



# 曲 伸

## 熔焊技术专家

■ 曲 伸 Qu Shen

中航工业发动机首席技术专家

Aero-Engine Chief Expert of AVIC

中航工业沈阳黎明航空发动机（集团）有限责任公司研究员级高级工程师

Senior Professor Engineer of AVIC Shenyang Liming Aero-Engine (Group) Corporation Ltd.

☞: 您主持了多个发动机焊接技术研制任务,开发的先进技术在型号研制中大量采用,您认为推进焊接技术在航空发动机产品研制中的应用,我国要重点做好哪方面的研究?

**曲伸:** 焊接作为传统的制造技术,在今天仍然具有很大的发展空间,随着新材料在新型高性能航空发动机中的不断应用,给焊接技术及未来发展提出了新的更高的要求。为积极推进先进焊接技术在航空发动机产品研制中的应用,应主要做好3方面的工作:

(1) 需要针对新材料、新结构的连接问题开发特种焊接技术。在新材料应用方面,国外高性能发动机已大量使用金属间化合物合金、单晶合金、粉末合金、高温钛合金等,新结构中典型的有整体叶盘等,现有常规焊接方法已不能满足零件的使用性能和可靠性,需开发特种焊接尤其是固相焊接新技术满足材料连接要求。

(2) 针对航空发动机研制生产中的常规焊接工艺,应加强过程控制水平和质量稳定性提升。现在普遍存在重视先进技术应用而忽视传统工艺改进的现象,如薄壁类结构件的焊接变形和质量稳定性问题比较突出,技术问题长期困扰生产,需多专业协同,坚持长期研究,积极推进自动化焊接技术应用才能彻底解决。

(3) 重视航空发动机修理技术,提升热端部件和整体叶盘叶片等零件的焊接修复技术和应用水平。焊接修复可给企业带来巨大经济效益,同时还对焊接修复工艺、焊接质量控制、修复后性能恢复、质量评定和零件寿命评估等技术研究有极大推动作用,应积极推进系统化的研究工作,形成标准化、产业化、规模化的修理模式,使焊接修理技术规范、稳定地应用于发动机和燃气轮机的修理。

☞: 您完成了多项部级新材料焊接性研究课题,为黎明航空发动机材料连接技术发展作出了突出的贡

献,请您介绍一下黎明焊接技术取得的突破性进展。

**曲伸:** 经数十年积累和发展,黎明已逐步建成了专业素质高、试验能力强、装备先进的焊接工艺技术研发平台,成为航空发动机焊接技术孵化培育中心和三新产品试制基地,在制造成熟度和技术成熟度提升等方面取得了一些突破性发展。

以摩擦焊、真空钎焊、真空电子束焊、自动氩弧焊为代表的先进焊接技术得到大规模应用,完成大量航空发动机和燃气轮机盘轴类、机匣类、叶片类零件的焊接,产品焊接质量和生产效率得到极大提高。近年来黎明公司又开发了微束等离子焊、真空扩散焊、激光焊等技术,并在新产品上成功应用。

在技术研发方面,掌握了焊接式整体叶盘和刷式封严结构制造、薄壁机匣自动焊、高温部件过渡液相扩散焊(TLP-DB)、异种材料摩擦焊、复杂结构件焊接变形控制等技术。以真空钎焊、氩弧焊、微束等离子焊、精密脉冲焊等为基础的焊接修复工艺方法已基本成熟,实现了机匣类、叶片类零件的焊接修复技术工程化应用。

目前正在开发基于流程的焊接工艺数据库与专家系统,开展了大型复杂结构零件的焊接数值模拟,借鉴先进技术和成熟经验,完善焊接质量控制系统。

☞: “绝不能让材料连接在这里成为瓶颈”道出了您坚定的科学信仰,面对新材料的升级,您认为应该如何提高航空发动机制造能力?

**曲伸:** 提高发动机制造能力的基础之一是做好基础技术研究工作,

提高产品制造技术的成熟度,没有坚实的技术基础和充分的试验积累,就会在后期生产应用中暴露出问题和隐患。在发动机更新换代过程中,应用了大量新技术、新工艺和新材料,工厂对这些新技术、新工艺、新材料的工程化试验验证以及相关技术集

**曲伸:** 中航工业发动机首席技术专家,研究员级高级工程师,长期从事航空发动机焊接技术及工程化应用研究和焊接技术管理工作。曲伸凭借丰富的理论知识和实践经验,带领团队完成多个型号航空发动机及燃气轮机重大焊接技术攻关任务,主持完成10余项重大焊接技术改造和设备研制任务,专业涉及氩弧焊、真空电子束焊、摩擦焊、激光焊接及激光特种加工、焊接修复等多个领域。跟踪国际前沿焊接技术发展方向,积极开发先进焊接技术,并将研究成果应用于航空发动机生产中,为提升黎明公司焊接技术及工程化应用水平做出突出贡献。

曲伸荣获国防科工委和中航工业科技进步奖六项,获中航工业个人二等功一次,获得中航工业“航空报国”优秀贡献奖和沈阳市优秀青年知识分子等荣誉称号。



成的认知和研究不足,给型号发展带来巨大风险,

许多典型质量问题的出现印证了基础试验的必要性。试验体系不完备、基础试验数据库的严重缺乏在很大程度上制约了发动机整体制造水平的稳步提升。开展必要的新技术、新工艺、新材料工程化应用及相关技术集成的应用试验验证,降低研制风险,是型号成功的根本保证。

从焊接专业上来讲,一是做好焊接基础技术研究工作,包括焊接参数库、焊接数据库、焊接标准规范、焊接信息化等方面工作;二是按科学规律做好“三新件”研制,进行充分的试验验证;三是与生产现场紧密结合,提高产品制造技术的成熟度。

(采访 良辰 责编 小城)