

应用于飞机装配的并联机构技术发展综述

宋建生 王建旗

中航西安飞机工业集团股份有限公司 陕西省西安 710089

摘要: 并联机构的闭链构造使其具备了优异的精度、刚性和动态为特点,并能够满足飞行器组装的精度和效率要求。就这样,以并联机构为主体结构的自动组装设备,将在飞行器装配中得到更多的应用。而目前的并联技术概括了目前并联机构的发展现状及其目前飞行器装配的最新特点。然后,从飞行器装配零件的设计、调整和定位这二个角度,总结了飞行器装配中并联机构的国内外发展现状。从可重构设计、特性评估与优化设计、精度建模,以及力矩位移系统的协调和控制等四个角度,详细分析了在飞行器装配中并联机构的重点技术。

关键词: 飞行;精度;技术

Review of aircraft assembly of parallel mechanism technology

Song Jiansheng, Wang Jianqi

AVIC Xi'an Aircraft Industry Group Co., Ltd. Xi'an, Shaanxi Province 710089

Abstract: The closed-chain structure of the parallel mechanism makes it have excellent accuracy, rigidity and dynamics, and can meet the accuracy and efficiency requirements of the aircraft assembly. In this way, the automatic assembly equipment with the parallel mechanism as the main structure will be more used in the aircraft assembly. The current parallel technology summarizes the current development status of parallel mechanism and the latest characteristics of aircraft assembly. Then, from the perspective of design, adjustment and positioning, this paper summarizes the development status of parallel mechanism at home and abroad. The key technologies of parallel mechanism in aircraft assembly are analyzed in detail from four aspects: re-configurable design, characteristic evaluation and optimization design, precision modeling, and coordination and control of torque displacement system.

Keywords: flight, precision, technology

引言:

飞机装配制造业已成为我国制造能力的主要代表,在我国制造业中具有重要战略地位。但是现状飞机安装时对装配的质量要求很高,技术难度大,而机体结构又笨重,这为飞机安装工作增加了不少困难。

一、我国飞机装配技术的发展概述

随着现代技术的进展,航空组装技术也在不断更新和发展。目前中国的飞机装配技术已经过了一次从自动到零点五手动,再到自动的发展过程。但是,由于中国飞机装配技术起点较低、基础相对薄弱,但目前我国航空器组装技术水平与国际技术水平还具有较大差异,主要体现在以下三点:传统工艺技术仍在飞机装配中占据着很大比重;传统的飞机装配工艺耗时费力漫长,质量达标率较低,除少数企业外,许多航空器生产企业也只

引进了一小部分先进的飞机装配工艺技术,仍无法满足当前经济发展中对高品质航空器的需求;国际领先的科技很少用于航空器组装,现代飞行器装配仍需要传统科技的技术支撑。

二、目前我国飞机装配领域的发展情况

目前,中国飞行器组装发展趋势较为平稳,飞行器组装技术较为传统。大型专用工程机械装备测位仪主要进行产品定位。同时,根据需求在组装的不同阶段采用卡片模拟等测试技术。定位仪计量技术的组合基本上能够实现生产安装的全过程。从最终生产结果上来说,计量技术的缺乏与专业性也在一定程度上影响了质量,从而提高了生产使用中的安全隐患。

三、飞机装配过程技术管控的具体特点

在飞机的实际安装与生产过程中,由于受到了严格

品质管理的影响,也具有自身突出的优点。在产品组装生产的全过程中,对组装过程提出了较高的品质管理要求,主要表现在如下几个方面:(1)对产品自身的质量可靠性问题将会对产生过程中造成严重负面影响。不管发生了什么品质问题,都会产生剧烈而巨大的社会经济后果和重大安全事故,并导致巨大的财产和生命伤亡。(2)由于航空器本身结构复杂,必须配备大量元器件。且单架次的飞机组装流程相对较长,整个组装流程中使用的组装过程也非常复杂。所以,在飞机安装品质管理流程中,必须保存并管理大量的品质结构数据。(3)飞机安装生产流程中涉及的安装装配工作人员数量众多,动态性强,且产品使用期限较长。因此飞机装配的品质管理体系,将包括了顾客、公司自身以及适航检查相关方等多层次管理。而对于特别重要的检验架次,顾客代表以及适航检查方将参与管理每个重要质量控制点的活动。(4)飞机制造和装配公司对装配质量管理提供了非常严苛的流程管理规范 and 条件,所有操作设备和程序,都需要进行零闭环控制。同时它还将经常改变航空器安装流程和设计过程中的相关项目,并将涉及项目主体的各个方面。通过修改相关技术文件,或者变更航空器安装环节中的架次等实体执行,还需要进行设计变更全过程的质量追踪与管理。

四、国内外并联机构的发展

与传统并联机构比较,并联机构拥有更高的机械刚性、承载能力、定位精度以及良好的动作特性,而且内部结构也比较紧密。与串联机构比较,并联机构具备各支链自主调节、管理比较方便的优势。这二种机构各有特点,相互促进,在工业、农业和各个领域发生了重大影响。

串联机构的演变与发展过程,是指一种机构从单杆到多杆、从平面运动到空间运动的渐变过程。在一九四七年,高夫发表文章指出了—个六自由度的串联机构,并在国外工程界产生了很大反响。著名的Stewart平台最初是一种仿真飞船的运动模型,后来广泛应用于宇航领域。因为Stewart平台具有六个自由度,它能够使在运动平台上仿真飞船的驾驶舱中获得运动所需要的所有部位和姿势。

并联机构能够完成空间中不同自由度的运动。而不同的自由度又具有不同的和各种形式的支链。六自由度并联结构的种类,大致有:6R、3R3P、4RC、SPS、SRT、STR、SPC、PSS等。在其中,每个参数的意义如下:

由于某些应用领域的合并不一定需要6个自由度,

而且由于六自由度的串联连续机构具有工作空间相对较小、支链干扰大、运动耦合力大、操作比较繁琐等的缺陷,因此近年来的研制更趋向于低自由度串联连续机构。Clavel教授在一九八五年给出了最有代表性的少自由度串联连续机构。它是一个基于Delta机构的机械手。动力源通过向外旋转的辅助传动系统、辅助传动和平行四边形支链机构,完成了末端执行机的三维高速运行。而混合助力机器人也是近年来的另一种热点。这种机构特点的好处是,它不仅能够克服单纯并联连接机构的支链干涉、运动工作空间较小等弊端,它还提供了一种新模型,亦即即插即用模型。它能够为不同的目的,以不同的形式构建系统和制造装置。这种混合机构的最典型设备,即Tricept机械手,由Neumann教授在一九八五年发明,并在一九八七年取得了专利权。

五、用于飞机装配柔性调姿的并联机构

飞机装配件具有尺寸大、质量高、刚度低、精度高等特点。传统的固定装配方法难以处理零件的制造差异,装配效率低,装配质量难以保证。基于数字量传输的柔性工装技术实现了工装的数字化控制,提高了飞机装配工装的运动精度,缩短了工装调整时间。

1. 可等效为并联机构的柔性调姿系统

飞机总成采用带数控定位器的姿态控制系统模块化,同步驱动待装配部件到安装位置。多个CNC定位器用作柔性工具系统的运动执行器,该系统通过球头连接到大多数飞机。这相当于一个带有冗余驱动器的6自由度并联机构。在支链的情况下,固定框架作为固定平台,通过多轴协调运动实现飞机部件的姿态调整和定位。

2. 基于并联机构的离线重构柔性调姿系统

并联机构作为一种运动平台,具有广泛的适应性,以数控定位器的形式克服了姿态调节机构的灵活性。Lichte等人使用6-SPS并联机构替换3坐标数控定位器,在飞机的每个部件上设置不同的铰链点,并通过将并联机构的并联链连接到不同的铰链点对其进行重新配置。建议进行可能的调整。Prause等人使用3-PUU并联机构调整机身面板的姿态,并联机构的支链配置可以提供更好的承载比和定位精度。为了满足飞机零部件的不同定位要求,art设计了一种系列化模块化并联机构。并联机构安装后,可通过外部测量和调整装置进行调整和固定(或手动调整)。

六、飞机装配结构创新

目前,由于一些已有的老旧装配工装模块针对性很强,在同一套产品的不同模块的衍生下,会产生功效相

近的新装配工装。为实现快捷、精确、节省成本的产品目的,并根据所研产品的新特性,我们在本次产品设计中彻底颠覆了传统思路,它导入了新的互换性快速设计理念,在同时满足装配产品定位特点的条件下,实现了工装的互换性,从而达到了一个施工机械装备可以满足多个型号安装生产的设计目的,同系列产品的施工机械装备数量也将大大减少,这样节约了土地面积和模具制作生产成本。并通过对工程生产系统装配框架的深入研究,进一步分析了将工程产品设计模型泛化与柔性化的可行性。并根据工程设计产品体量大、内部结构复杂、机械定位结构件数量多的特性,把建筑工程中机器装置系统设计成多自由度相互协调的地面支承平台,把机械定位器系统布置在可互换的模块化结构上,使其构成了一个具有高速度转换与高度可调特性的模块型组合柔性通用平台,最后实现了这种平台能够通过变换实现各种型号的统一装配,在不调换或改变产品主要元件的情况下,移动和调节产品位置以及支撑元件。

七、关于我国飞机装配质量管理的思考

我国的飞机生产技术水平起点较低,设备技术比较落后。通过借鉴了当今世界上先进飞机技术水平的发展路线,通过大量基础高新技术的研发与运用,以及模块化生产与自动化单元技术的综合运用,逐步进行到了智能化生产与新型数字化工厂的建立与改善上,并把精益管理理念运用到了工厂的整体经营管理模式上,以支撑着飞机生产装配技术与数字化经营管理模式的发展。我们必须采取以下措施缩短我国科研与国外领先水平之间的差距。第一阶段是基础科技研发与应用的阶段。目前,我国通过与国内各领域专业公司以及国内外著名科研院所的联合,在激光雷达技术、激光技术在飞行器物位检测中的应用、激光雷达技术在飞行器物位检测中的应用等领域已开展了若干探讨与研究,激光雷达技术在飞行

器高度检测中的应用,以及激光雷达技术在飞行器高度检测中的应用。

八、飞机装配数字化技术质量管理的内容与应用

现代航空器制造企业对于装配工艺技术的主要发展趋势,是数字化装配。把航空器零件的数字化装配过程,划分为:通过对全机的数字化样机图和详细方案设计,确定了航空器的主要工艺分离面,并给出了总体工艺技术方案;根据总工序计划,给出了各部分的详细制造安装计划,并给出了工艺安装的基本技术条件。由施工机械装备设计总监根据基本技术条件,进行了施工机械装备总体设计工作;并通过计算机软件虚拟仿真技术对整个制造安装流程进行了仿真,以找出干涉零件,从而优化了产品设计、工艺安装方案设计和工装设计方案;采用最先进的光学仪器,包括了激光跟踪仪、装配与施工的机械以及电子设备。而飞行器数字化装配技术则是各种先进计算机技术的综合运用,包括了数字化装配技术、数字化柔性装配工装技术、光学检测与反馈技术、数字化钻铆技术、数字化集成控制技术等。

九、总结

总之,目前我国航空制造业的飞机装配技术还比较落后,但只要我们足够重视通过现代技术手段提高装配技术水平,就可以逐步提高飞机装配水平,加快航空制造业全面发展,为中国居民的飞机出行提供更多保障。

参考文献:

- [1]汪满新,黄田.1T2R3自由度并联机构拓扑结构综合[J].机械工程学报,2015,51(17):36-41.
- [2]王珉,曾长,陈文亮,等.一种用于飞机装配的八足并联自主移动机构[J].机械工程学报,2013,49(15):49-54.
- [3]王亮,李东升.飞机数字化装配柔性工装技术体系研究[J].航空制造技术,2012,403(7):34-39.