

贯穿柔性装配的数字量主线 ——数字化测量技术

——一条数字量主线,一双传递信息的眼睛

Digital Measurement Technology for Flexible Assembly

中航工业北京航空制造工程研究所 李光丽 邹方 卜泳



李光丽

工程师,现工作于北京航空制造工程研究所数字化柔性装配研究室,主要研究方向为数字化测量辅助装配技术。

在飞机数字化柔性装配系统中,测量是“眼睛”,计算机软件是“大脑”,控制系统是“神经”,自动化装备是“手脚”。测量系统的目的是为了更准确地看到物体,进行识别,并将有效的信息传递给大脑。随着数字化柔性装配技术的发展在航空企业中越来越受到重视,数字化测量技术

数字化测量技术通过数字化的设计手段,实现了装配数字量协调关系的传递,从而使得装配过程更加有据可循,装配误差等问题能够及时发现和控制。数字化测量已经不能简单理解为“质检”,数字化测量技术是飞机制造和装配流程中的重要环节,是制造和装配质量保障的基本手段,是实现数字化协调的基本前提。

为数字化柔性装配技术的发展提供了不可小觑的支撑作用。现代飞机设计已经开始大量采用数字化设计手段,特别是近年来,基于全三维数字量信息的飞机设计与制造技术使得装配过程也可以依靠全三维单一产品数据源信息进行过程检测与控制。因此,数字化测量技术通过数字化的设计手段,实现了装配数字量协调关系的传递,从而使得装配过程更加有据可循,装配误差等问题能够及时发现和控制。数字化测量已经不能简单理解为“质检”,数字化测量技术是飞机制造和装配流程中的重要环节,是制造和装配质量保障的基本手段,是实现数字化协调的基本前提。

数字化测量技术的作用

随着数字化测量技术与测量设备的发展,数字化测量技术逐渐形成数字化柔性装配集成的趋势。借助数字化测量设备和手段,使数字化测量技术作为一条主线贯穿于装配过程的始末,从装配坐标系的设计与建立、工装夹具的安装与检验、模具的检测与误差传递、零部件的姿态测量与定位、装配可行性分析到装配质量检测与评估,都离不开数字化测量技术。数字化测量技术将三维数字信息直接与装配过程相连接,辅助装配过程自动化完成,通过对装配部件关键协调特征的定义与测量,在装配过程中完成对关键特征信息的测量采

集,完成装配部件的位姿分析与准确定位等工作,实现自动化装配过程。

图1展示了在柔性装配过程中数字化测量技术的应用与作用。在装配过程的各个阶段,结合数字化测量设备特点,针对装配技术需求,数字化测量技术辅助装配过程实现了不同的功能。在工装夹具安装与检验校准过程中,数字化测量技术可以帮助实现工装的安装、零件互换性检测、边缘测量、模具与夹具的校准检验等任务。结合自动化设备,在装配阶段通过测量引导,实现机器人的二次定位;通过对壁板的测量,实现壁板的自动准确定位,完成自动制孔任务;利用机器人夹持扫描设备,自动扫描装配的配合区域;测量部件上的水平测量点,计算部件位姿,实现自动化对接过程。测量数据分析在整个装配过程中也尤其重要,随着MBD技术的深入应用,基于三维数模自动提取检测相关信息,自动生成装配检测指令与检测规划;结合装配数模设计装配坐标系,通过关键特征点实现各零部件与工装之间的空间位置协调;针对扫描数据进行逆

向工程数据分析,实现虚拟装配与干涉分析等功能。总之,数字化测量技术已经渗入到数字化柔性装配的各个阶段中,与数字化柔性装配实现了高度集成。

数字化测量设备的应用

基于数字量协调的数字化柔性装配技术离不开数字化测量技术。数字化测量技术同样离不开数字化测量设备。目前,市场上的多种数字

化测量设备已经广泛应用于装配过程。常见的测量设备有激光跟踪仪、室内GPS、照相测量系统、激光雷达等。激光跟踪仪测量技术发展较早,已普遍应用于飞机的大部件对接定位测量与反馈、自动制孔与产品安装的定位测量、工装的数字化测量与校准、飞机水平测量、基于测量辅助的机体骨架装配数字化定位等数字化装配领域。如图2展示了在部件对接过程中,激光跟踪仪的“眼睛”作

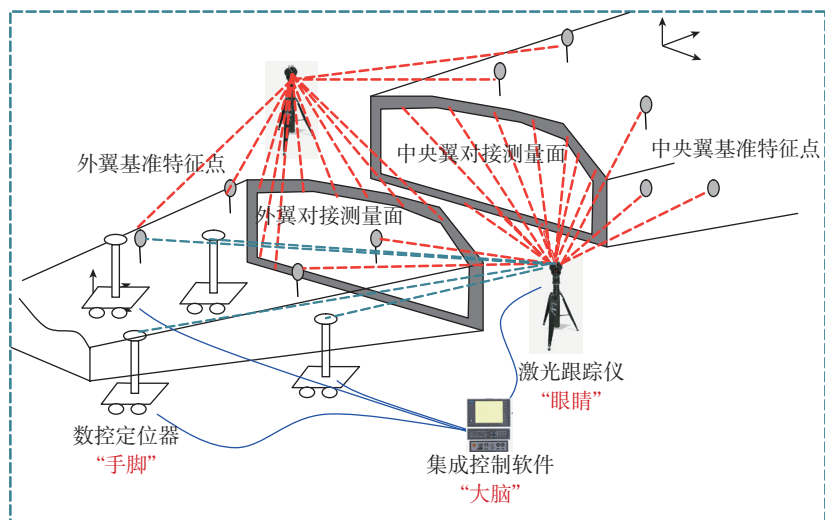


图2 激光跟踪仪在数字化对接中的应用

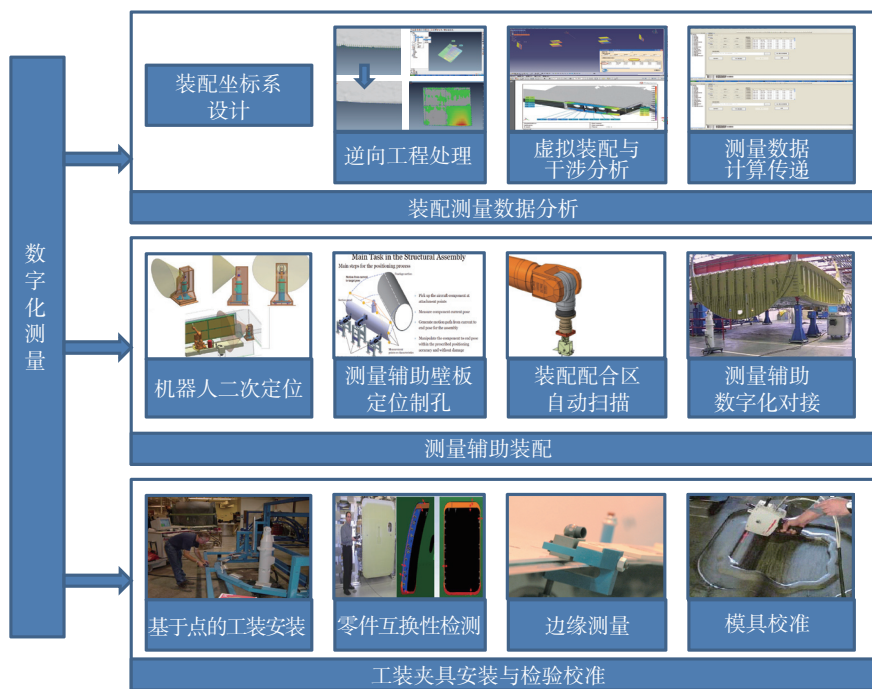


图1 数字化测量技术在柔性装配中的应用体系

用。对装配过程进行正确监控、检测、分析、处理,准确地保证装配过程的顺利、可靠、正确。

通过对激光跟踪仪的6D测量装置进行测量软件二次开发,能够使其用于对并联定位器的定位引导。利用6D测量实时返回定位器的位姿数据,对定位器进行姿态调整,一旦调姿到位,将定位器锁紧。利用测量引导人工调整的方式,减少了控制器的成本,提高了并联机构的定位精度,如图3所示。

室内GPS系统具有测量场可扩展、支持多工具多用户、布局灵活而简单、多系统并行测量和无遮挡等优点。能够建立一个大的空间坐标系,并且一旦建立后,所有的测量任务,如坐标测量、跟踪测量、准直定位、监视装配等都能够在这个坐标系



图3 激光跟踪仪6D测量装置应用

下完成。如图4所示,发射器固定在墙壁上,一旦测量场建立,即可通过接收器实时测量采集数据,用于对AGV小车的导航以及对机器人和产品的定位。

数字化照相测量系统通过对物体表面进行照相测量得到点云信息。由于照相测量系统测量速度较快、灵活性强,因此可以应用于大型零部件的测量。主要用于产品外形尺寸检验、测量辅助装配、快速成形、逆向工程、产品预装配等方面。

激光雷达可应用在如下领域:飞机部件的质量检测,飞机装配中零件或部件的实时定位,工装和装配的检测、工装夹具的监控和定位与逆向工程等。激光雷达在柔性装配中的应用还需进一步研究与实践。

针对大型零部件测量,无论哪种测量设备,都面临测量误差累积的问题,例如对于激光跟踪仪,多次转站会带来测量误差;对于激光雷达与

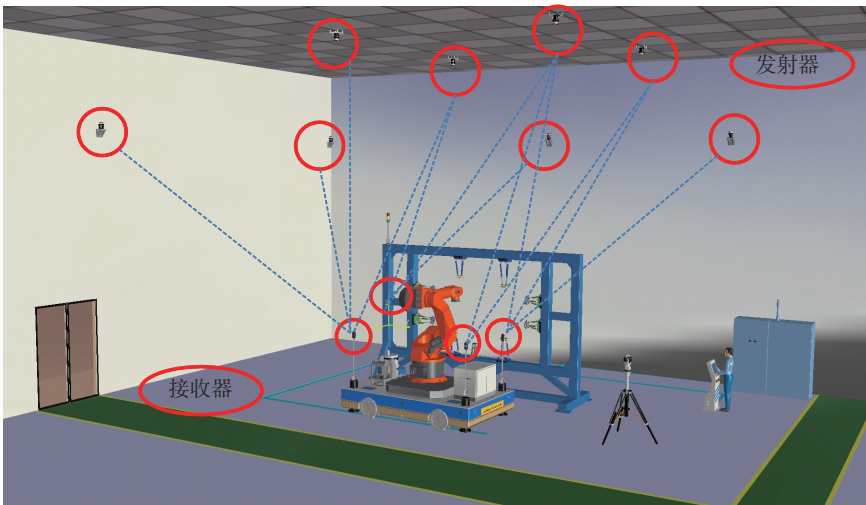


图4 室内GPS在自动化制孔中的应用

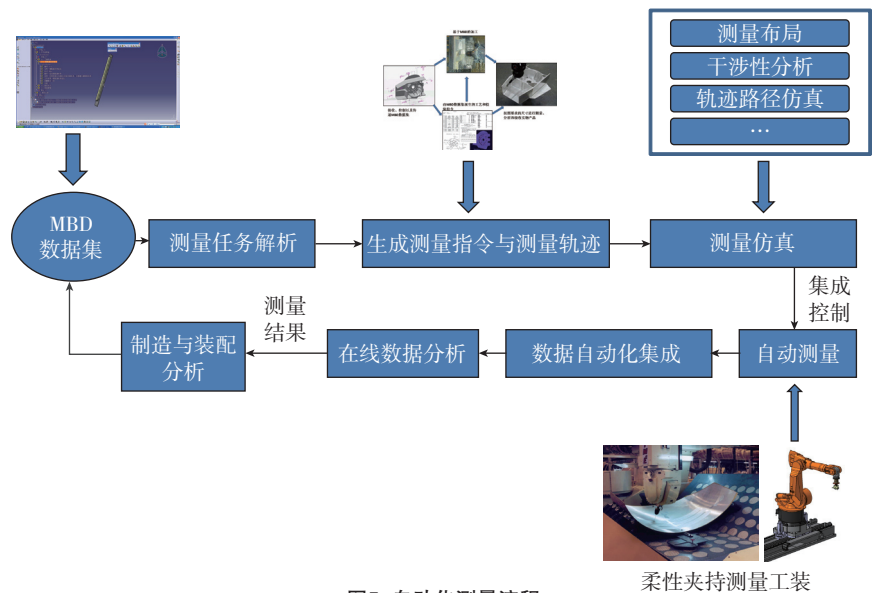


图5 自动化测量流程

照相测量技术,由于要进行多幅测量点云的拼接,在拼接的过程中会造成一定的误差累积。因此在数字化测量与数据处理过程中,一定要重视如何有效消除测量过程中的误差累积问题。

自动化测量的需求与发展

目前,国内基本采用人工测量的方式,存在耗时长、操作繁琐、测量误差较大的问题。为了响应数字化制造与装配的效率与精度,必须大力发展和推广自动化测量技术。自动化测量集成了 MBD 技术、自动测量柔性夹持设备、测量设备、集成控制与

数据处理软件等方向。若要实现自动化测量技术,自动化测量流程中,首先基于 MBD 技术,提取三维产品与装配数模中的测量规划信息,自动生成测量指令与测量路径轨迹,通过测量仿真后,将指令信息传递给自动测量夹持设备与测量设备,通过集成控制软件按照测量指令采集数据。数据采集完毕后,自动保存在集成控制软件中,并通过测量数据处理软件直接将数据处理成用户所需求的数据文件,并下载到相关制造与装配分析模块中,实现测量信息集成功能。基于 MBD 技术与柔性夹持工装的全自动化测量技术,有效提高测量的效率与精度,也是数字化测量技术发展的重要方向。自动化测量流程如图5所示。

总之,数字化测量技术在飞机数字化柔性装配中的作用越来越重要,采用基于数字化测量技术的飞机数字化装配系统不仅可以大幅提升现代飞机数字化装配的质量和效率,而且更能适应上层的飞机数字化设计。数字化测量技术正逐渐改变传统的模拟量传递模式,它将带动我国飞机生产模式的深刻变革,有利于实现飞机的先进数字化柔性装配,增强我国航空制造业国际竞争力。(责编 亿霖)