

# 以“精”为业 助力航空

## ——走进精密制造技术航空科技重点实验室

Precision Manufacturing Technology for Aviation Industry

[编者按] 精密制造技术作为装备制造业中的关键技术,长期以来被世界各国列为产品研发和技术应用的重点。精密制造技术航空科技重点实验室依托于北京航空精密机械研究所,以国家重点工程与型号的任务需求为牵引,紧密围绕航空武器装备的科研与生产任务,长期从事精密/超精密加工、精密测量、智能制造等基础及应用基础研究,为我国多个型号航空武器装备的研制、生产与发展做出了很大贡献,并且创造出了显著的经济与社会效益。

### 发展定位与概况

精密制造技术航空科技重点实验室于2006年3月正式挂牌运行,是中国航空制造技术研究院所属的6个集团重点实验室之一。目前,实验室已发展成为航空精密制造技术的自主创新研究基地,将提高应用基础研究及前期技术开发能力,为航空科技的发展与科研生产中的关键技术攻关提供技术支撑作为目标,始终以国家重点型号的需求为牵引,紧密围绕航空武器装备的科研和生产任务,着力在超精密/抗疲劳/智能制造、高效精密测量和运动控制/试验测试设备等方面开展基础技术与应用基础研究。

近年来,实验室运行健康平稳,制度建设稳步推进,到位科研经费持续增长,技术攻关能力显著增强,人才培养与合作交流成效显著,所取得的经济效益和社会效益进一步凸显,在国防科技工业的技术基础研究领域中发挥了越来越重要的作用,也在一定程度上推动了我国精密/超精密技术的交流与发展,并且扩大了自身在精密/超精密技术领

域的知名度和竞争力。

### 五大科研方向

实验室面向武器装备研制和航空科技发展,围绕5个方向开展了前沿性、探索性的基础技术理论和机理方法研究,致力于为武器装备的研制和生产提供必要的技术支撑,为未来先进武器装备的研制提供技术储备。

(1)精密制造技术理论、方法及机理研究。重点开展各种先进、新颖的航空精密/超精密制造工艺以及新型材料加工性能的基础研究,探索航空精密/超精密制造技术的新原理、新方法以及新工艺等。

(2)精密测量/测试及控制技术研究。重点开展针对航空产品零部件的精密测量技术和表面质量评价技术研究、航空惯导及运动仿真产品性能测试技术研究以及精密/超精密定位及驱动控制技术研究等。

(3)航空微机械、微光学元件制造技术研究。重点开展针对非硅材料的航空微小机械、

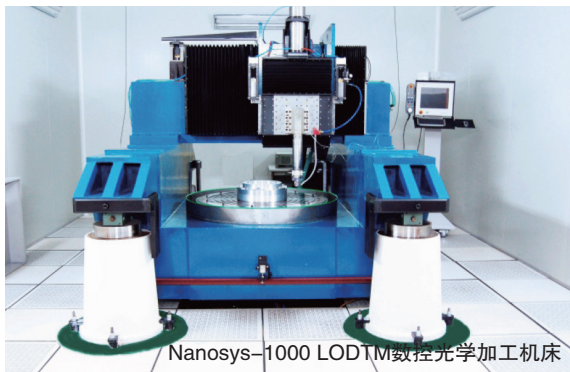
微小光学零件以及具有微小特征的零件的精密制造、检测及装配技术研究。

(4)航空精密制造及测量/测试装备技术研究。重点开展精密基础元部件设计及制造技术的研究,并针对各类复杂形状零件、伺服系统、精密偶件等的精密/超精密加工、制造及测量,研究其专用装备技术。

(5)航空产品典型精密零件制造的适用技术研究。重点开展特种形状、特殊材料的典型航空产品以及国防科技领域相关武器装备产品的精密/超精密制造适用技术研究。

### 技术特色与优势

目前,实验室总面积达4650m<sup>2</sup>。



Nanosys-1000 LODTM数字光学加工机床

其中,恒温恒湿洁净实验室 510m<sup>2</sup>;调温数控厂房 2000m<sup>2</sup>;普通实验室、客座专家办公室等 670m<sup>2</sup>;同时,实验室还拥有各类加工和测试设备共 36 台套,并拥有多台高精度的检测仪器,设备自动化程度高,加工精度及测试精度水平均居于国内领先水平。近年来,实验室持续加强国防工业与航空产业中的关键技术攻关,不断突破科技成果转化瓶颈,形成了一大批具有自主知识产权和广阔市场应用前景的系列化产品,并已被列入装备承制资格名录。

作为国内最早从事超精密加工设备研制的机构,实验室先后成功研制出系列化的非球面数控超精密切削加工设备,可以对有色金属、红外材料、镍磷合金等材料实现单点金刚石超精密切削加工。在此基础上,又进一步研制出空气静压主轴、导轨等超精密基础元部件,产品系列包括各种规格的空气静压主轴、空气静压导轨、液体静压主轴、液体静压导轨、气浮转台及其他附件,可用于超精密加工、检测及试验设备,其中主轴旋转精度小于 0.05~0.1 $\mu$ m,导轨运动直线度小于 (0.1~0.2)  $\mu$ m/200mm。

同时,实验室也是国内接触/非接触坐标测量技术研究的先行者,拥有丰富的设计开发经验,掌握超高速五轴扫描、多轴坐标测量、非接触扫描测量、复合测量等多项关键技术;产品线齐全,覆盖从计量到生产线的多种使用现场;系列产品适用于自由曲面、微小特征、精密孔系、薄壁件、大型结构件等复杂零部件的高效、高精度测量,能够完成精确的几何量测量与尺寸形状的分析评价,在航空航天、兵器船舶、风电核能和高铁汽车等行业拥有广泛用户。在此基础上,还能够根据用户的现场需求,开展差异化服务,提供深度定制的整体测量解决方案和专用测量装备,实现测量与加工的自动化,助力智能制造与产业升级。

## 成果推广与应用

近年来,在“以市场开拓求生存,以产品创新谋发展”的思想指导下,实验室围绕自身研究方向,并面向武器装备研制和航空科技发展,以飞机、发动机、机载设备等的零部件加工工艺、检测及测试为实际需求,在超精密/抗疲劳/智能制造、高效精密测量和运动控制/试验测试装备等领域取得了多项科研成果,形成的系列化产品得到了广泛的推广与应用。

(1)超精密/抗疲劳/智能制造。超精密制造以大型非球面、自由曲面等为代表,解决了光学、太赫兹等领域的反射镜需求;抗疲劳制造以轴承等发动机关键构件为对象,大幅提升了部件寿命;智能制造以叶片进排气边为载体,实现了加工检测一体化的智能磨削。

(2)高效精密测量。以生产车间的计量检测信息化、无纸化为需求,通过量具改造、测量设备互联和生产检测质量管理开发,实现了数字化检测;针对关键复杂零件,通过在线检测、非接触测量、结构功能一体化传感以及多轴坐标测量,实现了高效精密检测。

(3)运动控制/试验测试设备。结合精密制造和运动控制技术,研制了程控端齿分度台、天线倒伏装置、车载显控终端、液压绞车、高精度转台、轴承疲劳及封严涂层测试等装备,广泛应用于航空、航天、电子等领域。

实验室还积极从事精密/超精密加工、精密测量、智能制造技术基础及应用基础研究,并通过对这些领域的关键技术进行攻关,极大地提升了自身科技创新能力和技术攻关能力,为今后承担更为重大的任务和课题积累了宝贵经验。多项新技术、新机理、新方法和新工艺的突破,不仅使原有的技术储备得以充分发挥,也为实验室的快速发展和长足进步提供了新的思路 and 方向。同时,随着科



非接触多轴测量设备

研项目的深入研究,实验室在基础技术研究领域内不断取得多项重要的创新成果,为航空典型零部件如发动机喷嘴、机匣、整体叶盘、叶轮和叶片等提供了必要而关键的制造与检测技术支持,从而为我国武器装备研制以及航空航天型号攻关做出了重要的贡献。

## 交流与合作

实验室始终重视开放、流动、合作与交流的运行原则,在完善人才队伍建设与技术储备的同时,逐步加大与用户和兄弟单位之间的合作与交流力度,以进一步加强技术合作和协同攻关能力,使双方实现互利互惠与共同进步。

与国内的很多高校、主机厂、科研院所和企事业单位等开展了广泛的技术合作、项目资助、设备开放与人员交流,一方面充分发挥了实验室仪器设备的作用,另一方面也利用高校的人才优势,弥补了自身的不足。近年来,实验室累计对外发布基金指南 20 余项,并择优资助了南航、西工大、北工大和哈工大等单位的优秀科研人员。同时,实验室的多台加工与检测设备持续对外开放,并与多所高校开展了课题研究。另外,实验室还重视与行业内外的相关各单位及技术人员进行技术交流与合作,多次邀请国内外相关专家讲学,为实验室的技术提升、科研发展和领域宣传起到了非常重要的作用。

(采访 逸飞)