



巩水利

特种加工技术专家

■ 巩水利 Gong Shuili
中航工业北京航空制造工程研究所副总工程师
Vice Chief Engineer of AVIC Beijing Aeronautical Manufacturing Technology Research Institute
中航工业特种加工技术首席技术专家
Chief Expert of AVIC Non-Traditional Machining Technology

问: 高能束流技术在大型、厚壁和薄壁结构的焊接中各有何特点? 给工艺带来了怎样的挑战?

巩水利: 高能束流焊接技术在大型、厚壁和薄壁结构焊接中的优势在于高能束具有的高能量密度、高精度、高速度、高效率(主要指能量转换效率)、高深宽比、焊接变形小等优点。像电子束焊接穿透能力更是常规焊接所不及,比如,对钢的穿透厚度可达 150mm,对铝合金的穿透厚度可达 300mm。

但是由于高能束流焊接高度集中的瞬时热输入,以及不均匀的加热和冷却使焊接及其附近区域产生非均匀的膨胀和收缩,引起塑性变形,随后在焊接结构中产生焊接残余应力和各类焊接变形(如角变形、横收缩、纵收缩和波浪变形等),都会影响到结构力学性能和尺寸精度,这也是我们以后要研究的方向。

问: 作为一种新型特种加工技术,高能束流技术在快速制造和整体叶盘修复方面的应用现状和发展前景如何?

巩水利: 航空发动机整体叶盘结构在研制和服役过程中存在以下问题:(1)整体叶盘的结构复杂、加工困难、制造成本高;(2)在制造和服役过程中,转子叶片常遇到外物打伤或因振动叶片出现裂纹。若因局部损伤破坏而导致叶盘报废,不仅造成极大浪费,而且大幅增加发动机全寿命运行成本。因此,可维修性是整个叶盘扩大应用必须解决的关键问题。

利用激光或电子束选区熔化技术可以制造尺寸精度很高的整体叶盘结构,但目前设备工作空间小,只能做小型结构。而利用材料同步送进高能束流快速制造技术可以制造出大型整体叶盘结构的毛坯件,但尺寸精度不高,还需要机械加工。

高能束快速制造技术因其加工过程易于控制、热影响区小、沉积层质量高等特点,是整体叶盘修复的最佳

技术之一。国外近几年来也开展了大量的整体叶盘修复基础理论工作。

在整体叶盘结构的高能束流快速制造或修复方面面临的主要问题组织性能控制和可靠的质量评价方法。

问: 模拟仿真技术在高能束流加工方面发挥了怎样的作用? 还有哪些问题需要解决?

巩水利: 模拟仿真技术目前在高能束流加工过程发挥着重要作用,有助于我们更好地了解材料的规律,并指导生产和设计。

通过模拟仿真可以了解高能束流加工过程中材料所发生的各种过程及内在机理,如材料物态的变化、材料之间以及材料与热源之间的相互作用、残余应力变形的形成机理及演变过程、组织变化过程等,这对于认识高能束流加工内在机理和规律具有重要意义。

下一步需要解决大型工件模拟仿真高速计算理论、方法与技术以及加工后材料的完整性评价等方面的问题。

问: 请问高能束流加工技术国防科技重点实验室在设备的研发方面进行了哪些研究工作? 国外的研究进展如何?

巩水利: 高能束流加工技术国防科技重点实验室具有 40 多年的高能束流加工技术经验,其研究专业涵盖了激光、电子束、等离子及离子束等多个学科。同时,我们也在不断地改进设备性能,如在电子束焊接方面,我们提高了电源的工作频率,减小高压和束流的波纹,提高高压电源稳定性,目

前此类设备与国际主流产品相当。

国外的相关设备在电子枪的稳定性、可操控性和束流品质等性能方面都优于我们,这也是我们着重解决

巩水利 博士: 自然科学研究员、博士。

北京航空制造工程研究所副总工程师,高能束流加工技术国防科技重点实验室常务副主任,中航工业特种加工技术首席技术专家。华中科大兼职教授、博士生导师,清华大学、北京工业大学、沈阳航空航天大学兼职教授,中国焊接学会高能束流和特种焊接委员会副主任。

先后承担国防科工委及总装预研课题、“973”项目、国家自然科学基金重点项目等 20 余项,在轻质合金高能束流焊接与快速成型机理、力学特性、自动化控制方面进行了大量工作,尤其在激光深熔焊接熔池与小孔行为、小孔稳定性与质量相关性方面取得了突破性成果,建成了高能束流深熔焊时焊接质量实时监测系统,阐明了高能束流焊接活性剂与小孔熔池液体金属的相互作用机制,研发出适用于钛合金、高强钢焊接的活性剂,并在我国首次将激光焊接技术应用于飞机结构制造。荣立个人二等功 1 次,三等功 2 次,获部级以上科技奖励 12 项,申请授权专利 19 项,发表论文 83 篇。



的技术难点。

问: 作为实验室的负责人和集团公司特种加工技术首席技术专家,您对促进科研成果转化、推进高能束流技术的标准制定方面有何建议?

巩水利: 首先就是要加强高能束流技术领域的学术交流和技术合作,与国外交流前沿的技术,提高自身的研究能力;同时,加强国内领域的交流,以利于高能束流技术的标准的制定。其次,与应用单位交流存在的技术难点,科研人员应多到现场与技术人员交流,将自己掌握的前沿技术与实际相结合,这样才能促进科研成果的转化,也使得成果在生产中得到有价值的应用。

(采访 晓立 责编 侧卫)