

应用于“天宫一号”筒体焊接的高精密焊接装备（上）

成都焊研科技有限责任公司

成都焊研科技与北京工业大学合作的“天宫一号”筒体焊接的高精密焊接装备，主要由VPPA焊接电源和高精密焊接装备组成，这套系统焊研科技研发团队将它命名为：VPPA变极性等离子焊接系统。其中，北京工业大学陈树君教授和他的研发团队主要负责用于航天器铝合金焊接用的VPPA焊接电源，焊研科技主要负责搭载焊接电源的高精密焊接装备。

一、概述

该套变极性等离子焊接系统由“ZFL—2500VPPA立式变极性等离子纵缝焊机”以及

“HF—4500VPPA卧式变极性等离子环缝焊机”组成，均采用穿孔型变极性等离子焊接工艺方式。不用开坡口，单面焊双面同时自由成形，一次穿透中厚铝合金。焊接板厚为3~10mm的铝合金材料。

其中“ZFL—2500VPPA立式变极性等离子纵缝焊机”压紧工件长度2775mm，可焊工件长度2600mm。采用立式焊接方式，工件固定，焊枪由下往上进行焊接。“HF—4500VPPA卧式变极性等离子环缝焊机”可焊工件最大直径4500mm，工件长度10 000mm。焊枪采用3点钟位置进行焊接，焊枪固定，工件旋转。

采用立焊以及3点钟方式进行焊接，不仅使可

端电脑上，多个用户可同时通过客户端软件访问服务器数据库。图6是客户端软件主界面。

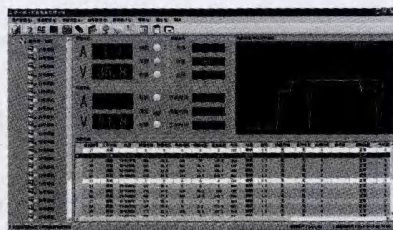


图6 客户端软件主界面

6. 结语

本文利用现有平台实现了数字电焊机与专机控制系统PLC的通信，实现了专机系统对电焊机的数字化控制，通过与PC通信功能扩展，实现了上位机采样分析系统对整个焊接过程的有效管理，将采样、传输、存储、图形化显示等过程有序配合。将焊接过程数据采集传送到上位PC机后，为焊接过程的跟踪、监控、分析等方法提供了新的平台和基础。MW (20120803)

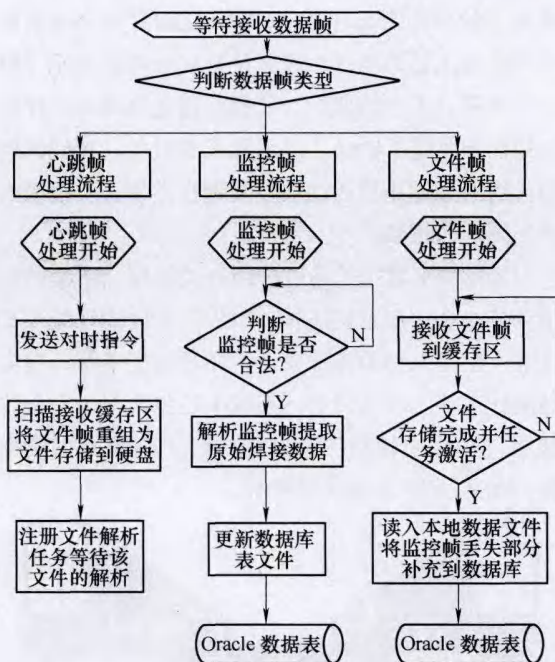


图5 心跳帧、监控帧、文件帧处理流程

焊厚度增加,更重要的是焊缝成形稳定性有显著提高。等离子焊时,熔池中液态金属受重力,等离子射流的正向压力和切向力,液态金属的表面张力等,当等离子弧相对工件向上移动时,在这些力的综合作用下,液态金属沿小孔边缘向下流动,并在穿孔下方重新愈合形成焊缝,使穿孔熔池得以动态保持,实现焊接。

工件的定位方式:工件的待焊接头将被定位在心轴衬垫和两排琴键压板之间,由琴键压板压紧,每排琴键压板可以由电气开关独立触发,琴键压板压紧压力来自压缩空气。

琴键压板设计为有一定的摆动能力,以便琴键压板能严格根据工件的外形贴合在工件表面上,两排琴键压板之间的距离可以调节。该纵缝自动焊机的衬垫和背面支撑心轴都可以拆卸、更换,以满足用户不同应用的需要。

二、立式纵缝焊机介绍

纵缝焊接系统的主要功能是提供一套琴键式机械夹紧机构,用于夹紧工件、确保焊缝的对中,并提供精密、平稳的焊接运动。本系统主要由ZFL—2500纵缝焊机系统、系统控制器、焊缝激光高度跟踪控制系统、PWF—1A脉动送丝装置及VPPA—300变极性等离子焊接电源等组成。

三、系统能力

工装的最大夹紧长度为2775mm,焊接长度为2600mm。琴键的最大压紧力为75kg/cm,适合夹持3~10mm厚的材料。系统适合进行平板对接和筒形工件的纵缝焊接。

控制系统是基于PLC可编程控制器,与触摸屏配套,可通过修改参数,方便对焊接电源进行控制。系统控制实现了模块化,其他焊接系统的控制均可与主控制器相连接,系统主控制器可对脉动送丝机、激光焊缝跟踪系统、焊接电源及焊接小车等机构进行精确控制。

变极性等离子焊接电源采用北京工业大学开发的VPPA—300,该电源采用IGBT双逆变电路结构,微电脑控制。电流输出能力为300A,100%暂载率;配置美国飞马特300A的PWM—300等离子焊枪;配置制冷循环水箱。

四、系统功能和具体配置

1. 立式纵缝焊机

该纵缝焊接主机主要由固定底座、夹紧系统、垂直行走大梁、行走小组件、支承心轴、心轴移动机构、气动心轴挂钩、气动辅助对中装置和工件送料辅助定位装置(选配件)等组成,如图1所示。

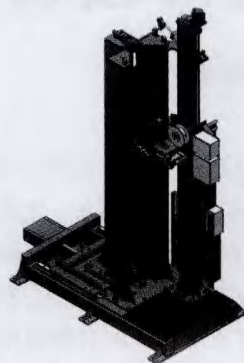


图1 ZFL—2500VPPA立式变极性等离子纵缝焊机

(1) 固定底座 一套刚性的底座将支撑整个焊接系统。底座固定在地基上。

(2) 夹紧系统 夹紧系统主要功能是采用一套琴键式机械夹紧机构,提供均匀稳定的工件夹持和冷却效果,确保焊缝的对中。此琴键式气动夹具是专为纵缝焊接而独特设计的,包含气压管路(气囊)和琴键夹持机构。每对琴键的宽度为75mm,相对琴键间的距离在30~50mm之间可调,以适应不同焊接工艺的要求。本系统具有独特的加压“推进”功能,工件压紧后,琴键压指会自动将工件的一边向前推进0.4mm,以消除人工对中、装配的间隙。所有琴键压板通过柔性气囊在工件全长范围内将工件均匀压紧。

琴键的夹紧工作通过脚踏开关触发。琴键的材质为铝合金,配有铜压指,以保证最佳的焊缝冷却性能。压指外形为特殊设计,在琴键压下时,指尖能避让工件上的加强筋。系统中还包含一个安全传感器,防止心轴挂钩没有到位时,系统发生误操作,如图2所示琴键夹紧系统。



图2 琴键夹紧系统

(3) 垂直行走大梁 垂直行走大梁是一个矩形截面结构的刚性梁,如图3所示。在加工之前,需经过了充分的去应力处理,以确保其在寿命期内的几何精度。在大梁上安装有直线导轨副,通过滚珠丝杠传动。小车驱动采用进口交流伺服电动机,伺服电动机带有电磁刹车装置,在断电时保证行走小车的自锁,放置下滑。行走大梁上下两端设有行程限位开关保护,在焊接起始位置设有非接触式接近传感器检测焊接原位,使每次焊枪复位位置及焊接起始位置一致。行走小车上所有的电缆、气管均进入在行走导轨旁边的电缆保护拖链中,并经保护拖链进入机座上的接线端子盒。焊接小车的行走速度为20~5000mm/min。精密结构设计保证了焊枪行走的精确度。在本系统中,焊接小车的有效行程为2800mm。

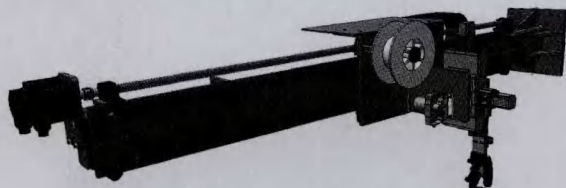


图3 行走大梁导轨

第一,行走小机组件:行走小机组件(见图4)安装在行走导轨滑板上,行走小机组件上安装所有VPPA焊接设备。包括十字电动滑板、焊枪伸缩装置、脉动送丝系统、等离子焊枪组件、焊缝激光示教装置和焊丝导向调节装置等。其中十字电动滑板可根据用户要求加装激光焊缝跟踪装置以及摆动装置,从而实现焊枪的焊缝高度自动跟踪及横摆功能。

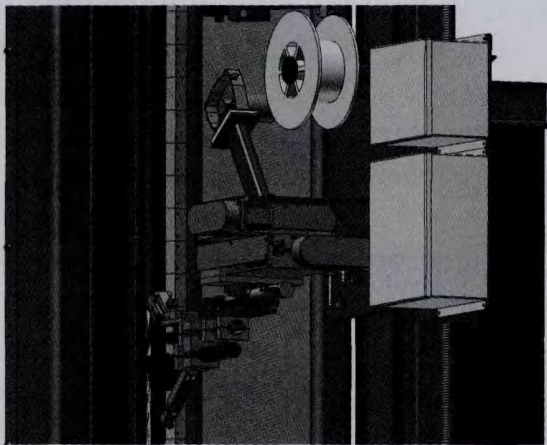


图4 行走小机组件

焊枪伸缩装置采用气缸驱动,行程为100mm,具有到位检测开关,焊枪没有前进到达位置,不能启动焊接程序。加装气动伸缩装置后能快速完成焊枪的进退。

因等离子焊枪的钨极缩在枪体内,很难调整钨极对准焊缝。通过夹持在焊枪柄上的激光指示器,发出一束很窄的红色激光,保证该光点与焊枪的钨极在同一条直线上,将激光光点打在焊缝中心,能很轻松地完成对焊缝工作。

第二,支承心轴:支承心轴(见图5)整体固定安装在固定底座上,心轴必须有足够的刚性,以支承琴键的夹紧力。心轴与琴键夹具之间的间距可通过调节下部底板处的调节螺栓及气动阻挡装置处的调节螺栓来联合调节,以适应不同板厚的焊接需要。

心轴及衬垫均为等离子焊接工艺而特殊设计的,满足等离子穿孔焊接工艺。支承心轴为中空式结构,配合焊接心轴的焊接衬垫也为中空结构,衬垫材质为不锈钢,带有水冷循环装置。焊接衬垫的间隙可在:20~30mm之间调整,以适应不同板厚的工件。系统中提供水冷循环器,为垫板及心轴提供循环水。

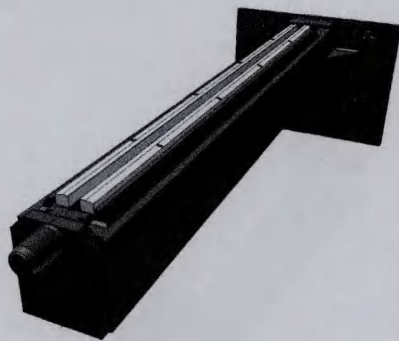


图5 支承心轴

第三,心轴移动机构:采用气缸驱动前进及后退,行程为150mm。当心轴前进到位之后,心轴底板后面会伸出气动阻挡装置,防止琴键压紧后心轴后退,如图6所示。

第四,气动心轴挂钩:此挂钩采用气缸驱动方式,安装在夹持台顶部,焊接前用气动挂钩将焊接心轴端部锁紧。挂钩包含一套安全传感器,以保证在挂钩没有到位时,琴键机构不会发生误动作。挂钩的合动作通过控制盒上的按键操作,如图7所示。

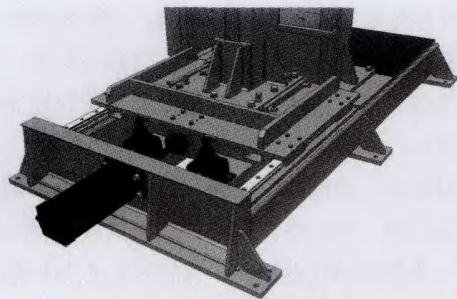


图6 心轴移动机构

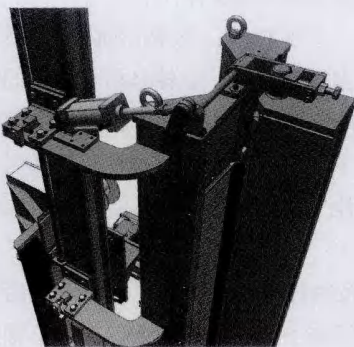


图7 气动心轴挂钩

第五，气动辅助对中装置：本系统中包含6个气动辅助对中模块，每700mm一个，能满足不同工件的对中。对中装置分布在夹持台、心轴的一侧。该模块可以保证工件装配后，焊缝与焊接衬垫的中心和焊枪的运动轨迹相重合。气动辅助对中装置具有到位检测开关，当对中装置没有退回时，焊枪不能行走，避免撞坏焊枪，如图8所示。

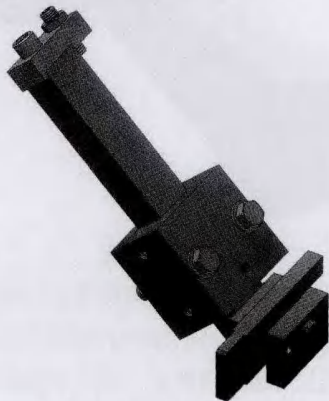


图8 气动辅助对中装置

第六，锥形工件拼接工装（选配件）：锥形工件拼接工装适用于圆锥形工件的焊前定位、拼装等要求。该装置的角度偏转采用液压缸驱动，任意角度可停留，并自锁。不同直径、锥角的工件需定制拼接工装。



图9 锥形工件拼接工装

2. 卧式环缝焊机

卧式环缝焊机主要由头座、尾座、床身导轨、滚轮托架、焊接操作机和操作机行走台车等组成，如图10所示。

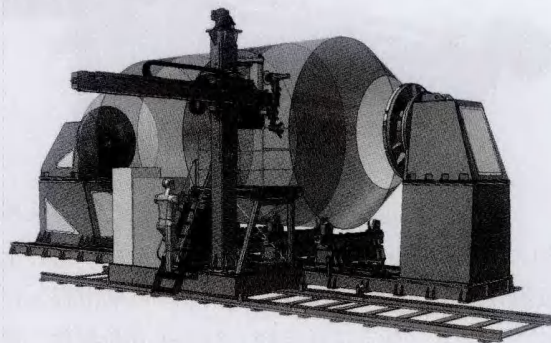


图10 HF-4500VPPA卧式变极性等离子环缝焊机

(1) 床身导轨 床身导轨共分4段，每段4m，用高强度螺栓联接，并用定位销定位。导轨采用型材拼焊而成，经实效退火处理导轨表面；铺设超重型线性滚动滑轨，确保导轨精度、直线度。

(2) 头座 头座回转采用大直径高精度交叉滚柱回转支承，驱动采用日本YASKAWA交流伺服电动机，通过两级进口超精密行星减速机减速驱动，经消齿隙机构带动小齿轮与交叉滚柱回转支撑内齿啮合。

主轴旋转速度为：0.02~0.5r/min，其中交流伺服电动机带失电电磁刹车，断电自锁保护。

头座处设置有直径为2000mm的花盘，花盘上均布有T形槽，可在花盘T形槽上安装专用工装夹具。**MW** (待续) (20120723)