



航空工业洪都 李慧

随着物联网时代的快速发展，制造业迎来了新的变革。美国大力推动以“工业互联网”和“新一代机器人”为特征的智能制造战略布局；德国“工业4.0”提出通过智能制造提升制造业竞争力；日本、韩国等也提出了相应的发展智能制造的战略措施；我国推出的“中国制造2025”战略中也强调了智能制造的重要性。

在当前以中高速、优结构、新动力、多挑战为主要特征的新常态下，发展智能制造不仅是我国产业转型升级的突破口，也是重塑制造业竞争优势的新引擎。航空制造业处于制造业的高端，产品复杂、技术密集型很高。为适应全球发展的新形势，跟上国际国内的发展步伐，航空工业成立了智能制造论证工作组，提出了以“数字化、网络化、智能化”为核心要素的智能制造发展方向。航空工业洪都以此为契机，提前谋划布局，积极推进智能技术的应用，经过“十二五”期间的稳步推进，企业基本实现了管理网络化、制造自动化、决策智能化。一个敏捷、智慧的数字化新洪都正在拔地而起。

管理网络化

近年来洪都公司深挖内潜，积极提升自身的研制能力。在产品研制线上，洪都公司打通了数字化研制生产线，实现了设计制造的一体化，建立了基于成熟度的设计、工艺并行协同研制平台，构建了基于数字化技术的航空产品研发模式，全面实现了基于MBD的全三维数字化航空产品设计，并实现数字化模型在企业设计、工艺、生产制造、检验的全生命周期的贯通和协同。

尤其是在设计工艺上，洪都公司

协同设计系统以数字化电子样机为对象，以关联设计为方法，通过产品设计管理、数模成熟度管理，电子样机审核管理等手段提高设计的协调能力，实现了多专业的并行工作方式，并改善了设计部门各专业的协调效率，不仅提高了工作效率，且降低了设计错误。与此同时，通过与产品数据管理系统的接口实现产品数据的发布管理，为最终实现以电子样机为制造依据的数字化协同奠定了基础。目前，该系统已涵盖了洪都公司L15、K8、C919等20余个型号，管理20万余份指令数据。

在企业管线上，洪都公司建立了统一的企业集成办公平台OA办公系统。其后，随着运营管控系统、科研生产管控系统、流程管理系统、物资管理系统、综合采购系统、管理信息系统的全面投入运行，企业各项生产管理要素的管控更加显性化、流程化和数字化，各种生产资源得到有效配置和管控。

在生产管理上，洪都公司优化建立了数字化生产线，初步实现了计划编制的自动化、生产管控的智能化、作业管理的精细化、资源配置的及时化、问题处理的敏捷化、系统应用的全员化。在此基础上，洪都公司还建立了生产管控平台，强化生产管控力

度，积极推进生产由调度型向计划型、由批次管理向架次管理、由粗放式管理（结果管理）向精益化管理（过程管理）的转变。

几年来，洪都公司不但在部装线实现了无纸化实时三维运用，并陆续在各分厂实现了生产现场无纸化生产管控。企业的经营管理能力、生产管理能力和产品质量得到全面提升。一个覆盖产品研制全生命周期的数字化运营管控、协同研制和生产管控体系；一场管理模式的变革；一个基于数字化制造与信息管理的现代航空制造企业正在逐步形成、展开并成型。

制造自动化

怎样快速推进智能制造项目实施，加快提升企业制造能力和水平？一直以来，洪都公司都在深入学习智能制造有关知识，积极探索智能制造发展趋势和技术实现可行性。

国外航空制造业的飞机装配技术经历了人工装配、半自动装配到自动化装配的发展历程，快速发展的柔性装配又将自动化装配技术推向了一个新的高度：自动钻铆和数字化装配管理等技术同时应用。

为能紧跟发展步伐，洪都公司抓住航空城建设搬迁的契机，全面提升厂房、设备、生产线的能力，努力实

现各专业技术从机械化、自动化到数字化、网络化再到智能化的转变，完成了柔性装配生产线、脉动生产线、数字化生产线等多条智能化生产线。目前总装脉动生产线已进入稳定运行，实现了计划编制的自动化、生产管控的智能化、作业管理的精细化。

为加速产品转化，洪都公司还依托院校、研究院、龙头企业，着力发展智能制造产业联盟与集群，积极与合肥工业大学、中国科学院自动化研究所、南京航空航天大学等开展合作；围绕复杂系统集成技术、智能移动技术、情感计算技术等三大核心技术做产业，重点开发各类服务型智能机器人和智能化无人化产品，包括焊接机器人、钻孔机器人、喷涂打磨机器人、专用生产线，与此同时还在积极研究小批化生产的智能制造装备，如通用智能AGV车、发动机安装车等。与此同时，洪都公司还积极推进数字化制造技术在生产制造过程的应用，经过系统完善和数据积累，目前，洪都公司MES系统已经在15个专业分厂得到全面应用，在制造环节形成了完整的数字化链路。

钻孔和铆接是飞机装配的典型工序，一架飞机上有几万乃至几十万个装配孔，并且直接关系到装配质量和飞机寿命，而自动钻孔铆接，不仅可

自动铆接等已熟练运用在生产上。如今，走进大部件厂房，你看到的，不再是一群人拿着绳索、推着型架车，用着起重车等进行C919机身部件的总装对接，你也不会看到，一群人围着大飞机舱门钻孔，而是借助爬行人机器人实现机身部件的自动对接，控制制孔机器人自动打孔。

不仅如此，随着使用双机器人自动焊接系统生产的高教机盒段顺利下线，标志着洪都公司自主研发的焊接机器人，正式投入生产应用。该项技术使用双机器人自动焊接系统，经过试验，不仅实现了焊接自动化，且有效提升了零件焊接质量，目前也已广泛投入生产应用。

随着技术能力的积累和提升，洪都公司专业化的智能制造生产单元逐步构建，在面向大型复杂薄壁焊接件的机器人自动焊接系统、柔性制孔机器人系统、自动喷涂生产线、商用割草机器人、智能家居等方面都取得了一定的成绩。企业的生产制造能力得到全面提升。

决策智能化

从传统工业时代到全球化、信息化时代，洪都公司始终保持与时俱进、争创一流的精神，走过了一条探索和飞跃的道路。而随着信息时代的到来，企业将面临巨大的数据和信息，“无知”则会成为现代企业管理与决策的最大威胁。如何帮助企业管理层在最短的时间内对浩瀚如海的数据做出最为快速和科学的反应和处理，以提高企业决策水平，从而获得新的竞争优势，将显得尤为迫切和重要。而智能技术的科学合理应用将会帮助企业管理层防止被一时的狂热或者错误的印象而左右，真正实现以数据分析和处理的智能化决策机制。

“十二五”以来，洪都公司充分把握国家和省市区政策机遇，结合企业发展规划，改革创新，以航空城建设为契机，借助优势资源，务实谋划企业智能化发展战略，超前布局。

在南昌航空城国家两化融合产业园区的建设中，洪都公司根据航空工业“数字化、网络化、智能化”的核心要求，大力推进信息基础设施体系、智慧应用体系、智慧产业体系、信息

资源管理体系、技术支撑体系和政策保障体系建设，一方面采用形式化的系统工程模型实现对航空产品研制各个阶段详实的定义需求与系统功能描述，实现产品设计经验和知识固化与规范化。另一方面，以系统工程模型作为研制主线，将系统工程模型与研制过程中各学科所建的数字化表达模型相关联和集成，贯穿于设计、仿真、工艺等整个产品研制周期的集成和共享过程，通过模型执行自动生成需求规格、产品规范和接口控制等基线文件，驱动研制计划进行，使系统工程模型的转化和演变成成为业务流程的驱动力，全面提升信息化运维保障能力，为企业分析决策智能化奠定了坚实基础。

“十三五”是洪都实现腾飞的关键时期，将南昌航空城建成“研制快速化、产品高端化、生产精益化、服务主动化、市场全球化”特色的数字化智慧化企业，加快航空新型号产品的研制生产，都需要以信息技术为核心的现代工业技术为其注入灵魂、深度融合，在数字化设计制造、工程的研发协同、智能制造等一系列核心技术支持。与此同时，洪都公司还全面启动了“航空云”一期项目，整合现有数据中心资源，组建独立的硬件管理网。引入云计算技术，对IT资源实现整体管理、动态分配、实时监控，为企业打造一个“基础设施云、应用软件云、信息资源云和技术服务云”等云计算服务，面向虚拟设计、智能制造的云计算平台。实现高性能计算集群合并、服务器资源池化迁移、资源管控平台开发及优化，全面提升信息化运维保障能力。努力将新洪都打造成为“基础设施云、应用软件云、信息资源云和技术服务云”等云计算服务，信息化和工业化深度融合的“工业4.0”智慧园区，为企业决策智能化提供了庞大的数据支撑。

未来，洪都公司将继续围绕创新驱动、智能转型以及先进航空制造、高端装备等重点领域，深入挖掘企业内航空制造智能化需求，以现代化、自动化的装备与方案提升传统产业，带动制造产业转型升级，在“中国制造2025”的智能化制造新浪潮中，抢抓机遇，不断加速实现制造向“质造”和“智造”的再升级，提升企业的核心竞争力。



L15脉动生产线。



自动钻铆。



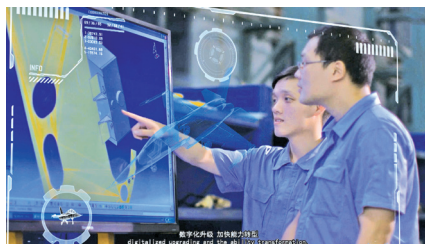
自动焊接。



航空城北区生产区。



自动钻铆下架。



装配线实时三维应用。

突破创新 聚力“智造”

——航空工业哈飞智能制造技术发展实践

航空工业哈飞 务俊杰

新一代信息技术与制造业的深度融合，正在引发深远的产业变革，世界强国纷纷加大科技创新力度，基于赛博物理系统（CPS）的智能制造引领制造方式变革，全球制造产业竞争格局不断发生重大调整。牢牢抓住新一轮科技革命、产业变革与我国加快转变经济发展方式形成的历史性交汇，近年来，航空工业哈飞依据《中国制造2025》行动纲领，全面开展智能制造关键技术研究与探索。在数字化技术贯穿直升机整个制造过程的基础上，建立畅通的设计、制造、采购、客户集成协同平台，探索基于新一代信息技术兼顾“灵活、个性化制造”与产品工业化生产的先进研制模式，推进直升机关键部件智能化制造和智能生产线的实施。

数字化设计 推动研发水平显著提升

哈飞作为国内唯一同时具有旋翼机和固定翼飞机研发能力和工程经验的航空企业，在新研型号中全面采用基于模型的定义，实现设计环境、信息传递条件与欧美航空强企相当，达成“异库存放、同步变化”数据共享，大大缩短了产品研制周期。同时，哈飞全面应用气动分析仿真、飞行仿真、载荷分布计算、有限元分析、液压控制仿真、电磁仿真等先进设计手段，掌握全机气动布局、部件气动设计、全机气动特性分析、风洞试验技术、总

体设计、飞行性能计算、飞行品质计算评估、动力学分析及优化、疲劳强度试验、损伤容限设计与验证、复合材料结构设计、适航验证等关键技术和信息化工具应用，在总体优化、先进翼型设计、直升机动力学分析、噪声设计分析、系统集成、航电综合等技术领域取得了历史性突破，使研发效率和水平得到显著提升。

信息化网络 贯通制造集成应用平台

针对复合材料关键部件协同研制、敏捷制造需求，哈飞通过引进先进的数字化设计软件和复材制造设备，采用工艺过程模拟仿真、自动剪裁、激光投影、柔性工装、蜂窝材料超声数控铣削、自动铺带、数控切边钻孔等先进技术，形成了数字化技术应用能力，打通了复合材料生产线从设计、工艺、固化、加工、检测到装配的数据流和业务流。通过行业专网和主干万兆的园区网络建设，构建复合材料构件数字化制造集成应用（产品设计数据管理、工艺设计与管理协同工作）平台，完成了多型号的

工艺准备和研制工作，并实现与多家单位基于金航网的异地协同研制。正在逐步形成设计、材料、工艺一体化研发机制，贯通基于模型的全生命周期业务流程，实现机器人和数控设备在复合材料制造过程中的集成应用。

一体化管控 打造复材桨叶智能生产线

为建设具有“动态感知、实时分析、自主决策、精准执行”特征的复合材料桨叶智能制造生产线，哈飞正以模型驱动的主体、尾桨叶产品的设计、工艺与生产的一体化研发为基础，以提高产品一次合格率为切入点，引入复合材料的先进生产模式、组织管理方式、制造系统和制造技术，并融入人工智能技术，着力构建由企业联盟（供应链）、智能企业、智能车间（生产线）和智能装备等4个层次组成的复合材

料先进智能制造体系。在浆叶固化工序实现智能化，在预浸布下料、尾桨叶蒙皮铺敷、切边钻孔、喷漆工序实现自动化，在固化、切边钻孔、无损检测、静平衡、喷漆等工序间的零件转移实现机械化，在材料库、净化间、半成品库、故障隔离库和成品库以及加工、喷漆等工位实现物流信息的数字化采集和系统内管控。

复合材料桨叶智能制造生产线正在按照横向模型驱动的复合材料桨叶的设计、工艺、生产、检测一体化全生命周期业务流程和数据流的贯通（如图1）以及纵向从企业联盟层到企业管理层、生产管理层的控制执行层之间工程与制造、组织与管理的集成管控两个维度展开。涉及设计与制造的协同、基于模型的设计与制造、智能制造过程管理、智能化企业运营管控、智能化专用制造装备等一系列关键技

术，并在固化等业务过程开展智能制造技术与智能化设备的初步应用。

脉动式装配 实现精益生产均衡高效

在装配流程，哈飞启动建设数字化、柔性化、自动化装配线，基于数量协调的直升机自动化柔性装配、模块化操作精准设计技术，在线检测和测试技术、精益物料配送技术、大部件数字化对接技术、多自由度调整定位技术、精准移动技术等关键技术，采用装配仿真、虚拟现实技术和并行工程实现装配过程优化，应用由柔性装配工装、模块化加工和检测单元、数控定位系统（包括机器人）、数字化检测系统、数字化移动系统等组成的柔性装配系统进行机体结构的自动化装配（如图2），并大量采用长寿命、自动化连接技术，构建柔性、数字化和自动化

直升机装配生产线，实现长寿命直升机结构的高质量、高效率装配。

为转变传统飞机装配模式，哈飞按照“工程需要、技术成熟、途径畅通、现场可行”和精益思想

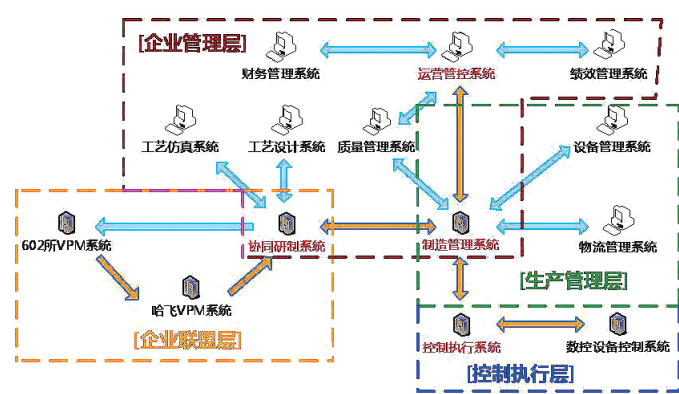


图1 复合材料桨叶智能制造生产线信息系统框架。

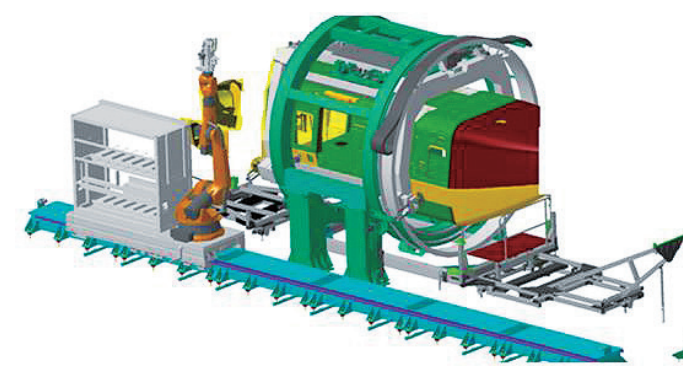


图2 直升机机体结构总装机器人自动化装配。