

激光检测焊枪定位系统的研究

郑咏梅 张铁强 郭山河

(吉林工业大学应用物理系, 长春, 130025)

摘要: 设计了一种实时描绘焊接操作过程的模拟训练系统。该系统采用了激光扩束准直系统, CCD 成像技术和桥式传感电路, 并通过微机系统实时记录焊接员的操作情况, 给出了操作状态曲线。

关键词: 激光 CCD 焊接 桥式传感

Study of welding torch position detection system with laser

Zheng Yongmei, Zhang Tieqiang, Guo Shanhe

(Dept. of Applied Physics, Jilin University of Technology, Changchun, 130025)

Abstract This paper described a simulation training system, including optical collimator, CCD camera, bridge sensor and a microcomputer, for real-time showing the welding process of a operator. With the system, we can give the proper judgment to the operation process.

Key words: laser CCD welding bridge sensor

引 言

欲实现高质量的焊接, 焊枪到焊口的位置要控制到特定的尺寸, 因此, 训练焊接操作者在焊接过程中保持枪位的平稳是十分必要的。要培养高技能的焊接员, 进行模拟训练, 并实行微机系统监督和显示来评价每一模拟过程, 使在实际焊接过程中不致于浪费焊料, 我们设计了一种激光光电传感检测系统, 使焊枪的定位精度, 特别是高度定位精度达到微米量级, 并能实时地记录操作员现场操作状态。

一、定 位 原 理

根据实际焊接员要达到的标准。焊枪高度的定位精度应不低于 0.1mm, 水平位置移动的精度达到 1mm, 所以, 对于高度的定位检测采用 CCD 激光光学检测系统, 水平位置移动的定位采用桥式传感电路定位系统。

本电源具有优良性能/ 价格比, 易于自行制作, 宜于推广应用。

参 考 文 献

- 1 叶慧贞, 杨兴洲. 开关稳压电源. 北京: 国防工业出版社, 1996
- 2 陈贤尧. 彩色电视接收机原理. 北京: 高等教育出版社, 1995

* * *

作者简介: 曾吉荣, 男, 1939 年出生。副教授。长期从事数字逻辑设计、计算机控制与接口技术、光电子学教学与科研工作。

1. 焊枪高度定位原理

如图 1 所示, 将一束激光束经过扩束准直后, 通过两个狭缝变成水平宽度 5mm、竖直高度为 20mm 的矩形平行光束, 由于焊接操作时, 焊枪的遮光, 使在投影屏上得到焊枪端点的投影像, 设此时投影屏上光束的高度为 H , 又经成像透镜 L 成像到线阵 CCD 上, 则在 CCD 上被照亮的高度 H' 为:

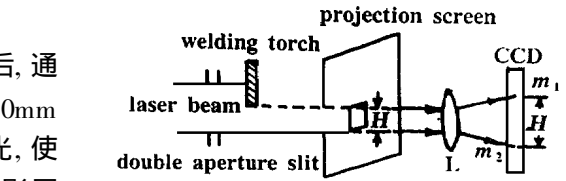


Fig. 1 Schematic diagram of height position

$$H' = (m_2 - m_1)n \tag{1}$$

式中, m_1, m_2 是 CCD 被照亮的下、上边缘光敏元的序号, n 是相邻光敏元的间隔。

设成像透镜 L 的放大率为 β , 则焊枪的高度——透射出光束的高度 H 为:

$$H = H' / \beta = n(m_2 - m_1) / \beta \tag{2}$$

上式表明: 通过测量 CCD 光敏元被照亮得序数 m_1 和 m_2 , 可以确定焊枪的高度 H 。

2. 焊枪水平移动定位原理

如图 2 所示, 我们采用桥式传感电路来对焊枪水平移动定位, 该桥式传感电路由直流稳压电源, 电阻 R_1, R_2, R_3 , 电阻丝, 放大器组成。

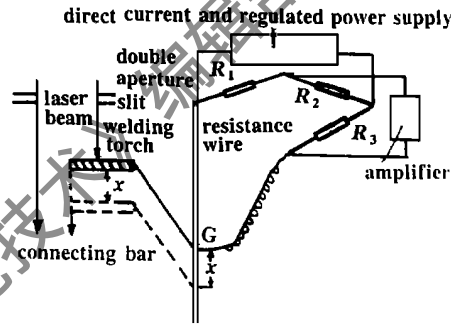


Fig. 2 Schematic diagram of level position

实际测量时, 电桥已预调平衡, 即:

$$R_1 / R_x = R_2 / R_3 \quad U_{AB} = 0$$

输出电压 U_{AB} 只与桥臂电阻变化有关, 将滑片 G 与焊枪绝缘相接, 且两者同步移动, 当滑片 G 从平衡位置开始与焊枪同步运动时, 桥路失去平衡, 则有^[1]:

$$U_{AB} = (R_1 R_x - R_2 R_3) U / (R_1 + R_2)(R_3 + R_x) \tag{3}$$

式中, R_x 为电阻丝的电阻, $R_x = \rho L / S$, ρ 为电阻丝的电导率, L 为电阻丝的长度, S 为电阻丝截面面积, U 为直流稳压电源的输出电压。

取平衡时 $R_1 = R_2 = R_3 = R_x = R$, 当 R_x 变化了 ΔR_x 时, 则有:

$$U_{AB} = \Delta R_x U / (4R_1 + 2\Delta R_x) \tag{4}$$

如果 $\Delta R_x \ll R$, 即焊枪水平移动距离远远小于滑线电阻丝的平衡长度, 则有:

$$U_{AB} = \Delta R_x U / (4R) \propto \Delta R_x \propto X \tag{5}$$

式中, X 为焊枪水平移动距离。由 (5) 式可见, 当焊枪水平移动距离相对不长时, 输出端 AB 的电压 U_{AB} 与 X 成线性关系, 说明焊枪的水平移动距离 X 可通过测量电压信号 U_{AB} 体现出来。测量时, X 与 U_{AB} 的关系可通过拟合方法来确定。

二、激光扩束准直原理

如图 3 所示, 我们设计了如下激光扩束准直系统, 该系统是由腔长为 450mm, 功率 2mW 的 He-Ne 激光器和焦距 $f_1 = 5\text{mm}$ 目镜, 焦距 $f_2 = 122\text{mm}$ 物镜组成的激光倒置望远镜系统。望远镜的放大倍数 $M = 24.4$, 物镜与目镜之间的距离为 $f_1 + f_2 = 127\text{mm}$, 激光器的出射口与目镜距离 $z_1 = 200\text{mm}$ 。这样使该激光器的出射光束由直径为 0.4m 准直扩束为

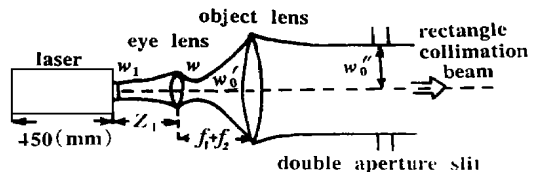


Fig. 3 Schematic diagram of laser collimation extender

这样使该激光器的出射光束由直径为 0.4m 准直扩束为

直径 22mm 尺寸的粗光束, 具体设计原理是:

$$w_0 = \lambda L / 2\pi$$

$$w_z = w_0 \sqrt{1 + (\lambda z / \pi w_0^2)^2}$$

$$w'_0 = \lambda f_1 / \pi w_z$$

$$w''_0 = \lambda f_2 / \pi w'_0$$

$$M = f_2 / f_1$$

式中, w_0 为激光器谐振腔内高斯光束的光腰半径, w_z 为由激光器谐振腔发出的光束的任意位置的光束半径, w'_0 为倒置望远镜中的光束光腰半径, w''_0 为扩束准直光束的光腰半径, M 为倒置望远镜的放大倍数。

三、检测系统结构

该检测系统主要由激光准直扩束系统、CCD 成像高度定位系统、桥式传感定位系统和微机处理系统组成。其结构框图如图 4 所示。图中, 1 为激光准直扩束, 2 为焊枪, 3 为 CCD 成像系统, 4 为桥式传感系统, 5 为驱动器, 6 为数据采集电路, 7 为放大器, 8 为 A/D 转换器, 9 为微机, 10 为显示器, 11 为打印机, 12 为报警装置。

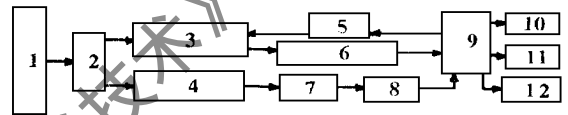


Fig. 4 Structural diagram of test system

由 2mW He-Ne 激光器发光光束, 经扩束准直和光阑限制后, 成为 5mm × 20mm 的矩形平行光束。焊接时, 焊枪沿光束移动, 由于焊枪的遮光使透过光束变短, 并成像到投影屏上, 又经透镜 2 倍成像到 CCD 上。我们采用 TCD142D 型 CCD, 光敏元数为 2048 个, 光敏间隔为 14μm, 从而影像高度定位精度达 7μm。

将焊枪与桥式传感电路中的滑片 G 绝缘相连。当焊接训练时, 焊枪带动滑片同步移动, 从而输出电压信号, 经放大和 A/D 转换, 送入微机进行数据处理, 以确定相应的移动量 X。

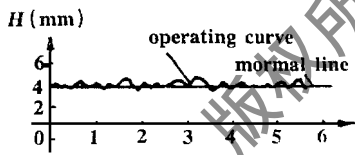


Fig. 5 Locues of welding torch

同时, 微机通过数据采集电路, 定时采集 CCD 存储的高度信息, 得一组 H 与 X 的数据, 并在屏幕上实时描绘出 H-X 曲线。在模拟训练过程中, 采用微机控制报警器, 随时提醒焊接员的非标准操作。

实用表明: 该激光光学模拟焊接操作系统能实时显示操作者的焊枪运动轨迹, 显示了 H-X 曲线, 如图 5 所示, 实现了科学化的培训。

参 考 文 献

1 陈润泰, 许琨编著. 检测技术与智能仪表. 长沙: 中南工业大学出版社, 1995: 79~ 80

作者简介: 郑咏梅, 女, 1964 年 10 月出生。讲师。现攻读光电技术专业硕士学位。

收稿日期: 1997-03-31 收到修改稿日期: 1998-02-22