

# 航空工业沈飞履行强军职责 助力航空强国建设

## ——飞机复杂结构件智能加工生产线

周元莉 刘琳

随着德国工业 4.0、美国第三次工业革命等与智能制造相关规划和战略的提出，智能制造正在被全球制造业所广泛关注。我国出台了《中国制造 2025》，旨在实现从制造大国向制造强国的战略转变，在国家层面上，飞机智能制造领域需要将优势资源聚焦在智能制造需求迫切且具有较好基础的单位，进而发挥引领与带动作用，取得效益和示范作用的最大化。因此，面向智能加工建设智能生产线/车间/工厂，有助于我国智能制造相关规划及政策的制定，大大促进智能制造的发展，引导各制造企业对智能制造的研究与实现。

航空工业沈飞构建适用于飞机多品种小批量生产模式的飞机复杂结构件智能加工生产线，高质量、高效率地服务于飞机典型功能附件的批量生产，加工产品已装备我国多个型号飞机项目，大幅提高飞机作战能力，加快武器装备技术的更新换代与转型升级步伐，实现多品种、变批量、低成本、短周期及高质量研制生产，大大提高了装备发展的军事和经济效益。

沈飞公司智能制造团队依托工业和信息化部智能制造综合标准化项目《智能制造系统层级模型及水平评价体系》，面向飞机结构件智能制造领域，构建智能制造系统的层级模型，研究飞机结构件智能加工生产线的基本结构，形成飞机结构件智能生产线等智能制造系统的水平评价标准，建立部分层级的智能制造系统水平评价指标和指标权重的计算方法并对其有效性进行可靠性分析。

从技术基础、实施规模、体量等方面进行评定，将智能制造系统主要划分为生产级、车间级、工厂级等，如图 1 所示。智能生产线是将若干智能制造单元从物理或逻辑上进行关联，并通过生产线内部的智能调度与管控系统实现各制造单元的协作。智能车间则是由若干条智能生产线以及车间层级的智能决策系统、仓储/物流系统

等构成。若干智能车间形成了智能工厂的生产能力，此外智能工厂还包括经营决策系统、采购系统、订购与交付系统等。

针对各型号飞机项目的操纵、液压系统/动力系统为核心、重要系统的零件中的关键功能结构，有效提升加工质量、充分发挥设备效率等生产急需，重点围绕结构功能附件典型制造流程、制约提质增效因素开展研究，掌握模块化设计、统一软硬件接口的生产线搭建方法，构建由 1 台五轴联动加工中心、2 台三轴立式加工中心、1 套物流系统和 1 套生产管控系统组成的适用于飞机多品种小批量生产模式的复杂结构件智能加工生产线，具体包括生产线管控层及设备执行层，对智能生产线的相关技术进行验证，如图 2 所示。其中生产线管控层主要指生产线总控系统，具有线内作业计划

管理模块、线内工艺管理模块、线内制造资源管理模块、线内状态监控管理模块，接受上游指令及向线内配发作业任务，如图 3 所示。设备执行层主要包括加工设备、工装夹具、物流设备、辅助设备，执行生产任务及反馈执行信息，如图 4 所示。

①以应用为牵引构建智能加工系统新方案，实现提质增效  
根据操纵、液压系统/动力系统为核心、重要系统的零件件铣削平面、外形、内形、钻镗孔等典型制造工艺流程，提出了一套综合物流、存储、装夹及加工的智能加工系统新方案，形成了飞机复杂结构件智能加工生产系统设备布局，实现了国产总控系统与进口机床控制系统之间的网络化统一管理，有效缩短零件加工流程，减少不必要的等待排序，提升生产线工艺适应能力。

②基于零点定位系统研发系列柔性夹具，实现快装快换为简化装夹的繁琐工作，保证工作的连续

性，减轻劳动强度，研发出回转类、支架类、支座类、板材角盒四大类零件的零点定位系统，开发了系列柔性夹具，形成典型零件制造方案，将加工调整为并行模式，即线上加工线下装夹，实现机外快装快换，定位和锁紧一步完成，极大地节省了机床人工上下料的辅助时间，有效提高了零件加工批次的一致性。

③构建智能加工中心组线新方案，降低生产成本

为便于零件自动上下料、装夹和排屑等工作有效开展，摒弃以往采用卧式加工中心组线经验，打破传统布局，通过增加转台的方式采用立式加工中心组线，有效规避了其上下料、装夹过程中存在的问题，大大降低组线成本，有效节省组线布局空间。

④采用模块化设计、统一接口实现快速组线，迈进智能制造  
为便于生产线运行过程中相关状态数据的监控、提取、分析以及应用等，采用基于模块化设计、统一软硬件接口的智能生产线搭建方式，实现

生产线的快速搭建，打通了信息交互、传输及控制的通道，实现了多种机床、控制系统的无障碍连接，为面向智能制造的飞机制造系统构建提供了实践途径。

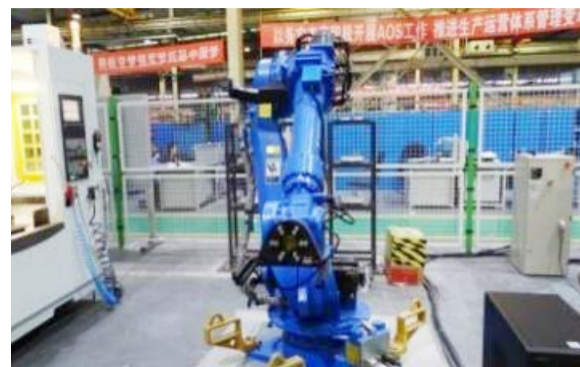


图 4 飞机结构件智能加工生产线设备执行层。

飞机复杂结构件智能加工生产线一直承担公司多个型号飞机项目的操纵、液压系统/动力系统为核心、重要系统的零件的机械加工任务。截至目前已完成飞机钛/铝合金支座类、壳

类、活塞类、盖类等 20 余个类别超过 9000 余件的数控加工，节省工时累计超过 15 万小时，节省成本 3000 余万元，减少工序数量近 3 万道。

通过产品加工过程与加工质量证明，首先，生产线使用零点定位系统，将加工调整为并行模式，实现机外装夹，有效缩短零件准备、周转的辅助时间，使得承制支座类等零件由原准备工时 4.5 小时/件调整为 0.5 小时/件，减少 90% 的停机等待时间，设备利用率由 30%~40% 提高至 80%~85%，大幅提高了加工效率，实现了自动化生产。其次，

减少了重新拉直、找正、对原点等多道工序，统一设计基准、工艺基准和检测基准，消除多道工序间的累积误差，减少加工过程中人为因素的干预与重复装夹定位次数，有效提高重复定位精度，保证零件加工批次的一致性，降低加工成本，大大提高了产品的合格率，实现精密加工。最后，智能化生产线大大减少人员投入，整线只需一名工人负责即可，有效降低了人员成本的投入，实现利润最大化。

在智能加工生产线运营经验的基础上，沈飞公司继续履行强军职责，进一步推进智能设计、智能管理、智能生产和智能服务等，相继构建了大型铝合金结构件数字化工厂和飞机结构件加工数字化车间，为飞机结构件智能加工车间/工厂的成功构建提供技术储备和实践途径，有效助推飞机结构件智能车间和智能工厂建设步伐，推动飞机制造业“智能”快速转型，助力航空强国建设。



图 1 智能制造系统层级模型。

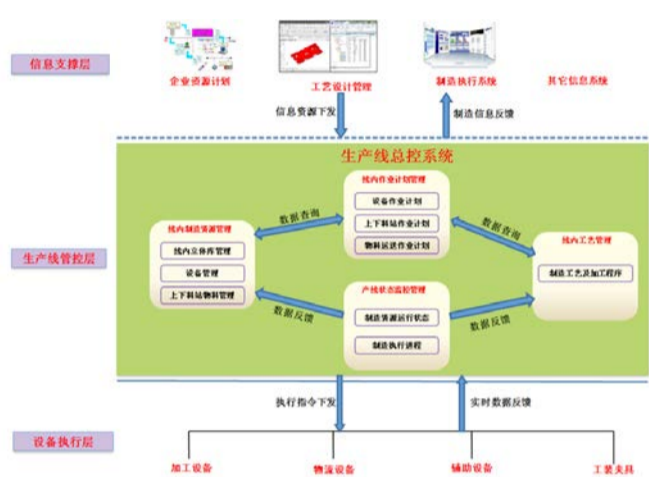


图 2 飞机复杂结构件智能加工生产线总体架构。

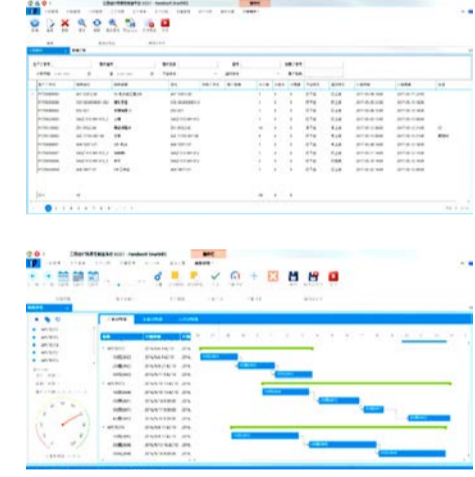
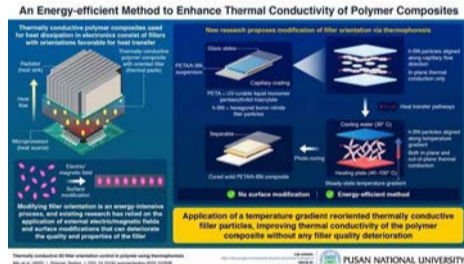


图 3 飞机结构件智能加工生产线管控层。

## 韩国釜山国立大学 开发增强复合材料 导热能力的新方法



据复合材料世界网站 2022 年 12 月 21 日报道，在韩国釜山国立大学的一项最新研究中，Chae Bin Kim 教授和他的团队开发了一种更节能的方法来制造导热聚合物复合材料中填料的取向，而无需进行表面改性，从而提高了导热系数。

由于具有轻质和柔韧等优点，导热聚合物复合材料被应用于电子产品中的热源和散热器之间，将产生的热量散发到环境中。由于使用具有促进向特定方向热流动的填料，实现了更高效散热。然而，改变填充材料方向的传统工艺是一种能源密集型工艺，需要使用电场/磁场和表面改性等方法，但会损害填料本身质量及其热性能。

釜山国立大学研究人员提出的方法利用了热泳现象，这是一种温度梯度导致悬浮在流体介质中的固体颗粒移动或旋转的现象。为了制备聚合物复合材料，研究人员将导热六方氮化硼 (h-BN) 填料颗粒悬浮在紫外固化液体中，并将其涂在两块玻璃板之间。沿薄膜厚度施加温度梯度，导致填料颗粒旋转并沿施加的温度梯度重新排列。在达到所需的方向后，复合材料被光固化，从而得到具有固定填料方向的固体复合材料，形成传热路径。研究人员表示，此次研究是使用热泳控制各向异性填料取向的首个实验证明。

导热聚合物复合材料（如导热膏）用于手机、笔记本电脑，甚至电池中。考虑到电子产品产量的增长，以及未来逐步向电动汽车 (EV) 等领域的过渡推广应用，研究人员认为，所提出的方法有可能降低制造导热聚合物复合材料的能源成本。此外，避免表面改性，可以开发高效导热聚合物复合材料，以改善散热并延长电子产品的使用寿命。高效的散热材料可以确保设备的最佳运行条件，同时提高可靠性、使用寿命和用户安全性。

除了提高导热性外，填料还用于改变复合材料的光学、电气和力学性能，同时不会降低质量。  
这项研究“使用热泳法控制聚合物中的导热二维填料取向”的研究成果将于 2023 年 1 月 1 日发表在《聚合物测试》期刊中。

(陈济彬)

## 美国拟分配 5GHz 频谱专门用于无人机通信

美国联邦通信委员会 (FCC) 近日公布了一个拟议中的新政策，为市面上越来越普及的无人机提供需要申请牌照的无线电通信频段，频率位于 5G 赫兹频段。目前，美国的无人机一般使用无需申请牌照的无线电频率范围，需要遵守通信委员会有关低功率无线通信的监管规定，有的无人机也使用了试验性的无线电频谱牌照。

除了上述专门为无人机提供 5G 赫兹频谱资源的计划之外，FCC 还宣布，对于目前的无线电通信监管制度是否能够确保无人机和地面移动通信同时“无干扰”正常运行，将征集社会意见建议。

另外，FCC 还提出另外一个拟议监管制度，即未来美国进行无人

机飞行的机构，如果要和民航管理机构和其他民航飞机进行通信，无人机机构需要在民航使用的 VHF 频段申请获得无线电牌照。

FCC 主席杰西卡·罗森沃索尔 (Jessica Rosenworcel) 表示，随着无人机等新技术新产品出现，FCC 必须确保无线电频率监管体系适应新需求，新监管体系对于美国灾难恢复、紧急救援、扑灭森林火灾等工作十分重要。

FCC 表示，目前，美国的无人机都是通过远程进行操控的，因此它们非常依赖地面控制站和空中无人机之间的无线通信，来确保飞行正常。

FCC 称，随着美国无人机日新普及，无人机的运营风险越来越大，



比如一些大型无人机会运送货物或是人员，或是进入传统上民航客机使用的空域，这让无人机运营机构出现了新的需求，那就是可靠性比较高、不会受到干扰的无线电频率

资源。  
据报道，2021 年 4 月，美国另外一个监管机构——联邦航空局推出有关无人机的一些监管制度，主要涉及从地面居民上空飞行以及在

夜间飞行的小型无人机。

这一监管制度要求美国的无人机厂商，在一年半时间里开始生产配置所谓“远程 ID”的无人机产品。“远程 ID”相当于提供了空中无人机的一个身份识别系统，无人机需要通过无线电广播向其他飞行器广播自己的身份信息。

联邦航空局最初的监管草案中，曾要求无人机运营机构让设备接入互联网，随时传输空中无人机位置信息，但是最终出台的无人机身份识别规定删除了这些要求。不过在去年 7 月份，美国一家联邦上诉法庭支持联邦航空局在监管制度中增加这些内容。

(航柯)

## 梅赛德斯-奔驰将使用 NVIDIA 的数字孪生技术来实现其工厂的现代化

梅赛德斯-奔驰公司正在加入元宇宙。或者说，至少它的装配设施正在加入。这家汽车制造商是 NVIDIA 公司 Omniverse Enterprise 的最新客户之一，Omniverse Enterprise 是一个用于构建和运行元宇宙应用程序的软件平台。NVIDIA 在 CES 2023 正式开幕前表示，奔驰将使用 Omniverse 来设计、规划和优化其工厂。

具体而言，梅赛德斯公司正准备在其位于德国拉斯塔特的工厂生产其新的电动汽车平台。

使用 Omniverse，该汽车

制造商能够建立一个工厂的数字孪生体，并模拟新的生产流程，而不影响现有的汽车生产。NVIDIA 表示，拥有一个虚拟工作流程将使梅赛德斯对供应链的中断做出快速反应，并根据需要重新配置装配线。

NVIDIA 的汽车副总裁 Danny Shapiro 表示，奔驰已经与 NVIDIA 合作，在模拟中测试自动驾驶汽车技术。

Shapiro 说：“现在他们正在谈论的是使用我们的 Omniverse 技术，将其落实到生产水平，并创建整个工厂的数字孪生体。因此，对所有要通过装配的车辆、所有的机器

人、所有的工厂工人进行建模，并能够在实际运行之前设计和规划生产和装配厂。因此，这正在帮助他们从现有的 A 级车生产转移到新一代的汽车。”

一个完整的工厂模拟可以帮助汽车制造商评估潜在的瓶颈，创造更符合人体工程学的工作条件，或者在工厂实际开始生产之前确定机器人可能无法完成的任务，梅赛德斯计划在将来将这一战略推广到其全球工厂。

梅赛德斯可能不会是唯一这样做的汽车制造商。正如最近预测的那样，汽车制造商在未来几年将依靠数字孪生来完成从汽车内饰设计到使工厂更高效，再到汽车碰撞测试的所有工作。

汽车制造商可以使用 NVIDIA 的模拟平台 Drive SIM，在虚拟现实

## Norco 将为 Skyfly 电动垂直起降飞机制造机身、机翼和其他复合材料部件

据复合材料世界网站 2022 年 12 月 26 日报道，英国 Skyfly 科技有限公司已选择英国 Norco 复合材料公司制造其 Axe 双座电动垂直起降 (eVTOL) 飞机的机身、机翼和复合材料部件。随着订单的下达，Skyfly 公司预计将在 2023 年 6 月之前完成第一架飞机的制造。

Norco 作为轻质复合材料结构和创新玻璃纤维聚合物模制品的开发商，已经拥有 35 年的从业经验。Norco 的主要工厂位于英国六个地点，总产能占地超过 130000 平方英尺，拥有 170 多名技术工人。Norco 公司在为航空航天、国防和海洋市场的一些世界领先的原始设备制造商提供轻质复合材料结构方面拥有丰富的经验。

Skyfly 公司的目标是使 Axe 飞机的整个机身重量仅为 220 千克。这一质量水平的结构只能通过轻质复合材料来实现。复合材料可以保证所需的防撞能力和结构强度。

Skyfly 首席技术官 William Brooks 表示，Skyfly 公司的 Axe 电动垂直起降飞机 (eVTOL) 机身壳体采用树脂一体灌注成型，以低成本提供低空隙率和高强度的最终产品。其三明治结构和单向碳纤维增强纤维用于强化蒙皮。驾驶舱区域的蒙皮使用碳/芳



纶混合纤维，提高了结构的抗冲击性。内部结构包括提供抗扭刚度的管道和能够承载载荷 (例如，来自起落架和飞行表面) 分配到结构中格栅。

Brooks 还表示，使用这种构造方法还可以实现飞机主要结构的低成本、准确和可靠的可复现性——这是 Skyfly 公司将 Axe 投入批量生产时的最看重的。

Norco 项目经理 Jason Hunt 表示，Norco 很高兴与 Skyfly 合作开发 Axe 飞机，未来几年，城市空中运输 (UAM) 将成为民航领域最大的增长点，类似 Axe 这样的飞行器将提供突破性的能力。eVTOL 飞机将使 Norco 公司能够利用其制造先进复合材料结构的技能和能力。此前，Norco 已经参与了许多 UAM 平台的设计制造，未来将与 Skyfly 的关系视为该领域开发和制造的重点进行推进。(陈济彬)



(航柯)