

A portrait of a middle-aged man with short black hair and glasses, wearing a blue and white striped polo shirt. He is standing outdoors in front of a modern building with a grey facade and multiple windows. The background also shows some greenery and a clear blue sky.

杨辉

精密超精密及微细加工技术首席专家

■ 杨辉 Yang Hui

中航工业首席技术专家

Chief Expert of AVIC

中航工业北京航空精密机械研究所精密制造技术航空科技重点实验室研究员

Researcher of Key Laboratory of Aviation Science and Technology in

Precision Manufacturing Technology of AVIC Beijing Precision Engineering

Institute Aircraft Industry

：作为精密超精密及微细加工技术学术带头人,请您详细介绍一下近年来您所在的精密制造技术航空科技重点实验室所取得主要成果以及这些成果的应用情况。

杨辉: 实验室主要从事精密超精密加工及检测基础技术研究,专用装备及工艺研发,近年来承担了国防 863 及 973 计划项目、国防科研与预研项目及集团公司的大量科研生产任务,在精密超精密基础元部件及集成技术、航空发动机关键零部件精密检测技术及抗疲劳制造技术等方面取得了一定成果。

实验室已实现了空气、液体静压主轴及导轨等超精密基础元部件的批量试制,并先后研制了系列光学非球面加工机床等超精密加工设备。其中, Nanosys-1000 是国内第一台大型光学元件金刚石超精密切削加工设备(加工口径 $\Phi 1000\text{mm}$),完成了太赫兹辐射束控元件等的超精密加工。智能化表层传感集成技术是精密制造技术、传感器技术等交叉学科的综合技术,能使结构件表层具备自主感知位移、温度、应力等能力,实现结构功能一体化,可满足武器装备轻量化、小型化、智能化和集成化等需求。实验室已与相关单位合作,在飞控系统的液压作动轴、无人机可调喷管伺服作动系统中准备进行验证实验。实验室注重将研究成果服务航空主业,研发了多轴非接触测量专用设备及检测工艺,已在部分航空发动机主机厂所喷嘴及叶片等的科研生产中进行了推广应用;研发的滚动接触疲劳试验机等设备已用于航空发动机轴承材料及零件的疲劳寿命测试,基于表面完整性加工的超精密磨削及研抛工艺目前已应用于航空发动机主轴承的试制。

：目前,我国在超精密加工设备和工艺的发展现状,还有哪些关键技术需要突破?

杨辉: 目前,国内研发的超精密

加工设备中检测及驱动部件还只能从国外引进,设备整体技术指标与国外同期先进水平还存在一定差距,尤其在工程化、可靠性等方面更为明显;国外设备依然占据大部分市场份额,但某些专用超精密加工设备已经取代了国外的同类设备。随着超精密加工技术向着高效、极致等方向发展,超精密检测及驱动部件的研发、复杂光学曲面的超精密加工与检测技术以及超精密加工新机理、新方法、新工艺的研究等成为亟待突破的关键技术,同时需进一步加快国产超精密加工设备及工艺的工程化应用进程。

：在微纳制造领域,精密超精密加工技术扮演什么角色?

杨辉: 微结构功能表面具有特定的拓扑形状,结构尺寸一般为 $10\sim 100\mu\text{m}$,面形精度小于 $0.1\mu\text{m}$,其表面微结构具有纹理结构规则、高深宽比、几何特性确定、表面质量高等特点,这些表面微结构使得元件具有某些特定的功能,包括物理、化学及光学性能等,在航空、兵器及能源、照明等民用行业得到广泛应用。原有的 MEMS 等微纳制造工艺无论从精度、表面质量或材料的适应性等方面都无法满足设计及应用要求,随着超精密加工设备和工艺的发展,上述问题将迎刃而解。

：在超精密加工技术的发展过程中,请您阐述一下“超精密加工技术”向“超精密制造技术”演变的过程。

杨辉: 随着产品要求的提高,某些零部件整个制造过程或整个产品的研制过程都涵盖了“超精密”的概

念。如随着高精度惯性传感器结构的微型化、工作部位尺寸及形位精度的亚微米化,刀具的小型化和加工进给量的微量、非接触面型和尺寸测量显微化等一系列技术难题对传统精密超精密加工技术提出严峻挑战,因此需建立系统的超精密微细加工设备及工艺、微细测量、组装工艺技术平台,以满足微细超精密加工、装配和检测的需求,这样就需要实现

杨辉: 博士,北京航空机械研究所精密制造技术航空科技重点实验室研究员,北京科技大学客座教授、中国科学院大学企业导师,国务院政府特殊津贴获得者,先后在国防超精密机械加工技术研究应用中心、中航工业制造技术中心等机构的专家技术委员会任职,目前被聘为中航工业精密超精密及微细加工技术首席专家。

长期从事武器装备国防预研及应用技术研究,在精密超精密基础元部件及设备集成技术、超精密加工工艺研究等方面具有较深的造诣。主持参加了超精密车床、超精密磨床等多台超精密加工设备的研发及超光滑表面加工工艺等研究工作,先后获得省部级科技进步奖 10 余项,在国内外期刊及学术会议上发表论文 60 余篇。荣立中航工业集团公司二等功 1 次、三等功 2 次,并获“航空报国突出贡献奖”等荣誉。



由单工序的超精密加工向全过程的超精密制造的演变。

：您从事科研工作二十多年培养了一大批青年科技人员,对于他们您有什么期望和寄语呢?

杨辉: 从事本专业研究的青年科技人员应潜心基础知识的积累和创新知识的学习,注重动手能力的培养,在实践中不断丰富完善,为提高我国精密超精密加工技术水平,实现从制造大国向制造强国的转化尽一份自己的力量。

(采访 王一 责编 谷雨)