装配, 其误差产生的概率大, 而且装配效率低。

近年来, 通过飞机数字化装配技术的发展, 我国飞机装配的效率得到有效的提升, 而且飞机零部件的重量也不断减轻, 装配结构也不断得到优化, 可见我国的飞机装配技术处在不断的发展过程中。

## 2 飞机数字化装配技术方案分析

### 2.1 立柱组合式装配方案

在数字化装配技术当中, 立柱组合式装配技术是以型架骨架为平台的定位基础。在进行装置安装的过程当中, 能够对蒙皮和长桁进行加持, 这与传统的型架骨架有一定的区别。因为传统的型架骨架主要由定位器和蒙皮挡件以及内型卡板等装置来实现骨架底座上的固定功能, 但是立柱组合式数字化装配技术并不是这样的, 它是通过机械随动定位装置来实现固定立柱的功能。<sup>[3]</sup>

因此, 采用这种技术不仅能够从水平方向上进行蒙皮和长桁的移动, 还能保证蒙皮和长横在竖直方向

也可以进行相互移动。这种组合能够促使定位平台更好地实现对蒙皮和长桁的精确定位,让飞机系统更加完善安全。

## 2.2 十字架支臂技术

十字架支臂技术能够确保定位装置进行水平方向移动和竖直方向移动,因此长桁的转动方向更加灵活,而且还能在长桁移动的过程当中对其进行空间定位。十字架支臂式数字装配技术的基础仍然与立柱组合式技术相同,由型架骨架构成。但是二者之间又有一定的区别,因为在十字架支臂式技术当中骨架被去除了定位器和压紧器,因此蒙皮挡件和内型卡板得到保留,这样能够减少飞机的重量和安装的繁琐。除此之外,型架骨架上固定的十字架直臂式机械随动定位装置,能够促使定位的精确性提升。<sup>[4]</sup>

## 3 数字化装配技术的分析

薄壁结构在飞机结构中应用较多,且大部分零件都是钣金件。这种零件的形状比较复杂,容易变形,且尺寸大,刚性小,这样一来,装配准确度会在很大程度上决定飞机外形的准确度。飞机制作过程中会通过多种工艺装备,如标准工艺装备、零件制造工艺装备等,通过这些工艺装备的应用来确保飞机装配的准确度和装配零、组件间的协调,那么接下来重点就是如何协调零件、组合件、部件之间的准确度,下面将就这些问题展开论述。

### 3.1 数字化装配原理

数字化装配就是将若干零件通过一定的自动化信息技术原理进行合理的拼接,在拼接的过程中不是人工完成,而是通过在计算机内部输入程序代码,通过数控机床对零件完成自动化拼合。<sup>[5]</sup>该拼合过程的装配和调整,以及后期的检验和包装都是数控机床自动化完成,通过数字化技术进行操作和控制并且监督,因此更加高效和精准。在飞机的数字化装配过程中,必须考虑装配的精准程度和工艺的严谨性,否则就不能保证良好的装配质量。目前,飞机数字化装配不仅可以保证较好的装配质量,还能有效提升生产效率,从而促使生产成本得到良好的降低。这意味着采用数字化装配技术来进行飞机零部件的装配,才能有效提升装配效率和装配质量。

### 3.2 数字化定位系统的控制

数字化装配系统的控制需要通过集成线路来完成,

这就需要在数字化装配过程当中,通过远程数据库的操作将定位信息传达给定位系统。而系统通过控制平台对数据进行整理和计算,最后分析出结果,再将信息回传给 PLC 进行编程控制。在这个过程当中,PLC 会将这些控制信息转化为驱动信息,再利用定位驱动器等机构对零件进行定位。这一过程的操作不仅能够完成对零部件的定位安装,还能驱动光学测量仪进行零件情况的实时跟踪,确保零件的完好。在对相关数据进行分析的过程当中,零件定位的补偿信息数据得以被监测,飞机零件的位置也得到最佳的测量。但是集成控制系统的组成系统非常复杂,包括设备网和控制网以及以太网等结构,这些结构互相作用,保证 IP 传输控制协议能够良好地在开放性先进信息网络中互相传达。其工作原理主要是数字化装配定位系统的集成控制,通过以太网与局域网的相互配合来实现不同系统之间的交互,从而实现零部件装配的准确定位,确保飞机零部件能够准确安装。<sup>[6]</sup>在实际的装配过程当中,设备往中间输入和输出系统也可能将现场的设备与 PLC 进行相连,相连的过程可以通过零件,也可以通过电线。这种智能化的连接能够让传感器和变频器更好地定位装配中的零件,从而实现精准安装。

### 3.3 数字化的柔性装配

在装配飞机的过程当中,对零部件进行优先定位是为了保证零部件能够准确地进行安装。只有在确保零部件定位准确的情况下,才能进行下一步的连接和装配,从而保证飞机制造的准确度和飞机质量的安全性。因为飞机本身其外形必须符合动力美学,因此对于零部件的定位就显得格外重要。在装配的过程当中,采用数字化柔性装配技术能够保证零部件的数字尺寸与飞机整体相协调,从而保证自动化装配得到良好实现,促进模块重组的优化。

数字化柔性技术之所以在近年来备受关注,是因为采用这项技术则不需要使用传统的型架。而且在装配的过程当中,能够对飞机的信息数字进行快速的传递,从而保证飞机装配的高质量性和高效率性。数字化柔性装配技术通常包括静态和动态两个模式,静态模式是数字化装配技术的基础,在装配的过程当中是装配型架的重要框架,而动态模式之下所包含的内容则更加多样,不仅包括机械随动的定位设备还包括类型卡板。因此可以看出,静态模式是动态模式的基础,而动态模式是静态模式的延伸,在飞机安装的过程当

中,静态模式和动态模式两种技术必须要结合起来。通过转换器进行连接来实现对飞机机身零部件的完美装配。以装配飞机机身的零部件为例,在装配的过程当中内型卡板和静态模板需要用来定位蒙皮,但是将二者连接起来需要使用螺栓。<sup>[7]</sup>因此机械随动的定位设备会对长桁进行定位,而在完成定位之后,还需要用光学测量来进行误差补偿,以便于保证蒙皮和长桁的装配精度达到一定的要求才能确保飞机机身的安装合乎标准。

### 3.4 数字化定位技术

数字化定位技术的基本原理是用数字量来将位置进行信息化,随后进行传递。但是在传递的过程当中,还需要光学测量器的辅助从而进行误差补偿。因此,数字化定位技术是数字传递技术与误差补偿技术之间的良好结合,通过两种技术来对飞机装配的各个零部件进行精确的定位。数字化装配技术虽然使用误差补偿技术,但是其更多使用的是数字化集成自动控制技术,从而能够实现对飞机零部件的高效装配。但是因为飞机的功能比较多样化,因此在装配的过程当中,坚固只是最基本的要求。<sup>[8]</sup>除此之外,还要实现飞机的平稳飞行,同时尽可能地减少飞机的重量,才能保证飞机在投入使用之后能更好地发挥其功用。这就需要在装配的过程当中,对装配零件进行易变性和刚性的检查。同时对于铂金件而言,要进行更好的检测,因为通常铂金件的尺寸比较大,重量也比较大,零件的装配精确度会因为这些尺寸较大的铂金件而产生影响。除此之外,这些尺寸加大的铂金件还有可能影响飞机的动力学形态,因此,在装配的过程当中,通过数字化装配定位技术,才能改变这些尺寸较大铂金件给飞机带来的缺陷,并且确保飞机零部件的精确安装。

### 3.5 基于机身壁板的数字化柔性装备工装技术

数字化柔性装配工装分为两种,其分别为尾静态模块和动态模块。其中作为装配型架的基础框架——静态模块是数字化装配平台的基础,且动态模块也是以此为基础而建立的。动态模块包含机械随动定位装置和内型卡板及和蒙皮挡件。首先,通过螺栓将内型卡板和工装静态模块链接,其主要作用是对蒙皮进行定位,以有效保证蒙皮的外型准确度;其次,通过螺栓将机械随动定位装置与工装静态模块链接,其主要作用是定位长桁。利用光学测量与误差补偿系统来确保长桁和蒙皮的装配准确度,<sup>[9]</sup>在进行不同壁板零件的

装备时,动态模块需要进行调整或者是更换。

## 4 结语

在我国航空领域的发展过程当中,飞机是非常重要的交通工具。近年来,我国在飞机装配领域不断获得飞跃式的进展,但是对于数字化装配技术的研究仍然存在一定的瓶颈和缺陷。这主要是因为我国飞机装配技术的研究起步较晚,而且飞机的数字化装配定位技术涉及到的科学领域比较庞杂,因此在研究的过程当中往往难度也比较大。但是为了确保飞机的外形和内部质量均符合标准,就必须提高零部件装配的精确度和效率性。因此,应该矢志不渝地对飞机数字化装配定位技术进行发展,推动我国飞机的装配进程。

## 参考文献:

- [1] 尤海潮.数字化装配技术概述[J].科技创新与应用,2020,296(04):167-168.
- [2] 张双双.基于逆向扫描技术蒙皮曲面装配偏差分析[J].科技创新与应用,2017(26):19,22.
- [3] 李伦,李明升.关于飞机数字化装配对接技术的研究[J].科技创新与应用,2017(15):141.
- [4] 梅中义,黄超,范玉青.飞机数字化装配技术发展及展望[J].航空制造技术,2015(18):32-37.
- [5] 胡玉龙,王仲奇,李西宁,等.基于轴向偏差的飞机数字化装配定位基准建模[J].制造业自动化,2015,37(13):38-43,47.
- [6] 胡玉龙,王仲奇,李西宁,等.基于ELM的飞机数字化装配定位运动模型[J].航空学报,2016,37(04):1374-1383.
- [7] 王声,梁泽荣,吴军豪,等.关于飞机数字化装配对接技术的研究[J].航空制造技术,2014(21):109-112.
- [8] 冯万喜,王彬,巩玉强.大型水陆两栖飞机低成本数字化装配技术[J].航空制造技术,2014(11):76-79.
- [9] 韩炜.激光投影定位技术在飞机装配中的应用研究[J].科技创新与应用,2019(08):142-143.