

发展先进焊接技术 助力中国航空工业

——访北京赛福斯特技术有限公司总工程师李从卿

Developing Advanced Welding Technology to Promote
Chinese Aircraft Industry

本刊记者 岩石

和专项技术研发公司以来,秉承“为我国国防建设和国民经济建设提供优质高效制造技术”的宗旨,凭借北京航空制造工程研究所雄厚的技术依托以及与英国焊接研究所等国外先进科研机构良好的合作平台,北京赛福斯特技术有限公司一直致力于搅拌摩擦焊的技术基础研究、工程化应用以及工业化推广应用工作。近年来,通过国防 973、国家 863、国防型号攻关以及民用制造项目的支持,公司在搅拌摩擦焊的连接机理、技术方法、工装设备以及产品应用开发等方面取得了一定的研究成果和技术积累,尤其是在搅拌摩擦焊新方法、新工艺、新装备以及新产品应用研发上,担当着排头兵的作用,建立了以各类铝合金材料常用产品结构(板状、筒状、箱状、环状)搅拌摩擦焊为主、其他材料(镁、铜、钛合金、合金钢及异种金属)和复杂结构焊接为辅、焊接工艺与装备及试制批产技术配套的技术特色,获得科技成果和发明专利 20 余项,多项技术成果填补国内空白,达到国际领先水平,树立了我国搅拌摩擦焊行业的龙头地位。

搅拌摩擦焊技术是当今制

造技术发展的前沿,在越来越多的领域中占据重要地位,请您介绍一下该技术在国内外的发展状况。

李从卿:搅拌摩擦焊的技术特点是焊接金属不熔化,焊缝为锻造的细晶组织,并且作业环境不受限,适合大型结构的焊接,同时工艺参数少、参数裕度大、焊接质量稳定,是一项高效、低成本、环保的固相焊接新技术,并被称为焊接技术的一场革命,也使得这项技术从发明至今的短短十几年内,得到了其他焊接方法从未有过的快速发展,尤其是在国外,搅拌摩擦焊技术发展和工业应用的速度之快令人瞠目结舌。首先表现在搅拌摩擦焊应用的材料上,除了各种铝合金、镁合金和铜合金外,钛、钢甚至高温合金等高熔点高热强金属材料的搅拌摩擦焊技术研究及工业应用也已经开始。当前,搅拌摩擦焊单道一次焊透铝板的能力为最厚 100mm、最薄 0.5mm,焊接铜板最厚达 50mm,焊钛合金最厚达 25mm。从焊接方法的发展来看,搅拌摩擦焊已从最初的一体式搅拌头焊接方法发展衍生出了分体搅拌头(可回抽搅拌头和固定轴肩搅拌头)式搅拌摩



北京赛福斯特技术有限公司总工程师
李从卿


搅拌摩擦焊技术由于其独特的优势,为我国制造业带来革命性的影响。作为中国地区搅拌摩擦焊技术的推广中心——北京赛福斯特技术有限公司近年来在搅拌摩擦焊技术的研发和推广中取得了重大的进展,为搅拌摩擦焊在中国的发展、推广和应用开启了大门。近日,本刊记者采访了北京赛福斯特技术有限公司总工程师李从卿先生,就搅拌摩擦焊技术做了深入的探讨。

作为中国地区首家专业化的搅拌摩擦焊技术、工程产品及设备提供商,北京赛福斯特技术有限公司在中国搅拌摩擦焊技术的研发和推广方面功不可没,请您谈谈公司近年来的研究情况和取得的成果。

李从卿:事实上,北京航空制造工程研究所早在 1996 年就已开始了搅拌摩擦焊技术研究,自 2002 年成立专业的搅拌摩擦焊技术研究室

擦焊、双焊接头(同面共主轴反向旋转和双面双主轴)搅拌摩擦焊、双轴肩搅拌摩擦焊、高转速搅拌摩擦焊以及搅拌摩擦点焊等。由于搅拌摩擦焊是通过搅拌工具施加的运动和作用力使被焊材料形成焊缝的,焊接过程中的作用力很大,因此焊接设备本身刚性一般都很大、很笨重。但国外搅拌摩擦焊设备已从最初的类铣床结构发展出了动龙门动横梁多轴联动搅拌摩擦焊设备、机器人搅拌摩擦焊设备、移动式搅拌摩擦焊设备甚至便携式搅拌摩擦焊设备。焊接设备的发展,也使搅拌摩擦焊的适用对象从简单规则形状焊缝发展到了空间曲线焊缝的焊接和外场的维修补焊。最后,从工业应用来看,搅拌摩擦焊已在先进国家的航空、航天、兵器、电力电子、石油化工、船舶、轨道交通、汽车等制造领域得到了大量应用,应用部位已从非承力、次承力结构发展到关键承力结构上,搅拌摩擦焊在国外铝、镁等轻合金结构制造上正在成为主导甚至必选的制造技术手段。

至今,我国已有近40家科研院所、高校和生产企业从事搅拌摩擦焊技术研究和工程化应用,并取得了显著的技术突破和研究成果。采用搅拌摩擦焊工艺制造的东风系列导弹、航天运载火箭、铝合金高速船舶等已成功发射或试航,北京赛福斯特公司等单位已经采用搅拌摩擦焊批量生产电力电子行业的散热器、船用大型铝合金带筋壁板、铝合金云爆弹等。当前,针对大型飞机、新型军用飞机、大型运载火箭、高速列车的搅拌摩擦焊技术应用研究也已经开始。


: 搅拌摩擦焊技术为航空航天金属工业产品的制造提供了全新的方法,请您谈谈搅拌摩擦焊技术在航空航天领域具体应用的典型实例。

李从卿: 轻质高强的铝合金、铝锂合金、钛合金、镁合金等轻合金材料在航空航天飞行器上得到了广泛

的应用,但是由于其固有的物理化学和冶金特性,加之飞行器结构的高性能要求,常规的连接和焊接方法往往不能满足这些高结构效率飞行器的制造要求。搅拌摩擦焊的诞生,为这一世界性难题的解决提供了一条崭新而又切实可行的技术途径。

搅拌摩擦焊所具有的技术和经济优势,早已引起世界各国航空航天领域的重视。1999年8月,波音公司采用搅拌摩擦焊制造的Delta II型运载火箭就已成功发射升空。到2002年4月,波音公司采用搅拌摩擦焊制造Delta II型火箭的累积焊缝长度达2100m、制造Delta IV型火箭的焊缝长度达1200m。波音公司的经验表明,采用搅拌摩擦焊后焊接接头强度增加了30%~50%,火箭的生产周期由原来的23天减少为6天,制造费用节省了60%。


在世界航空制造领域,迄今为止搅拌摩擦焊技术已在F15战斗机、T45教练机、C130J和C-17大型军用运输机、B747-400F、A340、A350以及A380大型民用飞机上得到了成功应用。美国月蚀公司(Eclipse)在21世纪初研制出世界第一架全搅拌摩擦焊飞机——N500型商务飞机。单架飞机共用263条、总长136m搅拌摩擦焊焊缝代替7378个铆钉,制造效率比自动铆接快6倍,比手动铆接快60倍,制造成本节约了100多万美元/架。

: 搅拌摩擦焊技术目前还存在哪些问题?今后的研究重点和发展方向是什么?

李从卿: 搅拌摩擦焊技术虽然在工业制造领域的应用发展很快,但这项新技术的历史毕竟还比较短,加之各方技术保密的缘故,总体感觉这项技术应用快、基础研究薄。目前存在的问题主要表现为技术机理、检测方法及规范标准的研究相对滞后。作为今后研究的重点之一,首先要以

搅拌摩擦焊连接机理为基础研究切入点,掌握搅拌摩擦焊的产热机制、焊缝塑化金属的形成和流动规律,以及高应变条件下焊缝金属快速扩散和动态再结晶的过程本质。在此基础上,开展焊缝微观组织以及焊接缺陷与焊接接头性能以及焊接工艺条件的研究,为新型搅拌摩擦焊方法的研发、焊接工艺过程的优化、焊接性能和质量评估检测等提供技术平台。

对于今后搅拌摩擦焊技术的发展,首先应立足于高性能国防武器装备中制造技术需求前沿,以解决型号需求为首要目标,开展相关的技术基础和工程化应用研究,建立与之配套的搅拌摩擦焊技术方法、焊接装备技术、技术规范及标准等。同时,以国民经济建设各行业的高质量低成本制造需求为对象,实现搅拌摩擦焊技术的应用转化,通过民用领域对制造技术的锤炼,实现技术的全面升华。

: 目前,国内正广泛开展先进技术的引进与应用开发,这对于推动我国焊接技术发展具有积极意义。贵公司是如何将引进、消化、吸收国外先进技术与企业自主创新进行完美结合的?

李从卿: 当前,我国制造业正在广泛开展搅拌摩擦焊技术的研究和应用工作,相信在不久的将来,搅拌摩擦焊技术本身和我国工业界都将因此受益。作为我国搅拌摩擦焊事业的先行者,赛福斯特公司紧紧围绕我国制造领域的技术需求,通过消化吸收和自主创新,将搅拌摩擦焊专利技术的方法原理变为适合我国工业需要的新型工艺、焊接装备和产品制造技术。从基本满足我国工业用户的需要到研发新型搅拌摩擦焊技术,再到引领我国搅拌摩擦焊事业的发展,公司探索出了一条从引进、消化、吸收到再创新的路子,积累了一些成功的经验。

(责编 小颖)