

大型航空零件搅拌摩擦焊基准定位方法研究

■ 中航飞机股份有限公司汉中飞机分公司 (陕西 723300) 梁 翠 黄 卫 李宝科

摘要: 针对搅拌摩擦焊焊接前,需多个零件焊接而成的大型组件的不同基准面定位,本文通过设计出特定结构的定位垫板和针对不同待焊零件的零件定位块组成一套定位夹具,实现了不同零件的快速准确定位。该定位夹具操作简单、实用性强,极大地方便了搅拌摩擦焊零件的基准定位过程,实现了所有尺寸、形状零件焊接的定位标准化,提高了生产效率;不需要很高的成本,所以经济性很高。

1. 搅拌摩擦焊的发展

搅拌摩擦焊(Friction Stir Welding,简称FSW)是英国焊接研究所于1991年发明的一种新型固相焊接技术。搅拌摩擦焊接是固相联接,母材不熔化,工艺参数少,适合大型结构的焊接,同时焊接质量稳定,不产生凝固裂纹和气孔等缺陷,且焊接过程中不产生烟雾、弧光以及有害气体等,不污染环境。该技术的诸多优点决定了其自问世起就受到了国内外学术界与工程界的高度

关注,被称为焊接技术的一场革命。作为一种先进的绿色焊接制造技术,历经20余年的研究和应用推广,搅拌摩擦焊得到了其他焊接方法从未有过的快速发展。

在国外,搅拌摩擦焊技术的发展和工业化应用可谓是日新月异。从焊接材料来看,除了常规的各种铝合金、镁合金和铜合金以外,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甚至工业应用也已经开始。从焊接方法看,

搅拌摩擦焊已从最初的一体式搅拌头焊接方法衍生出了分体搅拌头式搅拌摩擦焊、双焊接头搅拌摩擦焊、双轴肩搅拌摩擦焊、高转速搅拌摩擦焊以及搅拌摩擦焊点焊等。从工业化应用来看,搅拌摩擦焊已在先进国家的航空、航天、兵器、电子电力、石油化工、船舶、轨道交通及汽车制造等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。

在航空制造工业领域,搅拌摩擦焊作为飞机轻合金结构制造技术的一种发展趋势,英国焊接研究所、波音、空客以及美国月蚀公司等成为了搅拌摩擦焊技术开发和应用的先锋,已经取得了丰硕的成果。美国月蚀航空公司早在1997年,就投资3亿美元用于全搅拌摩擦焊飞机的开

行度,都很好得到了保证。在装配时,通过刮修连接座底面和打表,分别校正连接座右端内孔和右端端面跳动在0.01mm以内,即可将连接座的位置找正。

3. 结语

通过对3MZ205D数控轴承内圆磨床进给工作台进行结构和工艺的改进,降低了生产费用,提

高了生产效率,增强了产品在市场的竞争力,获得了良好的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] 王先逵. 机械制造工艺学[M]. 北京:机械工业出版社,2003.
- [2] 孟少农. 机械工艺手册[M]. 北京:机械工业出版社,2007.

MW (收稿日期:20161020)

发和研制,通过对搅拌头、焊接工艺、焊接应力变形控制技术和焊接工装设备的优化研究,在Eclipse-500型商务飞机上采用搅拌摩擦焊技术全面替代了铆钉联接结构,包括飞机蒙皮、翼肋、弦状支撑、飞机地板甚至结构件的装配。单架飞机共用136m长的搅拌摩擦焊焊缝代替7 378个铆钉,飞机的搅拌摩擦焊焊接制造效率比自动铆接快6倍,比手动铆接快60倍。搅拌摩擦焊的应用提高了生产效率,降低了制造成本。

我国早在1996年就已经开始这项技术的研究,至今我国已有数十家科研院所、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成果。典型实例包括搅拌摩擦焊制造的东风系列导弹、航天运载火箭及铝合金高速船舶等已成功发射或试航,北京赛福斯特技术有限公司等单位已经采用搅拌摩擦焊技术批量生产电子行业的散热器、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、大型运载火箭及高速列车的搅拌摩擦焊技术研究和应用也在进行之中。

2. 搅拌摩擦焊技术原理

搅拌摩擦焊的原理如图1所示,搅拌摩擦焊接过程中,一个圆柱形带特殊轴肩和搅拌针的搅拌头旋转着缓慢插入被焊接工件的待焊接处,需保证被焊接工件上表面压紧、侧向顶紧、背部刚性支撑,以防止焊接过程中因搅拌头力的作用而使工件分离。搅拌头和被焊接材料之间的摩擦剪切阻力产生摩擦热,摩擦热使搅

拌头邻近区域的材料受热变软从而得到了热塑化,当搅拌头受到驱动沿着待焊界面向前移动时,热塑化的材料由搅拌头前部向后部转移,并且在搅拌头轴肩的锻造作用下,实现工件之间的固相联接。搅拌头旋转线速度方向与焊接方向一致的焊缝一侧为前进侧,搅拌头旋转线速度方向与焊接方向相反的焊缝一侧为后退侧。

搅拌摩擦焊焊接前需要对零件进行定位装夹,但对于需多个零件焊接而成的大型组件的搅拌摩擦焊,现有技术所采用的方法是在定位垫板上沿焊缝长度方向打一排孔,然后将定位块作为定位基准通过这些孔固定在定位垫板上,而不同的焊缝所对应的定位基准不同,因此,每条焊缝都会对应定位垫板上不同的一排孔。此方法所面临的难题是每焊接一条焊缝前都需要在对应孔装夹定位块,并调整定位垫板的平面度和定位块的直线度,有些焊缝甚至还需要更换定位垫板,不仅劳动强度大,而且生产效率极其低下。

3. 研究方案分析

通过针对搅拌摩擦焊焊接前需多个零件焊接而成的大型组件

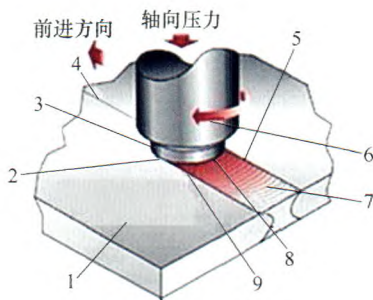


图1 搅拌摩擦焊过程示意图

- 1.母材 2.前进侧 3.搅拌头前沿 4.接缝
- 5.后退侧 6.搅拌头旋转方向 7.焊缝
- 8.搅拌头后沿 9.搅拌针

的定位研究,设计出一套共用同一基准的多尺寸零件快速定位夹具,减小拼装夹具的工作量,避免了拼装夹具时多个定位基准的混淆。

设计出的定位垫板如图2所示,为定位夹具的主体,由上面板、下底板和分立两侧的立筋焊接而成。上面板与下底板表面平行度 $\leq 0.1\text{mm}$,上面有三条凹槽,有两条宽度方向的凹槽各垂直于长度方向凹槽的同一侧,定位夹具主体外观尺寸大小、上面板上三条凹槽的位置和宽度方向的凹槽数量由所加工零件的外形尺寸决定。

通过改变置于定位垫板上定位块的形状和大小,即可实现不同零件的定位,具体来说,分以下两种情况:

(1) 使用窄尺寸零件定位块。当被定位零件的待焊边到定位基准面的距离小于其到定位垫板上凹槽左侧的距离时,使用窄尺寸零件定位块。图3所示为该情况下的工作状态,其中, a 为被定位零件的待焊边到定位基准面的距离。图4所示为使用窄尺寸零件定位块的定位夹具。

图5所示为窄尺寸零件定位块的结构。窄尺寸零件定位块是一个L形的铁块,外观尺寸由加工零件需要决定。其中, h 尺寸与定位垫板上槽口深度一致; L 尺寸与定

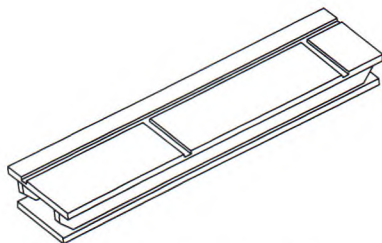


图2 定位垫板结构示意图

位垫板上槽口宽度一致，并与凹槽的宽度为间隙配合，配合间隙 $\leq 0.05\text{mm}$ ；面板上三条凹槽形状尺寸一致，直线度 $\leq 0.05\text{mm}$ 。

(2) 使用宽尺寸零件定位块。当被定位零件的待焊边到定位基准面的距离大于其到定位垫板上凹槽右侧的距离时，窄尺寸零件定位块将无法适应此种零件的基准定位，此时可选用宽尺寸零件定位块来实现零件的快速基准定位，如图6所示，其中， a 为被定位零件的待焊边到定位基准面的距离。图7所示为使用窄尺寸零件定位块的定位夹具。

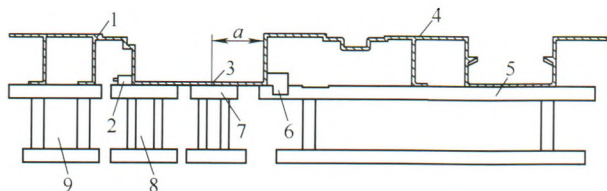


图3 使用窄尺寸零件定位块时工作状态示意图

1、4.待焊零件 2.顶紧机构 3.焊缝 5.定位垫板 6.窄尺寸零件定位块
7.焊接垫板 8、9.辅助垫板

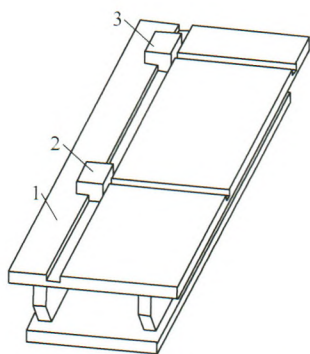


图4 使用窄尺寸零件定位块的定位夹具

1. 定位垫板 2、3. 窄尺寸零件定位块

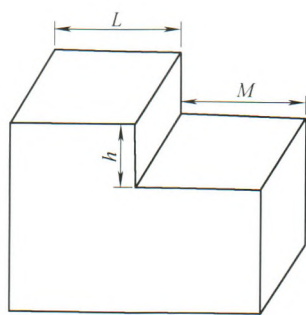


图5 窄尺寸零件定位块结构示意图

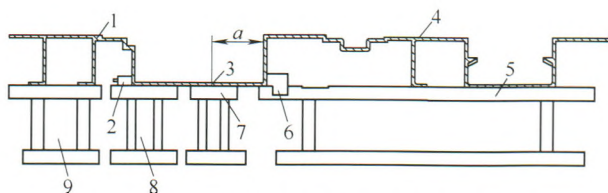


图6 使用宽尺寸零件定位块时工作状态示意图

1、4.待焊零件 2.顶紧机构 3.焊缝 5.定位垫板 6.宽窄尺寸零件定位块
7.焊接垫板 8、9.辅助垫板

图8所示为宽尺寸零件定位块的结构。宽尺寸零件定位块是一个工字形状的铁块，一段悬空高于另一端，其中， h 尺寸、 L 尺寸与窄尺寸零件定位块上 h 尺寸、 L 尺寸相同， N 尺寸与 L 尺寸相同，其余尺寸以实际使用中方便、实用为准。宽尺寸零件定位块的 h 尺寸与定位垫板上凹槽的深度相同， L 尺寸与凹槽的宽度为间隙配合，配合间隙 $\leq 0.05\text{mm}$ ，面板上的三条凹槽形状尺寸一致，直线度 $\leq 0.05\text{mm}$ 。

4. 结语

本文通过对搅拌摩擦焊基准

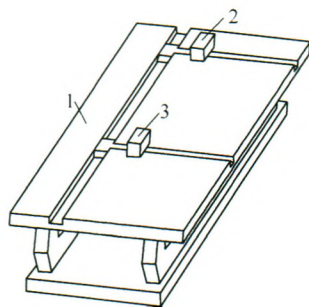


图7 使用宽尺寸零件定位块的定位夹具

1. 定位垫板 2、3. 宽尺寸零件定位块

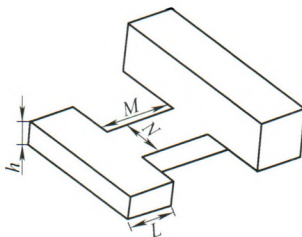


图8 宽尺寸零件定位块的结构示意图

定位方法的研究，设计出了一套定位夹具，该定位夹具由定位垫板和零件定位块组成，其中，零件定位块根据待定位零件的尺寸大小分为窄尺寸零件定位块和宽尺寸零件定位块。该定位夹具操作简单、实用性强，极大地方便了搅拌摩擦焊零件的基准定位过程，实现了所有尺寸、形状零件焊接的定位标准化，提高了生产效率。

参考文献:

- [1] Mishra R S. Friction Stir Welding and Processing[J]. Materials Science and Engineering, 2005, 50 (1-2): 1-78.
- [2] 董春林, 栾国红, 关桥. 搅拌摩擦焊在航空航天的应用发展现状及前景[J]. 航空航天焊接专题, 2008, (11): 25-31.
- [3] 赵熹华, 冯吉才. 压焊方法及设备[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012.

MW (收稿日期: 20161016)