

新型对焊机传动控制的研究

王元良¹,周友龙¹,方培泉¹,胡久富¹,李 菁²

(1.西南交通大学,四川 成都 610031;2.四川省建筑科学研究院,四川 成都 610081)

摘要:通过分析对焊过程,确定焊接参数,研究钢筋闪光焊的熔化规律,比较几种自动钢筋闪光焊机的传动方式,针对传统的手动杠杆式 UN₁-100 型对焊机的传动装置,进行了自动化改造。采用直流曲柄传动方案,不仅可模拟凸轮传动的 $s-t$ 曲线,还能通过调整主机电压级数、电机空载电压等参数,较大幅度地调整 $s-t$ 曲线,以适应多种烧化曲线的要求。

关键词: 钢筋闪光焊; 凸轮传动对焊机; 曲柄传动对焊机

中图分类号: TG438.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-2303(2006)08-0022-03

New dirve control method for butt welding machine

WANG Yuan-liang¹, ZHOU You-long¹, FANG Pei-quan¹, HU Jiu-fu¹, LI Qing²

(1.Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China; 2.Sichuan Construction Research Insititute, Chengdu 610081, China)

Abstract: This paper analyzes butt welding process, determines the welding parameters, studies the melting rule of flash butt welding for rebar, compares the severel drive type of automatic flash butt welding machines and describes the automated remold based on the traditional drive equipment of traditional manual lever type butt resistance welding machine UN₁-100. It also describes that using the plan of DC crank drive to replace the plan of AC cam drive, not only can simulate the $s-t$ curve of cam drive, but also may adjust the $s-t$ curve in large extent to meet the requirement of many kinds of cremation curve by adjusting such parameters, such as the voltage progression of main machine, voltage of engine and so on.

Key words: flash butt welding for rebars butt welding machine with cam drive butt welding machine with crank drive

0 前言

随着现代建筑业的发展,建筑工程对钢筋对焊的质量提出了越来越高的要求。目前,我国许多建筑工地现场使用的仍是老式的手工杠杆式对焊机,不仅工人劳动强度大,而且焊接过程人为因素影响较大,焊接质量不易保证,可靠性低。

该研究针对传统的手动杠杆式 UN₁-100 型对焊机的传动装置进行了自动化改造,采用一种全新的设计方案,经过试制、试用,证明了自动焊机具有焊接过程稳定、接头质量高、易于操作、工人劳动强度和成本较低等优点^[1]。

1 对焊过程分析和焊接参数的确定

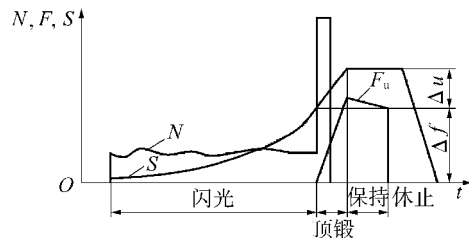
1.1 闪光对焊焊接循环^[2]

对焊分为连续与预热闪光对焊 2 种,焊接循环

收稿日期:2005-10-30

作者简介:王元良(1929—),男,重庆人,教授,中国桥梁钢结构协会理事,四川省及成都市焊接专业委员会副主任委员,主要从事焊接工程方面软科学研究及焊接材料、自动化系统工程开发研究和教学工作。

由闪光、顶锻、保持、休止等程序组成。闪光过程如图 1、图 2 所示。UN₁-100 型对焊机连续闪光对焊阶段为全自动控制,但预热阶段为手工控制。



N —能量; F —压力; S —位移; Δf —烧化留量; Δu —顶锻留量。

图 1 连续闪光对焊焊接循环

1.2 闪光对焊规范参数选择

根据有关焊接手册闪光对焊规范参数选择,可得出焊接 $\phi 16 \sim \phi 32$ mm 钢筋(或圆棒)所要求的规范参数,如表 1 所示。

1.3 主机 UN₁-100 的基本参数

主机采用 UN₁-100 焊机主体,基本参数如表 2 所示。

专题讨论
——
焊接设备

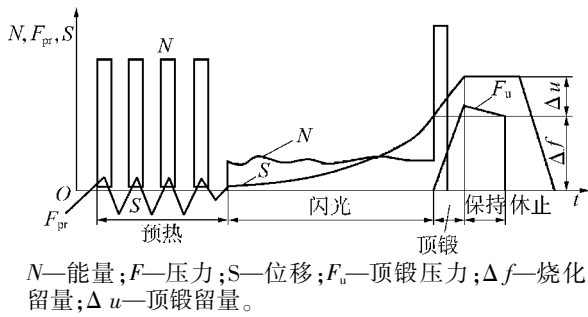


图 2 预热闪光对焊接循环

表 1 闪光对焊规范参数

顶锻压力 F_u/kN	伸长长度 S/mm	烧化留量 $\Delta f/mm$	顶锻留量 $\Delta u/mm$	烧化时间 t_1/s	焊钢顶锻速度 $v/mm \cdot s^{-1}$
10~40	28~52	8~16	3.0~4.7	7~25	60

表 2 UN₁-100 的基本参数

一次电压 U_1/V	一次电流 I_1/A	视在功率 S/kVA	负载率 /%	二次电压 (8 级) U_2/V
380	263	100	20	3.57~7.04
最大压力 F_{max}/kN	最大截面积 S/mm^2	最大行程距离 S_{max}/mm	夹具最大间距 b/mm	
40	1 000	50	70	

2 钢筋闪光焊的熔化规律

钢筋闪光焊的烧化速度由于热量的积累,随通电时间增加而按抛物线规律增加,其烧化曲线数学表达式为

$$s=kt^n,$$

式中 $k=0.5\sim 1.5$ (低碳钢), $2.5\sim 3.0$ (高合金钢); $n=2.0$ (碳钢), 2.5 (不锈钢, 铝合金)。

另一组表达式为

$$s=0.15t^2 \quad (\text{适用于一般钢})$$

$$s=(0.1\sim 0.15)t^{2.5} \quad (\text{适用于小直径钢或高合金钢})$$

$$s=e^m-1 \quad (\text{适用于大直径钢})$$

实际上,工件直径和焊接电压对烧化速度有很大的影响,如图 3 所示。由图可看出,在同一直径的烧化曲线呈抛物线变化,电压级数越高(如 8 级),曲线越陡,即烧化速度越快;在相同焊接电压级数、直径由 30 mm 变为 36 mm 时,曲线变缓。

按 $s-t$ 曲线规律为二次曲线作回归处理,不同直径和电压级数的 $s-t$ 曲线可拟合为

30 mm 直径:

$$s_5=0.161t^2+0.502t+0.44, \quad s_6=0.152t^2+0.974t+0.275,$$

$$s_7=0.175t^2+1.372t+0.357, \quad s_8=0.325t^2+1.721t+0.183。$$

36 mm 直径:

$$s_7=0.207t^2+0.393t+0.267, \quad s_8=0.277t^2+0.665t+0.117。$$

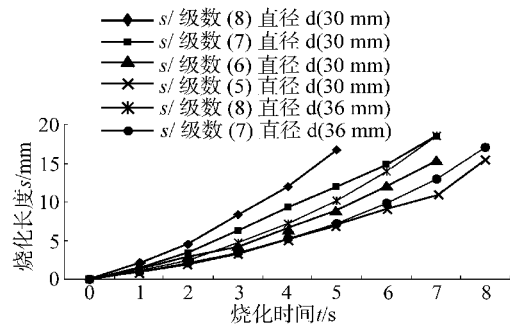


图 3 不同直径钢筋在不同的电压级数的烧化曲线^[3]

3 几种自动钢筋闪光焊机传动方案的分析和比较

3.1 凸轮传动方案

用电动凸轮代替手动杠杆操纵焊接,凸轮曲线必须与焊接和送进位移规律相吻合,如图 4 所示。不同材料、不同焊件截面的凸轮曲线应有所不同,如小直径钢焊接时的位移曲线为直线,一般钢焊接时的位移曲线为抛物线,不锈钢和铝合金焊接时用 $3/2$ 次方曲线。因此,一种材料就需要一种凸轮。现市售 UN-2-150-2 凸轮传动对焊机实为仿俄 MCM-150 对焊机,2.2kW 交流电动机驱动,速度不能调节,凸轮也只能适合一组相近直径的工件焊接。

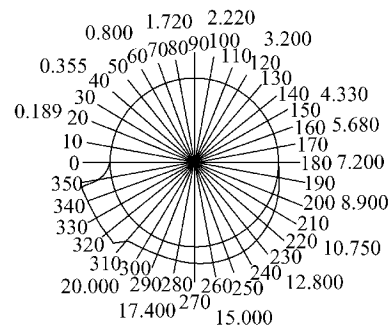


图 4 UN-2-150-2 对焊机凸轮传动对焊机

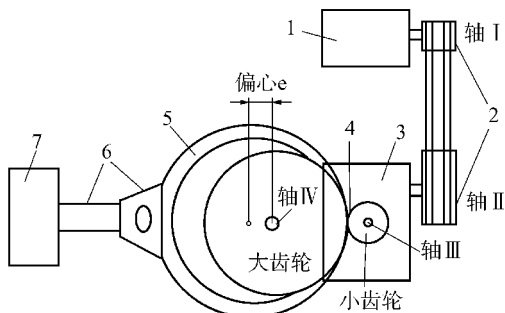
3.2 直流拖动曲柄送进方案

采用了一全新的直流拖动曲柄送进方案,工作过程如图 5 所示。电动机 1 通过一对带轮 2、减速器 3、一对直齿轮 4 后带动曲柄 5 转动,曲柄 5 通过 6 (连杆、调节螺母)使动夹具 7 向前移动,动夹具的移动使钢筋的对焊得以完成。其根本不同点在于:焊机的运动-时间曲线可以用调整电机速度来调整,以适应材料和直径的焊接要求。

3.3 两种传动方案的比较

直流曲柄驱动可改变曲柄半径或旋转速度以改变其曲线形状,而凸轮传动位移曲线由设计决定,曲

专题讨论
——
焊接设备



1—电动机；2—带轮传动；3—减速箱；4—直齿轮；5—曲柄；6—连杆，调节螺母；7—动夹具。

图 5 直流拖动曲柄送进对焊机

线形状不变，一般为抛物线。若改变余弦曲线形状，使其底部与抛物线底部靠近，则有可能相互吻合。由图 5 可知，相同时间内，曲柄驱动所走行程要小得多(凸轮转一圈的行程，曲柄要在转 90°内完成)，如将曲柄 $s-t$ 行程乘以 5 倍，或将转速降低到 1/5，曲柄驱动位移曲线与凸轮传动位移曲线吻合良好，见图 6。

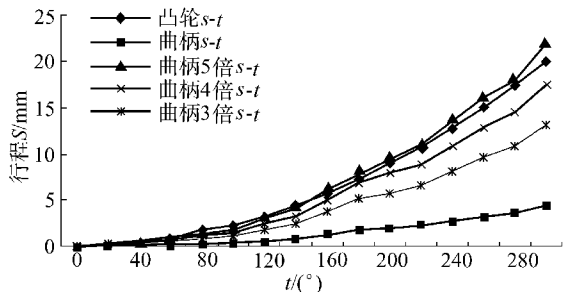


图 6 典型凸轮传动位移曲线与曲柄行程曲线的比较

4 曲柄行程曲线的调整和应用

4.1 曲柄行程曲线的调整

曲柄送进装置由一偏心轮转动来实现，曲线的陡平可调整直流马达速度以适应不同烧化速度的需要。不同马达输入电压时其曲柄带动的行程曲线如图 7 所示。由图可知，在电机低速(低电压)即曲柄慢转时，曲线较平。在开始阶段，动夹具的行走速度很缓慢，有利于端面有锈的钢筋的预闪，以后速度逐渐加快，当到达所调行程给以加速顶锻(瞬间行程在 10 mm 左右)。当电机较高速运转即曲柄快转时，曲线较陡，夹具的行走速度加快；当电机以更高速运转即曲柄更快转动时，曲线更陡，夹具的行走速度更快，适合于小直径工件焊接。在较小直径时可使用连续闪光焊，其过程可完全自动化(图 1)。

4.2 半自动预热闪光焊

半自动预热闪光焊初始阶段可看作半自动闪频预热。预热闪光阶段是人工控制通/断按钮来控制马达进/停，实现短路/闪光的闪频预热。预热温

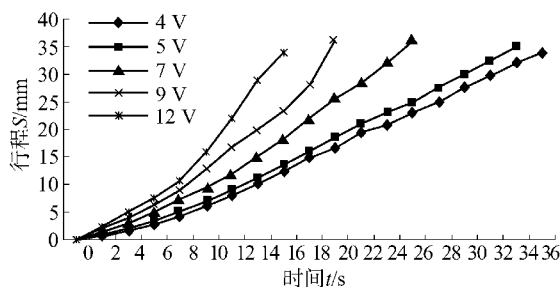


图 7 直流曲柄传动行程曲线

度足够时(占一部分行程和时间)，停止闪频，开始自动连续闪光焊。工件烧化速度与工件运动速度越接近，连续闪光颗粒越细；连续闪光到一定行程和时间后，电机在触发信号作用下，电机迅速转入高速运转，使动夹具的速度很快，以达到焊接对顶锻速度的要求。

4.3 焊接工艺调整方法

不同直径钢筋的焊接，产生的烧化速度不同，除可调主机电压级数来调整烧化曲线外，还可以通过调整电机空载电压和连续闪光焊接初始位置来调整动夹具的行程曲线，使 2 者接近。因此该装置具有良好的可调性和适应性。

5 焊机的工艺试验研究和工程应用^[1]

(1)工艺试验研究表明，此原理制成的新型焊机能方便地调整闪光焊工艺，焊接接头强度和塑性完全满足要求，接头性能指标一致性好。

(2)工程应用表明，用该焊机所焊接头 100% 合格，提高了焊接接头质量和稳定性，保证了工程质量。同时，还可减轻工人劳动强度和改善劳动条件。

6 结论

(1)工件直径和焊接电压对烧化速度有很大的影响，用单一的交流凸轮传动难以符合多种烧化曲线的要求。

(2)采用直流曲柄传动不仅能模拟凸轮传动的 $s-t$ 曲线，还能较大幅度调整 $s-t$ 曲线，以适应多种烧化曲线的要求。

参考文献：

- [1] 李 蕾,方培泉,周友龙,等.新型半自动钢筋闪光焊工艺及设备研究[J].四川建筑科学研究,2003,29(112): 118-121.
- [2] 俞尚知.焊接工艺人员手册[M].上海:上海科学技术出版社,1991.
- [3] Н.Я.КОЧАНОВСКИЙ.МАШИНЫ ДЛЯ КОНТАКТНОЙ ЭЛЕКТРОСВАРКИ[M]. ГОСЭНЕРГОИЗДАТ,1954.

专题讨论——焊接设备