

# 飞机数字化装配技术的发展与应用

蔡国庆, 高育辉

(中航西安飞机工业集团股份有限公司, 陕西 西安 710089)

**摘要:**我国目前由于科学技术水平发展十分迅速,航空制造业水平也有了长足提高。数字化柔性安装工艺技术一直在中国航机发展作为重要的工具,但伴随我国航空运输业务的蓬勃发展,在发达国家也受到了很多制约。而目前,我国也对我国航班现代数字化柔性安装工艺技术做出了新的进一步发展要求,为此,本文对我国航班现代数字化柔性安装的重点核心技术进行了分析,并介绍我国航班现代数字化柔性安装重点核心技术的进步情况,以供参考。

**关键词:**数字化;装配技术;航空技术

**中图分类号:**V262.4

**文献标识码:**A

**文章编号:**1004-7344(2022)36-0124-03

## 0 引言

现阶段,由于新型飞行器装配所需时间较长,需要投资的成本费用也过高,不利于经济效益的提高。这就要求在新飞行器柔性装配工装研究过程中,必须重视新技术在实际工作中的运用,特别是新技术运用过程中,必须对新飞机制造流程及其生产时间进行合理的管理。唯有如此,可以有效减少新型战斗机生产周期,同时促进航空生产产品质量的提高。鉴于此,在航空柔性工艺装备研发过程中,有必要提高柔性装配工装的运用,同时不断完善生产管理模式,可以使得航空生产公司的效益提高。

## 1 飞机装配特点及发展趋势

航空拼装是将各零部分及组成件按照我国工业生产标准规定,互相准确位置、并通过标准的连接方法,安装成机件及成品装置的工业生产流程。受飞机结构特性和结构刚度等因素影响,在航空组装中大量使用了铆合和螺接等机械连接手段。自20世纪50年代开始,电子化信息技术在国外航空工业中广泛的运用,并经过了由电子化信息技术的单个使用,到数字化系统集成使用,再到数字化协同设计制造和企业全一生同期数据信息信息的发展历史。现代化飞行器工程设计制造生产科技以全面应用现代数字化商品概念、商品信息系统、并行系统工程以及虚拟现实设计制造科技为重要标识,从本质上改变了飞行器传统单一的设计制造工业生产方式,明显提升了工业生产技术标准,并获得了较好的国际社会效益。数字化组装工艺融合了现代工业界各领域中最先进的科学技术成果,如数字化信息技术、虚拟现实技术、激光追踪定位技术、

自动控制技术等,但它已完全不同于传统的航空组装工艺。而现代航空数字化组装工艺已以自动化、数字化、柔性化和信息化为主要特征,显著改善了航空组装品质和效果,同时还增加了航空的疲劳寿命。先进工业科技的迅速发展促使着飞机制造工艺技术出现了本质变化,并逐步建立了现代数字化飞机制造工艺技术系统,所应用的新概念和新科技主要表现在现代数字化的设计理念、柔性生产安装工艺技术与装置工艺技术、现代数字化联接工艺技术、现代数字化手动联接工艺技术、移动控制、现代数字化的柔性生产安装线。

## 2 国内外飞机装配技术现状

### 2.1 飞机装配技术不够成熟

因为中国对飞机组装关键技术的研发时间并不长,而且有些应用还没有成熟。同时国家对航空组装技术的投入也不到位,使得航空组装技术的配套不齐全,在一些方面缺少技术。有些飞行器的组装生产甚至是手工作业,严重影响了航空组装的品质和效果,安全和稳定性<sup>[1]</sup>。

### 2.2 飞机的制孔质量存在问题

目前,在中国的飞行器制作企业最普遍的飞行器制作材料都是复合,尽管复合的应用已经让飞行器的总体参数获得了很大的改善,不过,也因为复合自身存在问题,其在实际应用流程中却极其易于产生制孔质量的问题。其中主要表现如下:①由于部分飞行器制作企业在实际的制孔作业中,还是采用了传统简单的机械制孔方法,因此这些方法在实际应用流程中很易产生孔径椭圆和复材分层等各类问题,从而极大下降了飞行器制作专业的质量。②由于手动制孔方法对工作

人员的专业知识水准和技术力量也存在着高度的要求,否则将会增加在制孔工作过程中发生故障的概率,并最终直接影响制孔管理工作的效果<sup>[9]</sup>。由于部门承担飞机制造与安装的人员的能力尚有待进一步提高,这正是直接影响中国航空制孔产品质量的主要原因。

### 2.3 大尺寸框梁骨架的装配精度不高

随着中国航空事业的不断发展壮大,国家也对中国航空制造过程的效率与品质提出了更高要求,从而使飞机的骨架与零件生产逐步朝着规模化方向发展。而飞机骨架零部件的大型化又使得在零部件生产过程和组装过程中很易发生变形情况,如果是无法采取相应的检验措施和控制措施将很难提高飞行器组装的实际精确度。就目前状况而言,由于很多飞行器制造商在进行组装过程中并不掌握科学合理的检验措施和控制措施,往往在检验和操控流程中出现很大的问题和疏漏,以至于飞行器组装手段无法适应于飞行器设计的技术特点。

## 3 现状的解决策略及措施

### 3.1 注重国际合作

根据社会大环境来看,国际化合作已是大趋势,可根据合作内容,并开展多种形式的工作。然而经过调查发现,国内实行国际合作的模式还不是非常多,所以相关人员应当不断学习并吸取其他先进国家的技术,结合自身的优势来完成创新。在工作的过程当中,还可以统一协调和部署数字化技术的计划和实施,用较短的时间突破飞机在装配方面的技术瓶颈,缩短关键技术的攻关时间。

### 3.2 柔性装配工装的仿真试验技术

众所周知,由于在飞行器柔性的工装结构配置时,机械结构往往较为繁杂,并且数量庞大,致使工程技术人员在装配工装所需的时间较多,也非常容易发生质量问题,这就要求工程科技人员必须对工装仿真测试技能的运用引起充分的重视,才能保证飞行器工装装配工作迅速进行。一般情况下,在飞行器设计完成以后,应当进行对飞行器结构中的重要零件进行模拟分析,重点针对机械构件的强度、刚性等,但与此同时,也要求科技人员对操纵平台及其操控工具的机械结构状况的分析引起足够的重视,由此可见,如果模拟检测工作烦琐,采取了相应对策后,将操作工作加以了合理的简化,就可以保证模拟检测工作迅速进行。所谓仿真测试,重点就是通过运用现代先进信息技术构建了柔性装配工装仿真的过程,同时对各环节使用要领进行了

明确,从而保证实际装配工装顺序的准确性。

### 3.3 数字化装配定位技术

数字化安装位置信息技术一般包含了柔性位置信息技术、特征位置信息技术和数值检测位置信息技术:①柔性位置信息技术能够运用柔性装饰件使不同商品的位置要求得以实现,使飞机组装的总体品质获得了有效保证。②特征位置工艺是运用数控工艺技术中的安装孔工程设计和配合面、工序特性、工艺孔产品设计及其数字化位置等方法进行各种零部件的相互位置,使飞行器组装时具备更高的质量和一致性。③数值检测位置工艺则是运用现代数字化检测装置和相关检测系统进行工作,按照飞行器产品设计要求的位置条件和构造特点实现精密位置。

### 3.4 数字化装配检测技术

由于当前飞机制造的结构日趋复杂化,传统的检验技术手段已无法适应于飞机制造的精度要求和高效需求,而先进装配检验技术手段不仅能够有效提高检验效果和检查品质,而且所有复杂零部件、超大型零件中的设计阶段、生产阶段和组装阶段均可以提供非常好的检验效果,从而逐步建立统一的检验流程<sup>[9]</sup>。同时,为了实现先进组装测试技术手段的有效运用,还应当主动地引进激光跟踪仪、激光扫描仪、镭射雷达、IGPS和三维空间位置测定机等各类现代先进测试设备,并利用先进电子计算机信息建立测试分析管理系统和配套测试计划管理系统,以便于有效地实现先进组装测试的工作目标。

### 3.5 自动化精确制孔技术

航空器在组装过程中,还必须使用自动精密制孔技术,以便完成机械间的衔接,并紧固航空器的整个装置。由于现阶段在航空器制孔工作中,一般情况下都使用的是人工制孔方式,因此这种制孔方法的精细程度尚有待于进一步提高。此外,由于人工制孔方法在实践过程时,所要求的组装时间也较长,从而降低了飞机制造与组装的效率,并影响其他产品组装工作的开展。所以,通过使用自动化精密制孔技术,就能够在较大程度上改善航空产品制孔的精度,从而提高制孔工作效率。同时,通过使用自动化精密制孔技术还能够节省生产成本,从而提高了公司的经营效益。

### 3.6 提高喷涂工作的效率和质量

如今,由于工业机器人科技的蓬勃发展,在中国汽车制造产业当中已经开始有规模的应用工业机器人开展喷漆工作。而喷涂工业机器人技术不但在汽车行业

当中获得了充分运用,同时在航天发动机生产当中也获得了应用。因此通过应用工业机器人技术开展喷漆工作也具有相当多的好处,比如能够有效降低喷腔的使用率、扩大了喷漆的可作业范围、提高了喷漆工作的灵活性,以及可以减少资源浪费的状况出现等等。以发达国家美国为例,在美国航空航天产业当中部分飞机的机型由于尺寸很大,所以喷漆起来也相当困难<sup>[9]</sup>。为此国家使用了大规模的喷漆自动化机器人控制系统进行喷漆管理工作,该控制系统主要由四只喷漆自动化机器人所构成,同时每个的自动化机器人都能够实现单独作业,通过应用该技术使喷涂精度达到了百万分之一。

### 3.7 挖掘自身潜力,建立人才激励制度

当前,人员应当清楚意识到要想在当前背景下拥有一定的地位,那么就必须要保证人才的专业能力与水平。在此种情况下,管理人员应当结合当前情况制定更加具有针对性的人才培养计划,学习当前较为先进的飞机组装技术,从而确保我们国家飞机装配行业的进一步发展。在具体实践的过程当中,有关人员应当以国际合作为牵引,充分了解当前背景并建立健全人才激励制度。定期针对培训的内容进行考核,对于考核成绩较好的人员应当给予奖励而对于考核成绩较差的人员进行批评,保证赏罚分明来激励人才学习的积极性。

## 4 技术前景及应用

### 4.1 柔性装配工装仿真测试技术的研究应用前景

数字化柔性安装作业也是整个环节中较为关键的一步,通过企业对该技术的有效运用能够提高企业整体安装作业的效率程度,同时对提升作业的质量来说也有一定的促进意义。此外,对该技术的合理运用也能够减少企业在此方面的成本投资,同时对于公司效益的提高而言也有很大的作用,所以在企业今后的飞机制造的工作中,对该技术合理的运用也必将是该领域日后的发展趋势。随着当前社会经济条件和科学技术水平的快速发展,对各个产业的工作品质需求也愈来愈高,就飞机组装工作的发展水平来讲也不例外,要想更好适应多元化的经济发展要求,就必须加强对各种技术的合理运用来提高飞机组装工作品质和水平,从而实现飞机整体工作效率比的提高<sup>[9]</sup>。此外,目前的飞机信息化水平也在日益提高,在飞机组装工作中,通过合理运用各种技术就能够达到,该飞机制造工作的高度自动化,也促使了技术向高度电子化等各领域发展,同时,随着该技术的迅速发展,也促进了飞机整个组装工作的资源占有面积减少,对于提高飞机资源使用率

来说具有一定的帮助效果。

### 4.2 数字化装配工程应用情况

中航工业成都飞机公司紧紧瞄准了海外发达区域在飞机制造工艺流程中现代数字化组装制造工艺科技的新发展趋势,并根据中国当前国情和企业新的未来发展计划,在“实施自主创新、提高核心技术和管理工作技术能力”总体设计工作目标的指导下,在现代数字化组装应用领域开展了主动并卓有成效的研究,根据全方位完成组装制造工艺、精密位置、制孔、工件对合与精机械加工及其测量监视、业务流程管理工作的数字化来建设现代数字化组装工厂和形成完善的现代数字化组装管理体系,对现代数字化组装控制系统具体给出了三项根据的工艺科技要求,即:根据组装工艺流程以确保产品工序延续性,根据测量设备的数量协调、传输和管理工作以确保产品环节的闭环性,根据数模驱动设备以确保生产依据的一致性和作业的方便,最后采用开放式伺服移动安装定位平台+数控五坐标式多作业单位移动龙门制孔机器的组合型式,分别装备了位置管理系统和制孔设备,完成了机器人工作业和设备自动作业之间的解耦。

## 5 结语

飞机数字化装配技术、仿真技术、数字化制造管理技术已在广泛的应用,也是产品、工艺设计必需环节。在新时期的背景下,有关人员应当对传统飞机装配技术进行创新,将生产效率与质量提升上来,促进我国内部相关产业的发展。目前国内相关企业在这方面的研究、应用较国外先进厂家还有一定的差距,所以应当使用数字化技术对飞机装配生产线进行创新<sup>[4]</sup>。

### 参考文献

- [1] 李星辰.飞机数字化装配技术的发展与应用[J].中国航务周刊,2021(40):56-57.
- [2] 陈金祥.飞机数字化装配技术的发展与应用[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2019(9):162-163.
- [3] 项伟,李如玉.飞机数字化装配技术发展与应用[J].技术与市场,2017,24(12):199.
- [4] 郑文利.飞机装配质量数字化检测技术研究及应用[J].科技创新导报,2018,15(12):6,8.
- [5] 陈雪梅,刘顺涛.飞机数字化装配技术发展与应用[J].航空制造技术,2014(增刊1):60-65.

**作者简介:**蔡国庆(1988—),男,汉族,陕西延安人,硕士研究生,工程师,研究方向为飞机数字化装配技术。