



黄翔 HUANG Xiang

南京航空航天大学机电学院教授
Professor, College of Mechanical and
Electrical Engineering, Nanjing Uni-
versity of Aeronautics & Astronautics
飞机装配工程研究中心主任
Director of the Aircraft Assembly
Engineering Research Center


教授、博士生导师。从事飞机装配、数字化测量和智能制造等领域的教学和科研工作。近年来,主持国家自然科学基金、“863”重大专项、工信部民机专项、大型客机攻关、航空基金、国家型号工程等科研项目 20 余项。在飞机装配和数字化测量等领域取得了具有自主知识产权的创新性成果:将数字化测量技术引入飞机制造领域,研发了飞机零部件检测、全机外形和水平测量系统;将数字化测量和飞机装配相结合,开展了基于实测数据的飞机装配,研制了集全向移动、柔性支撑、数字测量定位、自动调姿和机器人自动执行为一体的飞机装配系统;研发了重载智能全向移动平台并实现了工程化生产。获得省部级科技进步奖 8 项、发表学术论文 120 余篇,授权发明专利 10 余项,主编著作及教材 2 部。

探索智能装配技术，助力大飞机腾飞

——访南京航空航天大学机电学院教授黄翔

Exploring Intelligent Assembly Technology to Promote Development of Large Aircraft

本刊记者 海山


: 请简单介绍下实验室目前主要的研究方向及研究内容。

黄翔: 南京航空航天大学飞机装配实验室依托于航空宇航制造工程国家重点学科,并与中国商飞公司联合组建了“民用飞机先进装配技术

中心”,其研究方向是围绕飞机装配布局的,包括飞机装配协调、装配仿真、数字化检测、数字化装配定位、装配连接、智能装备等,涉及面较广,并在飞机装配、数字化测量和机器人的融合应用上形成了鲜明的研究特色。


飞机装配实验室建设有激光跟踪仪、iGPS、激光雷达、摄影测量、三维激光扫描、激光投影、机器人、飞机装配试验系统、全向移动平台等先进的实验仪器和设备。目前,数字化测量技术已经广泛应用于飞机装配中的各个

环节,如何整合各种测量设备、优化测量方法、融合多系统的测量数据、形成科学的测量方案并与飞机装配进行深度融合应用是我们研究的重点。这里说的飞机装配和数字化测量的深度融合应用是指数字化测量不仅是飞机装配的辅助手段,而是从更广的维度上贯穿于飞机装配的全过程,在更深的程度上是装配数字化测量获得的实际模型,也就是我们所说的基于实测模型的飞机装配,以期有效解决零部件在实际制造过程中由于制造偏差和变形等引起的装配协调问题。随着智能制造时代的来临,将机器人和全向移动技术应用于飞机数字化装配中,满足航空制造中的自动化和智能化要求,提升航空装备水平,也是我们研究的重点。


: 团队参与了 C919 的部分装配工作,大型民机的装配相比于其他机型,存在着哪些技术难点?如何有效保证各大部段的顺利对接?

黄翔:近年来,我国航空工业发展迅速,C919 的成功研制标志着我国民机事业的发展进入到大飞机时代,我们团队有幸参与了大部件对接装配和数字化测量方面的一些科研工作。大型客机的研制是一个从无到有的过程,相比于军机,在市场及客户、项目管理、技术管理、质量管理、适航管理和供应商管理等方面都有差异性。单从技术上说,大型客机具有尺寸大、零部件异地协同制造、装配环境差异性大等特点,使得其对接装配更为复杂,在大型结构件的柔性支撑与定位、大部件的精确测量与对接、异地制造部件的装配协调、部件的精确制孔铆接等方面存在难点。如为适应异地协同制造的组织模式,就需要对大部件装配界面进行严格的管控,为此我们采用预先对大部件的装配界面进行数字化测量,并根据测量数据进行装配协调分析和优化,这样即使出现协调问题也可以方便地由原制造商调整,从而有效保证了

各大部段的顺利对接装配。

: 飞机制造过程中有近一半的时间用在装配上,在提高装配效率方面,此次 C919 的装配过程中团队做了哪些有益的尝试?

黄翔:航空产品结构复杂、零部件数量多、协调性和尺寸精度要求高、装配过程繁杂,飞机装配工作量几乎占飞机制造总工作量的一半,因此在保证飞机装配质量的前提下,提高飞机装配效率对企业是有其现实需求的。飞机装配效率的提高是系统性的,就对接装配部分而言,是通过研发与企业信息管理系统集成的集数字化测量、柔性调姿定位和自动对接装配为一体的对接装配系统来实现的。其中数字化测量的占比较大,为提高测量效率,一方面是通过构建与大型客机尺寸相匹配的精确测量协同控制网系统实现的,以解决不同测量设备的数据耦合问题,同时需要对测量数据、测量误差、坐标转换误差等进行有效集成管控;另一方面,一般来说飞机自动对接装配的数据主要源于在线测量,而我们在进行事先科学规划的基础上,通过对飞机大部件对接面的异地预先测量,并利用实测数据进行对接装配优化分析,以减少在线测量工作量、优化对接装配工艺流程,这样既提高了对接装配效率,也适应了异地协调制造的要求。

: 智能制造技术代表着未来科技产业的发展方向,我国是否会进入大飞机“智能装配”时代?我国与国外存在哪些差距?

黄翔:智能制造是先进制造技术与新一代信息技术的深度融合,贯穿于产品、制造、服务全生命周期的各个环节。航空制造业是大国经济发展的战略支柱,兼具高新技术产业和先进制造业的典型特征,所以智能制造不但少不了航空制造业这重要一极,而且会引领智能制造的发展和应用,我国的飞机装配自然也会逐步进入“智能装配”时代。航空发达国

家在智能装配方面有很好的基础,比如机铆数已达 80%,而我国飞机制造的机铆数仅为 15%;再如航空发达国家工业机器人技术在航空航天制造领域不断得到创新应用,已经用于典型的点胶、焊接、喷涂、热处理、搬运、装配以及检测等作业,而且还广泛应用于钻孔、铆接、密封、修整、复合材料铺敷、无损探伤等作业任务,此外还开展了面向航空制造领域的多臂协同机器人、人机协作机器人、灵巧关节机器人等系统的研究和应用。例如在智能装配移动生产线方面,洛克希德·马丁公司为 F35 战斗机建立了完整的数字化智能装配移动生产线,实现了装配过程全自动控制、物流自动精确配送、信息智能处理等,达到了年产 300 架的能力。因此无论在新机研制还是在飞机批产方面,我国和航空发达国家相比还是有不少差距,当然我国航空工业经过多年发展,在信息化、数字化、自动化和网络化发展上取得了长足进步,产品定义实现了全三维无纸设计,在异地协同、数字化企业、生产制造执行以及自动化装配等方面都取得了较大成绩,智能制造水平有了较大提升。虽然智能制造有着“状态感知-实时分析-自主决策-精准执行”的典型技术特征,但智能制造还是在信息化、数字化、自动化的基础上,将人工智能引入到制造领域的结果,因此我们说智能制造不是一蹴而就而是逐步发展的过程。在新一轮工业革命背景下,只要我们做好顶层设计,打好基础,可以预见我国航空企业一定能实现装配单元自动化、装配过程数字化、信息传递网络化、过程控制智能化、质量监控精确化,将飞机装配过程中的零部件、工装夹具、机器设备、物流、人、系统等实现互联互通,将飞机装配系统构建为与之相对应的物理-信息融合系统,到那时飞机装配就进入了智能时代。

(责编 大漠)