

立足坚实基础 实现创新突破

——访数字化制造与柔性装配技术
研究室刘华东主任

Realize Innovative Breakthrough Based on Solid
Foundation

本刊记者 亿霖

亿霖：作为北京航空制造工程研究所(以下简称“制造所”)数字化制造与柔性装配技术研究室主任,请您介绍一下研究室的科研布局以及近年来取得的成果和突破。

刘华东：早在20世纪90年代,波音、空客公司在解决零件高质、高效数控加工的同时,便开启了飞机数字化柔性装配技术先河,这种装配技术将柔性工装系统、自动钻铆设备、数字化测量系统以及物流智能导引小车引入装配现场,产品质量和生产率得到了大幅提升。

面对波音、空客的飞机先进装配技术,2007年伊始,中航工业制造所成立了“数字化与柔性装配技术研究室”。建室之初,专业人才10余位,装配课题不到5项,总经费才几百万。但制造所始终致力于飞机装配基础技术研究,在定位、制孔、连接等3大方向大刀阔斧、卓有成效地开展,积极主持并参与国家科技指南和规划的编写。目前,研究室已发展成为一支由工艺、机械、电气、软件

4大专业人才组成的技术团队,拥有各类专业人才40多人,从国防预研、民机科研等到型号关键技术攻关,落实课题50多项,总经费上亿元。


自2005年制造所率先提出“数字化柔性装配技术”理念以来,制造所直接或间接推动了此项技术在航空、航天制造领域的工程应用,成功推动了西飞、沈飞、成飞各大型号柔性装配单元与生产线的启动、建立和完善。至今已连续6年成功举办“数字化柔性装配技术论坛”,收到了非常好的效果。与此同时,制造所也相当重视产品质量和品牌效益,2009年注册了“航玉”商标,创造了良好的社会和经济效益。“十一五”期间,制造所主持完成了“五坐标翼面类制孔设备”、“柔性夹持工装系统”、“柔性导轨制孔系统”、“数字化机翼大部件对接系统”以及“部装、总装生产线的规划”等科研与工程化应用项目。“十二五”期间,制造所不断开拓在各大主机厂型号的工程化应用,实施研制了ARJ21飞机机头

与前机身自动对接系统、中央翼装配系统、飞机机翼壁板装配系统、机翼对接区制孔系统。几年间,在航天领域,制造所成功进行了航天运载火箭、导弹和空间站的装配方案设计,如火箭筒体自动化电磁铆接、火箭筒体自动钻孔系统、弹体舱段对接、空间站舱段装配支撑系统等。

制造所数字化柔性装配技术也已经融入到我国飞机型号研制中。2009年承担了我国某型飞机的机翼大部件数字化对接系统研制,突破了大部件调姿算法、轨迹规划、可装配性评估、仿真可视化等关键技术,成功完成多架机翼的对接,系统对接精度为国内最高。另外,制造所创造性地提出了数控多点定位可重构工装并成功交付,完成了2个飞机型号后机身的定位装配。

总之,经过9年的艰苦奋斗和不懈努力,经过基础技术的攻关,制造所在装配技术单元、分系统、系统、生产线等方面取得了长足进步,研究内容涵盖了低成本可重构工装、电磁铆

接、自动钻铆、机器人、大部件对接、螺旋轨迹制孔和飞机装配生产线规划,在装配工艺、设备研制、数字化测量以及系统集成等方面形成了技术体系和各具特色的技术亮点,通过“十一五”及“十二五”的科研攻关,制造所已经形成自己独特的技术谱系和产品系列,取得了丰硕的成果。

: 飞机柔性装配技术及关键装备是新一代飞机制造技术的重要内容,大型飞机柔性装配技术是我国航空企业近年来重点研究方向之一,请您具体谈谈近年来我国在柔性装配技术的研究和应用实践方面取得的进展,还有哪些关键技术需要攻克?


刘华东: 数字化柔性装配技术的研究和应用在国内起步较晚,随着军、民机型号的研制和生产,以及近 10 多年来为波音、空客等公司的飞机零部件转包生产,国内在飞机装配技术方面积累了一定的技术基础。通过“十五”、“十一五”期间在飞机柔性装配技术方面的研究与探索,国内相关科研院所和主机厂已在飞机柔性装配的一些专项技术方面获得突破,在飞机数字化检测、少型架装配、自动钻铆、机器人装配等方面取得了空前的成功,陆续推出了自主创新的低成本可重构工装、特种制孔单元、运输移动平台等一批设备,如制造所研发了翼面类部件自动制孔系统、机翼大部件数字化对接系统、柔性夹持工装、便携式柔性导轨自动制孔系统等。数字化柔性装配技术也已经从部装进入总装,迈向生产线。

但目前国内飞机装配技术大量采用传统型架进行人工装配,装配的自动化和柔性化水平较低,在组合件、部件装配和对接 3 个装配环节自动化装配系统应用程度较低,数字量协调、定位和检测未贯通飞机整体装配过程;面向装配的设计理念还未形成共识,装配生产线管理技术和观念落后,基于精益制造理念的移动生产线技术还处于探索阶段。

数字化柔性装配的关键技术主要包括数字化柔性装配关键支撑技术和关键应用技术。关键支撑技术主要涵盖了与飞机数字化柔性装配相关的设计及工艺技术,主要包括:面向数字化柔性装配的飞机产品数字化设计技术、数字量装配协调与容差分配技术、装配工艺技术、离线编程与仿真技术、装配生产线技术等。


数字化柔性装配关键应用技术主要针对装配过程中定位、制孔、连接、测量、控制等环节,主要包括:工装定位技术、自动化、精密制孔技术、长寿命连接技术、大尺寸精密测量技术、多系统集成控制技术等等。

下一个 5 年,要结合我国的工业化和信息化高度融合的发展战略,在智能制造的顶层设计上,下大力气开展“智能装配”技术。要结合我国当前国情,在飞机的自动化装配上补好这一课。

: 随着新材料、新结构在飞机上的不断应用,对飞机的装配技术提出了哪些新的要求? 制造所将会有哪些针对性研究?

刘华东: 飞机装配面向的是一个多材料、多结构、多工艺的复杂系统,随着飞机装配新材料、智能结构的引入,我们要从飞机的设计、加工、定位、制孔、检测、连接、生产模式等诸多方面来重建装配技术体系,要深入研究自适应装配、少应力装配、在线检测等技术。

制造所要研究新的装配工艺方法,如关注复合材料的装配、复合夹层的制孔、少应力装配、智能机器人装配等;关注恶劣飞行环境(海洋)下飞机的装配,比如海洋环境的防腐和长寿命连接等问题;要关注少应力装配,强迫装配会带来装配变形,使飞机结构产生装配残余应力和局部应力集中,极大影响飞机使用寿命和飞行安全;要应用容差分配技术,从产品的设计、制造、装配、维护全生命周期来考虑少应力装配。

: 要想快速提高我国的飞机装配技术,在行业合作以及人才培养等方面您有哪些独特看法?

刘华东: 作为航空工业制造所,使命就是为飞机制造提供关键工艺装备。飞机数字化柔性装配要做到位,就必须把飞机产品的结构和工艺吃透,并抓好飞机装配的顶层设计、技术体系梳理,致力于飞机组合件、部件、总装等装配技术的研究,紧紧围绕定位、制孔、连接 3 方面开展工作,突破末端执行器、系统集成控制、生产线规划、物流管理等关键技术。要与主机厂所在工艺需求与技术上互动起来,工厂的责任就是提供好的工艺规划,作装配系统的需要分析。所有国外飞机自动化装配成功案例,无一例外是设备提供商与飞机制造公司的紧密结合的产物。主机厂要根据自身的实际情况,进行整体规划,分步实施。从点做起,到面,再到生产线,在实施过程中,不断完善工艺、机械、电气、测量、软件等综合技术的应用。

飞机数字化柔性装配技术是集机械、电气、自动控制、光学测量、信息处理以及生产管理等多学科为一体,构成了多学科交叉的技术体系,由此,对人才提出了更高要求,需要一大批高水平的多学科复合型人才。为确保制造所的装配技术水平与国际接轨,我们将积极与国内外有关学术单位、知名人士有效地建立多种形式的科研联络体系,同步锻炼出一批高级研究人员,培养出一批水平较高的学者。

制造所在数字化柔性装配技术上已经勾画了未来 20 年发展的蓝图,形成了智能装配技术的技术体系和技术路线图。在未来,数字化柔性装配技术还将扩展到我国的直升机、发动机上,谱写数字化柔性装配技术的新篇章,为我国的飞机数字化柔性装配作出更大的贡献!

(责编 亿霖)