

专题讨论——专用、成套焊接设备及生产线

新型水下焊接电源及送丝机构的研究

钟继光,石永华,王国荣

(华南理工大学 机械工程学院,广东 广州 510640)

摘要: 研究了一种新型的水下焊接系统。系统中弧焊电源输出阶梯型的外特性,送丝系统采用脉动送丝方式。在单片机控制下,脉动送丝波形与外特性同步调控。在停止送丝阶段,单片机令电源输出电压为峰值,焊丝在此电压下返烧并形成熔滴。送丝脉冲到来的瞬间,电源输出电压切换为基值。熔滴依靠送丝动量向熔池方向前进,最终向熔池过渡,随着焊炬的移动而形成一道焊缝。实验结果表明,使用这个系统进行气体保护药芯焊丝水下湿法焊接时,电压、电流波形均匀工整,短路过渡频率受控,焊接过程稳定,水下焊缝成形较为美观。

关键词: 水下焊接;湿法焊接;脉动送丝;药芯焊丝

中图分类号: TG439.9

文献标识码: A

文章编号: 1001-2303(2005)12-0001-04

New type of power source and wire feeding system for underwater welding

ZHONG Ji-guang, SHI Yong-hua, WANG Guo-rong

(College of Mechanical Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: A new type of underwater welding system is studied, which includes an oscillating wire feed system and a welding power source with staircase external characteristic. The output waveform of the oscillating wire feed system and the external characteristic are controlled and adjusted by a single-chip microcomputer (SCM) synchronously. When the wire feed is pausing in each oscillating cycle, the output voltage of power source is a peak value and the wire is melted under the welding voltage, forming a droplet metal. When the pulse of wire feed occurs, the output is switched to the base value. The drop of molten metal is then pushed to and then to be transferred to the molten pool eventually. As the torch is moving, a weld seam is formed. It is shown that the output voltage and current of the power source is uniform and stable when the system is used underwater with flux-cored wires. The frequency of short-circuit transfer is well controlled and the welding process is stable, which results in good shapes.

Key words: underwater welding; wet welding; oscillating wire feeding; flux-cored wire

前言

水下焊接的几种方法中,湿法焊接操作简便,适应性广,得到了较为广泛的应用。但是,焊缝成形不好,焊接接头的机械性能差是这种焊接方法的致命要素。多年以来,人们为克服湿法焊接的不足作了许

多尝试。比如,采用双层自保护焊丝代替单层自保护焊丝,使用微型排水罩使湿法变为局部干法等。这些措施对改善水下焊缝成形,提高焊缝机械性能起了一定的作用。

能否通过设计新型的水下专用焊接设备以获得良好焊接工艺性能,从而提高水下焊缝的质量(比如改善焊缝成形)呢?答案应该是肯定的。影响水下焊缝质量的因素当然很多,但焊接时电弧是否稳定燃烧是基本要求。在水环境下的电弧,与空气电弧相比,由于水压力及其他因素的影响,其燃烧的稳定

收稿日期: 2005-07-08

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(50175027);广东省科技合作计划基金资助项目(20011654)

作者简介: 钟继光(1945—),男,广东龙门县人,副教授,主要从事焊接设备与方法的研究工作。

性将更差些。从机理上分析,要使水下电弧燃烧稳定,就必须有相应的电源与之匹配。目前水下焊接常使用陆上焊接电源。从电源方面看,它没有顾及水下电弧的特殊性。因此,用陆上焊接电源进行水下湿法焊接,要电弧燃烧稳定并获得良好的焊接效果是困难的。

基于上述分析,参阅文献[1]、[2]、[3],并借用先进的计算机技术,对水下焊接专用的弧焊电源及送丝系统作了研究。试验表明,该焊接系统能使气保护药芯焊丝水下湿法焊接的过程稳定,短路过渡频率可调,水下焊缝成形较美观。

1 系统工作原理

所设计的水下焊接系统框图如图 1 所示^[4]。对市售 IGBT 平外特性逆变焊机进行改装,用单片机进行控制。

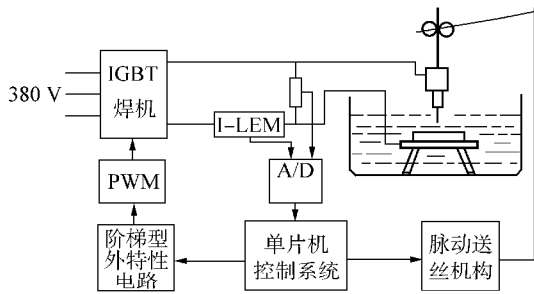


图 1 水下焊接系统示意图

图 1 中经改装的弧焊电源输出特性为双阶梯外特性曲线,峰值电压 U_1 ,基值电压 U_2 。脉动送丝机构中的马达为步进电机,运转频率 6~15 kHz。脉动送丝频率为 10~50 Hz。脉动送丝方式为“一停一送”,如图 2 所示。

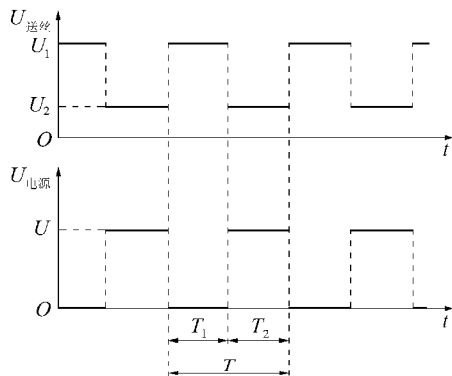


图 2 脉冲电压与脉动送丝波形图

系统运行并引弧成功后,在停止送丝阶段,单片机使电源输出电压为峰值,焊丝在此电压下返烧并形成熔滴。当送丝脉冲到来的瞬间,电源输出电压切

换为基值。熔滴依靠送丝动量向熔池方向前进,期间熔滴不断长大,最终向熔池过渡,随着焊炬的移动而形成一道焊缝。

为适应焊接规范调节的需要,本系统提供了多个可调参数。其中峰值电压与基值电压的数值决定了电弧电压的数值,可在焊前通过调节反馈电阻确定(见 2.1)。步进电机的运行频率影响焊接电流的大小,可实时调节脉冲发生电路的可变电阻改变运行频率。脉动送丝频率由另一个脉冲发生电路提供,同样可实时调节。此外,峰值电压作用的时间通过软件实现调控。

实践证明,使用脉动送丝与焊接电压同步调控的系统可人为控制短路频率,使水下焊接的熔滴过渡过程变得稳定可控。

2 同步调控的实现

所谓同步调控,就是使脉动送丝频率与焊接电源输出阶梯电压的频率相同,两者的脉冲周期严格对应。为实现同步调控,做了如下 3 项工作。

2.1 获得电源输出电压的脉冲属性

其原理图如图 3 所示。电阻 R_1 与 R_a^* 构成反馈回路 A,其反馈量大,输出基值电压;电阻 R_1 与 R_b^* 构成反馈回路 B,其反馈量小,输出峰值电压。依次让开关 S_1 、 S_2 轮流选中反馈回路 A 和 B,电源就可以获得如图 2 所示的电压脉冲输出波形。开关选通由单片机完成。

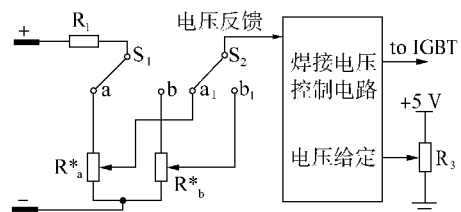


图 3 输出电压脉冲原理图

图 4 为使用单片机实现图 3 中的 S_1 、 S_2 开关选通工作电路图。a 端和 c 端与焊接电源正负极相连, b 端输出电压反馈信号。当单片机 P1.0 输出低电平、P1.1 输出高电平时,选中 R_1 和 R_a^* 构成的反馈回路,输出基值电压;反之,选中 R_1 和 R_b^* 构成的反馈回路,输出峰值电压。

2.2 脉动送丝控制脉冲的获取

采用步进电机直接驱动的方式送丝^[5],它是一款二/四相混合式低速步进电机,并采用细分驱动技术^[6]。该步进电机使用 24 V 或 36 V 直流电供电,最

专题讨论——专用、成套焊接设备及生产线

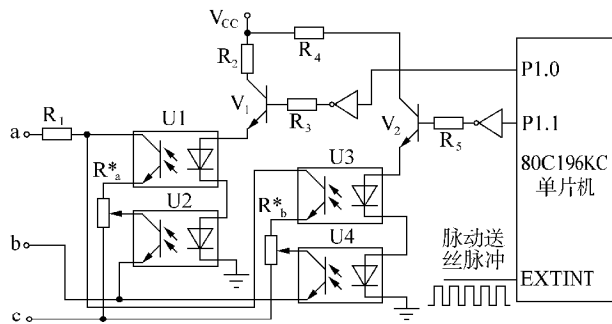


图 4 输出电压脉冲实现电路

大相电流为 3 A, 保持扭矩输出 8.5 N·m, 步距角

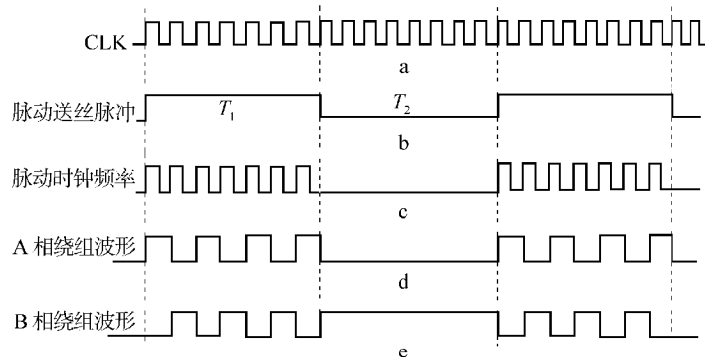


图 5 脉动送丝控制脉冲各时间段波形

2.3 实现脉动送丝与焊接电压的同步调控

为使电压脉冲与脉动送丝频率严格对应, 峰值电压与基值电压相互切换之前, 单片机必须先检测脉动送丝脉冲上升沿是否到来。若是, 则令 P1.0 输出低电平(P1.1 输出高电平), 即送丝时电源输出基值电压; 经过时间 T_1 后, 再令 P1.1 输出低电平(P1.0 输出高电平), 即停止送丝时对应于峰值电压。

单片机检测脉动送丝脉冲上升沿到来的工作采用软件实现。

3 试验与结果

3.1 焊材及试验条件

试板材料为 A 级船用钢(Q235-A), 板厚 $\delta = 8$ mm。焊丝为上海生产的林肯公司气保护药芯焊丝(LW-71), 直径 $d = 1.2$ mm; 水深 $h = 100$ mm; 湿法焊接; 平板堆焊; 焊接电源输出的峰值电压 $U_1 = 40$ V, 基值电压 $U_2 = 15$ V^[7]; 电机运行频率 $f = 10$ kHz; 焊接速度 $v = 14.4$ m/h。

3.2 试验结果

图 6 显示了脉动送丝频率 f 分别为 10 Hz、20 Hz、30 Hz、40 Hz 的电流电压波形图及焊缝外貌。波形图中浅色线条为电流波形, 深色线条为电压。

1.8°/0.9°。实际使用二相输入式。

要实现脉动送丝的控制, 必须使步进电机二相绕组获得图 5d 与图 5e 的波形。实现这种控制方式的方法很多。本系统的方法是: 将 555 电路发出的时钟脉冲(见图 5a)与另一个 555 电路发出的脉动送丝脉冲(见图 5b)进行逻辑组合, 也是使用“与”逻辑。在时间 T_1 内允许控制脉冲输出, 而在时间 T_2 内将控制脉冲屏蔽掉, 得到脉动时钟频率(见图 5c)。然后, 用脉动时钟频率的上升沿依次触发脉冲分配电路的触发器, 从而向步进电机的 A、B 绕组发出脉冲控制脉动送丝。

从图 6 可看到, 所进行的水下焊接的熔滴过渡形式为短路过渡。脉动送丝频率 20 Hz、30 Hz、40 Hz 时短路过渡过程稳定。随着脉动送丝频率增大, 短路过渡频率也增加。换句话说, 使用本研究的焊接系统, 可人为控制水下焊接的短路过渡过程, 使水下电弧燃烧稳定。

图 6a 中, 在时间段 1 669 ms–1 176 ms=493 ms, 出现了 6 个“大”的短路过渡波形, “大”的短路过渡频率约为 12 Hz。然而, 在“大”的短路过渡波形的短路阶段, 却包含 2~3 个“小”的短路过渡波形。这表明, 其他规范参数不变情况下, 使用脉动送丝频率 10 Hz 时, 短路过渡不够稳定。

4 结论

a. 利用微机技术开发新一代高性能电焊机是当前焊接设备领域研究的热点课题。在此根据水下湿法焊接的特点, 以获得良好焊接工艺性能为目标所设计的新型水下焊接系统, 经一段时间的使用, 证明其工作稳定, 参数调节范围广。随着研究的不断深入, 将有很好的应用前景。

b. 气保护药芯焊丝水下湿法焊接时, 采用脉冲焊与脉动送丝同步调控的方式能使焊接过程稳定, 短路过渡频率受控, 电压电流波形均匀工整。