



柴油机冷却器 多焊接方法弧焊

机器人系统的设计和应用

沈阳新松机器人自动化股份有限公司 (辽宁 110016) 李德君 王 涛 董卫国

本文通过某型号柴油机冷却器弧焊机器人系统的设计和调试, 阐述多焊接方法机器人焊接工作站的应用设计、调试的思路, 在保证焊接质量和节拍的基础上, 有效地降低了设备成本。

柴油机冷却器是柴油机的冷却换热部件, 该工件如图 1 所示。工件为薄板全焊接结构, 对焊接成形和飞溅的要求非常严格, 板束内部散热片系经真空钎焊, 工件在焊前呈不定量变形, 一致性差。用户要求在保证生产节拍和质量的同时, 尽量降低设备成本。

根据工件的特点及生产节拍的要求, 一般需要配置两个机器人焊接工作站。

每个焊接工作站由一台焊接机器人和一个变工位转台组成。而且均采用 TIG 焊接方法。但由于 TIG 焊接对工件一致性及组装间隙要求极高, 这样的配置, 一方面需要改进工件前几道工序的生产制造设备和工艺; 另一方面需要配置高精度的焊缝跟踪系统, 使系统成本大幅提升。

有没有其他的系统配置方案呢? 经过详尽的深

入分析, 为了进一步降低设备成本, 我们构思了系统由两台焊接机器人, 一个外部变工位转台构成的方案, 同时根据上下焊缝的特点, 两台焊接机器人分别采取 TIG、MIG 两种焊接方法。由于 MIG 焊接对接头偏差的敏感程度相对 TIG 低, 所以可以保留现有的工件前几道工序的生产制造设备和工艺。

但以下几个问题在设计和调试中必须得到解决:

- (1) 工件下料和组装定位焊后的精度、一致性无法满足机器人直接焊接的需要。
- (2) 对焊接变形的控制。
- (3) 工件表面质量要求较高, 对 MIG 飞溅的数量控制。
- (4) TIG 与 MIG 两台机器人同时在一个工件上焊接的互相干扰问题。

一、系统配置

1. TIG 焊接机器人系统

根据对以上问题的分析, 系统配置如下:

机器人: OTC EX-MV6 一台。

焊机: INVERTER ACCUTIG 300P (AVP-300)。

自动换钨极系统一套。

冷却水循环装置一套。

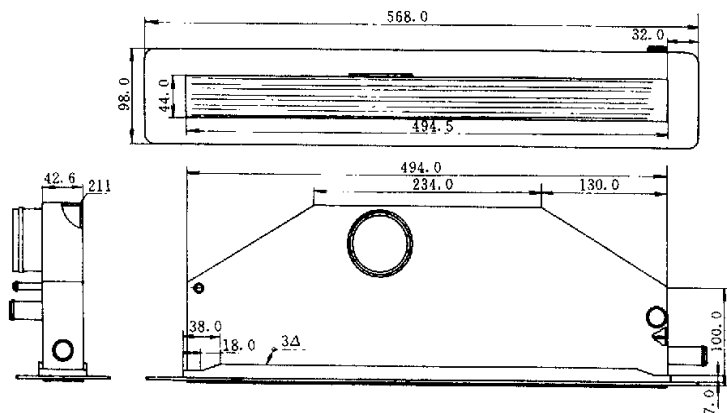


图 1 柴油机冷却器简图

2. MIG 焊接机器人系统

机器人：OTC EX—MV6 一台，配一个外部轴（变工位转台）。

焊机：CPDPAS—501。

清枪装置一套。

系统布置如图2所示。

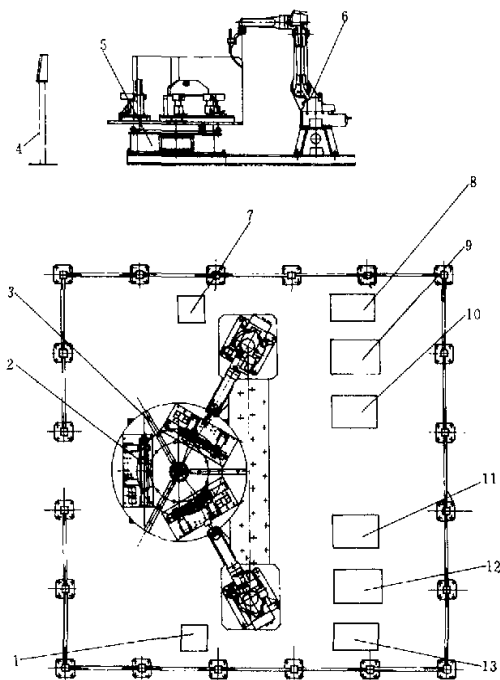


图2 系统布置图

1. 钨极快换机构 2. 夹具 3. 挡光屏
4. 操作台 5. 变工位转台 6. EX—V6 机器人
7. 焊枪清理机构 8. 系统变压器
9. CPDPAS501 焊机 10. 机器人控制器（带外部轴）
11. 机器人控制器
12. AVP300 焊机 13. 系统变压器

二、设备选型和设计

1. 机器人

OTC Almega EX—MV6 弧焊机器人，交流伺服电机驱动全独立关节型6轴机器人，其作业范围半径可达1402mm。该机器人具有再起、再起弧、自动粘丝解除及摆弧等功能。

2. 焊机

(1) TIG 焊接系统 INVERTER ACCUTIG 300P 逆变控制交直流脉冲 TIG 自动焊接系统由焊

接电源、焊枪、水冷系统等组成，具有丰富的 TIG 焊接波形与脉冲功能。采用逆变控制，可使电弧在大宽度电流范围内实现稳态。

(2) MIG/MAG 焊接系统 CPDPAS—501

CO₂、MAC、MIG、脉冲 MAG、脉冲 MIG 多用机器人专用焊机。该焊机为全数字化逆变控制的高性能多用途焊机。具有电弧稳定性好，一次起弧成功率高，飞溅少，可实现高速焊接，噪声小等特点，具有宽范围的电流（40~500A）、电压（14~45V）输出能力。由于接口板内置于焊机内，所以该焊机可与机器人控制器直接连接，而不需要接口箱转接。其主要构成还包括：送丝机构、焊枪、保护气体调节器。

3. 无限回转变工位转台（见系统布置图2）

要求达到1000kg的额定承载能力和0.1mm的重复定位精度，其上配置三套工件装夹夹具（即三工位）。同时考虑该工件品种较多，采取模块化设计，实现不同工件夹具的快速互换。

4. 其他

系统还包括焊接烟尘净化器、清枪剪丝喷油机构、自动换钨极机构。焊接烟尘净化器用来吸收并转化焊接时产生的有害气体和烟尘，以达到劳动保护和环境保护的作用。自动清枪装置用以清除粘附在喷嘴内壁的飞溅物。自动喷油装置可自动向喷嘴内壁喷防飞溅硅油，以减少飞溅的附着。自动剪丝装置用于焊丝的定长剪切，用于精确进行始点检出和提高起弧成功率。清枪喷油的频率可由示教者根据工艺过程、保护气种类、工件材料和表面状况在程序中设定。自动换钨极机构用于快速更换烧损的TIG焊枪的钨极。

三、关于控制系统

整个系统由两台机器人控制器进行控制和管理。通过两台机器人控制器、外部I/O量的通信，实现工位识别、工件有无、系统工作环境判断，如压缩气、保护气压力、焊丝缺、工作范围非法进入等。系统控制两台机器人和变位转台的工作时序。

系统的示教状态和自动状态的转换、运行、暂停、急停等功能实现均通过操作台进行。运行状态和报警信息在操作台上显示。围栏上设有系统运行状态显示灯（红绿黄三色）。



四、工装夹具

为有效弥补定位焊后的精度、一致性差及控制焊接过程中的热变形,一般的思路是配置费用高额的焊缝跟踪系统。但由于该工件由薄板构成,同时接头特殊,采用的普通电弧传感器式跟踪可靠性很差,因而需要配置激光或者图像跟踪方式,但其费用是惊人的。

经过对工件的充分分析,通过夹具的高刚性、有效矫形、反变形设计,有效地解决了以上问题。

五、抗干扰设计

TIG 与 MIG 两台机器人同时在一个工件上焊接,由于 TIG 焊机在起弧和加脉冲焊接时候,对 MIG 焊接机器人控制系统有很强的干扰,所以通过对电气系统独特的抗干扰设计,有效地解决了此问题。

六、焊接工艺的要点及规范

(1) 由于工件相对焊缝数量大、板薄,焊接变形较大,所以通过夹具反变形处理及采用合理的焊接顺序、对称焊接,较好地控制了焊接变形。

(2) 采用 MIG 焊接、合理的保护气配比,有效降低了下部焊缝的飞溅量。

(3) 上部焊缝采用加脉冲 TIG 焊接,焊缝美观、熔深大而均匀,有效地解决了以前手工焊接出

现的工件在使用中开裂的问题。其焊接规范如表 1、表 2 所示。

表 1 MIG 焊接规范

接头形式	电流 /A	电压 /V	焊接速度 /cm·min ⁻¹	焊伸长 /mm	保护气流量 /L·min ⁻¹
搭接水平	155	17	40	15	18

注:焊接条件:车间现场;环境温度:20℃左右;焊丝牌号:H08Mn2SiA;φ1.0mm;保护气:98%Ar+2%O₂。

表 2 TIG 焊接规范

接头位置	电流 /A	脉冲频率 /Hz	焊接速度 /cm·min ⁻¹	保护气流量 /L·min ⁻¹
水平	170	3	40	10
下坡	180	3	43	10

注:焊接条件:车间现场;环境温度:20℃左右;钨极直径:3.2mm;保护气体:Ar。

七、结语

通过对待焊工件技术要求的深入分析,采取合理的系统配置、工装夹具设计、可靠的电气控制设计,可以实现既满足生产需求又有效降低机器人焊接工作站的设备成本。同时证明:针对同一工件的多机器人、多焊接方法同时工作的设计和应用是可行的。(20030518)

(上接第 22 页)

焊接电压: 21V;
焊接电流: 150A;
保护气体: 100%CO₂;
气体流量: 15L/min;
焊丝直径: 1.2mm;
焊丝型号: ER70S-6;
试验板材料: 低碳钢;
试样大小: 400mm×200mm×10mm;
喷嘴与工件的距离: 20mm;
焊接速度: 350mm/min。

试验结果表明,用 DSP 控制的 CO₂ 焊机短路过渡的频率均匀,电弧稳定能满足焊接工艺的要求。从 CO₂ 气体保护焊引弧过程的焊接电流和焊接电压波形中可看出引弧一次成功,从引弧开始到电弧建立时间大约在 10ms 左右。整个引弧过程柔

和、稳定,没有出现断弧的现象,明显地改善了焊接电源的引弧效果。

四、结语

南通三九焊接设备有限设备在上海交通大学焊接研究所的技术支持下,经过一年多的研究工作,制造出国内第一台 DSP 主控的熔化极气体保护焊机。经工厂每天试焊 6h,历时两个月的考核,未出现一次故障,焊接过程十分稳定,并在 2002 年 5 月 21~25 日中国青岛焊接博览会上首次推出,产生非常良好的效应。

我公司所研制的 DSP 主控熔化极气体保护焊机以新技术为主导思想,以可靠性、稳定性、工艺性和操作简便为目标,经过一系列试验与实测,证明研制工作是成功的,为 DSP 主控其他焊机的研制提供了十分良好的技术发展平台。(20030518)