



# 王向明

结构设计技术专家

■ 王向明 Wang Xiangming

中航工业特级技术专家

Super Expert of AVIC

中航工业沈阳飞机设计研究所副总设计师

Vice Chief Designer of AVIC Shenyang Aircraft Design & Research Institute

☞: 作为中航工业沈阳飞机设计研究所副总设计师、飞机结构3D打印应用技术的领军人物,请您介绍一下我国3D打印技术的发展。

**王向明:**3D打印是增材制造技术的俗称,该技术具有结构设计、材料制备、构件成形一体化,无需模具及传统大型工业装备,材料利用率高,成本低,数字化,快速响应等特点。国内3D打印技术研究始于20世纪90年代初,主要集中在高校和研究机构,包括西安交通大学、华中科技大学、北京航空航天大学、西北工业大学、中航工业北京航空制造工程研究所、清华大学、西北有色院、沈阳航空航天大学、华南理工大学、湘潭大学等,其技术研究各具特色。

从2012年开始,特别是受奥巴马政府为振兴美国制造业而提出的“制造创新国家网络”计划的影响,我国对增材制造技术的重视程度明显提高。有关部门、各地方政府都在积极组织规划,市场开始介入,甚至出现人为炒作,目前已催生10家以上的实体公司。总体而言,国内增材技术在民众普及和认知程度方面与国外发达国家相比差距较大,但某些单项技术研究与应用技术方面已走在世界前列。

☞: 沈阳飞机设计所在推动3D打印技术发展的过程中取得了哪些成绩?

**王向明:**从十五计划开始,沈阳飞机设计研究所在预研项目的支持下,与北京航空航天大学、北京航空制造工程研究所等技术优势单位组成产学研团队,主导规划了具有自主创新特色的13个研究方向,分阶段、分批次深入地开展技术研究。先后发明了梯度轻质结构、梯度长寿命结构、型材/角盒一体化桁条结构、成形连接结构等全新构型。特别是主导提出并强力推进的“无结构基板成形”方法,使该团队早在2005年就摆脱了对国外发展思路的依赖,走

出了具有中国特色的独立自主创新之路。沈阳飞机设计研究所发明的激光成形连接技术,为大型、复杂的整体结构件成形制造提供了技术出路。通过10余年的技术研究,沈阳飞机设计研究所主导的飞机结构增材制造技术先后经历了次承力件、大型主承力件、推广应用3个发展阶段。实现了激光成形和电子束成形共2种工艺,3种钛合金材料和1种超高强钢,加强框、大梁、起落架、承力接头/耳片共4类构件,在4个型号与验证项目上得到应用。所研制的飞机是世界上应用增材制造技术零件种类最多、应用范围最广、应用部位最关键的“粉丝”飞机(原材料为金属粉、金属丝)。

☞: 目前,中国是世界上唯一掌握激光成形钛合金大型主承力构件制造、应用的国家。作为这项技术“航空报国金奖”的获得者,您认为这项技术的优势在哪里?

**王向明:**激光成形是增材制造技术中的一种,也是目前在飞机结构中应用最为广泛的增材制造技术。它是以激光为热源,以金属粉材为原材料,按照设计数模,直接逐层融化沉积,最终“生长”成形出三维毛坯甚至零件。除了具有材料制备与构件成形一体化、无需模具及锻造工业装备、材料利用率高、周期短、成本低、数字化、柔性、高效等特点外,还能够制造出传统工艺无法实现的大型、超大型、超规格的复杂整体结构件,解决一些技术瓶颈问题。该技术具有快速响应特性,非常适合新机的

快速试制以及在研型号零件的应急准备。此外,该技术适合创新结构的研制,为设计师提供创新的制造技术平台。

☞: 请您对3D打印技术的未

**王向明:**博士、研究员、博士生导师,毕业于西北工业大学飞机设计专业。中航工业沈阳飞机设计研究所副总设计师,某型号常务副总设计师,新型功能结构研发与工程化应用研究实验室主任。中航工业结构强度技术特级专家,集团科技委兼职委员。先进制造技术专业组成员,973技术首席专家。

一直从事现代飞机结构设计、先进制造技术应用研究工作,先后承担了多个型号机体研制、课题研究等工作。在他所担任的常务副总师的某型号试制中,创造了研制周期、重量控制精准度、机体整体化程度、数字化规模、增材制造(3D打印)技术应用范围共5项纪录。开创了钛合金、超高强钢等增材制造应用技术,积极倡导并推动飞机结构多约束优化设计技术。组建了国内第一个结构创新技术研究实验室。先后获科技成果奖20项,其中国家技术发明一等奖1项、国防科技进步奖一等奖2项。荣获第九届航空航天月桂奖(技术先锋奖),先后两次获得航空报国金奖。



来发展趋势作一下展望。

**王向明:**作

为有别于传统的新兴制造技术,随着增材制造技术的发展,最终将是“想象力”的问题,核心是设计创新。在飞机研制方面,3D打印技术可能会朝着超大型复杂结构、部件组合结构、净成形结构、梯度结构、功能结构的方向发展,在快速试制、突破瓶颈、结构创新等方面发挥重要作用,对设计理念和制造模式会产生一定的影响。对于民用产品,特别是对于个性化产品的设计与制造方面应用前景将非常广阔,有可能改变现有的材料、设计、制造、使用等方面的格局。

(采访 小城 责编 亦非)