

# 一种新颖的接触式光电焊缝跟踪传感器

曹莹瑜,黄民双,蒋力培,黄军芬  
(北京石油化工学院,北京 102617)

**摘要:**焊缝跟踪传感器的设计是焊接自动化实现过程的重要环节,在此克服非接触式焊接跟踪传感器易受干扰的缺点,利用光电转化的原理,设计了一种新颖的接触式光电焊缝跟踪传感器,该传感器利用特制导轮与坡口紧密接触,依靠坡口的机械导向作用实现焊缝自动跟踪,当导轮位置发生偏移,利用光电转换单元以及信号处理单元,可将偏移位移转化为模拟电压量。详细介绍了这种传感器的工作原理和组成,并说明了它在管道焊接机器人中的作用。经实验验证,该传感器可达到良好的测量和监测效果。

**关键词:**自动焊接;焊缝跟踪传感器;光电池;导轮

**中图分类号:**TG441.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-2303(2008)02-0021-03

## Research on a novel touch photoelectric sensor for seam tracking

CAO Ying-yu, HUANG Ming-shuang, JIANG Li-pei, HUANG Jun-fen  
(Beijing Institute of Petro-chemical Technology, Beijing 102617, China)

**Abstract:** The design of the seam tracking sensor is the key work in the realization of the welding automatization. A novel touch photoelectric sensor for seam tracking was designed on the base of getting over the shortcoming of non-touch seam tracking sensor and using the principle of the photovoltaic translation. The idler pulley can touch the seam closely, then the sensor can realize the auto-tracking by the oriented function of the groove. If the offset of the idler pulley location appear, the sensor can change the offset to the voltage using the cell of the photovoltaic translation and the cell of signal processing. The elements and composing of the sensor were introduced in detail, and the function of the sensor as a part of pipeline welding robot was explained. It is validated the favorable result of measure and monitor can be got using the sensor by experiment.

**Key words:** automatic welding; seam tracking sensor; photo battery; idler pulley

## 0 前言

目前,用于焊缝识别与跟踪的传感器主要有接触式和非接触式两种。非接触式主要包括:电弧传感、红外传感、超声波传感、视觉传感等。其中基于激光的视觉传感技术(Vision Sensing)与焊接回路无关,与工件无接触,适用于各种坡口形状,可以同时进行焊缝的跟踪和对焊接条件的实时控制,目前应用较广。但激光传感器在焊接过程中经常会受到电弧光和背景光的干扰,从而出现偏差甚至判断失误。传统的接触式传感器具有抗电弧光、烟尘干扰

的特性,但反应比较慢,准确性比较差。

本文利用光电转换技术和机械接触原理研制的接触式光电焊缝跟踪传感器既利用了光电头灵活、快速、小巧的优点,又使传感器头部的机械导轮与焊缝接触,通过机械接触进行传感,避免了电弧光、烟尘、背景光的干扰,这样就可以准确、快速地实现焊缝识别和跟踪。

## 1 组成原理

接触式光电焊缝跟踪传感器主要由三部分组成,即机械式传感头、光电探测和信号处理部分,如图1所示。

(1)机械式传感头。

收稿日期:2007-04-04

作者简介:曹莹瑜(1981—),女,河南洛阳人,助教,主要从事微电子电路设计方面的研究工作。



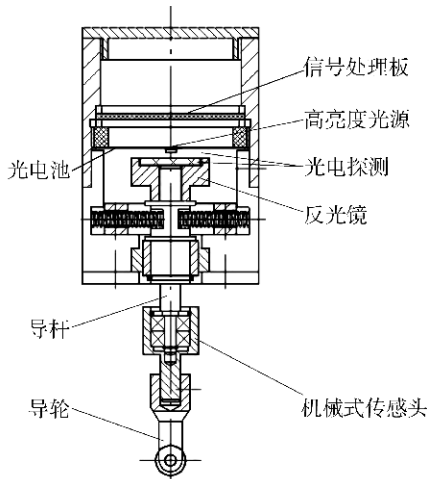


图 1 接触式光电焊缝跟踪传感器结构

Fig.1 Structure of the sensor of contact photo electricity seam tracking

接触式传感头由导轮和导杆两部分组成。接触式光电焊缝跟踪传感器就是利用导轮与坡口紧密接触,依靠坡口的机械导向作用实现焊缝自动跟踪。当导轮的位置发生偏移,与导轮相连的导杆就会发生倾斜,此时机械式传感头顶部安装的反光镜角度发生变化,这样就完成了机械位置的偏移向光线偏移的转化。

其中,导轮是否能与坡口紧密贴合,能否沿坡口自如运动直接影响到传感器的测量精度。因此,在设计导轮的过程中,应考虑导轮材料的耐磨性、导轮的运动自由度等的影响。

(2)光电探测。

如图 1 所示,接触式光电焊缝跟踪传感器工作时,反光镜上方的高亮度光源通过光栅照射在反光镜上,反射后的光线照射于光电池之上(见图 2)。此时,机械传感头发生倾斜,嵌于传感头顶部的反光镜与水平位置的角度即发生改变,这样光源发出的光经反射镜反射后,照射在反光镜上方的光电池之上,此时的光斑与机械传感头发生倾斜之前的光斑相比,位置就会发生变化,利用光电池的光电转换作用,就能将机械传感头偏斜引起的光斑位置变化转化为可测量的电信号变化。从而指导焊枪的运动,达到及时调整焊接路径的目的。

如图 1 所示,反光镜的上方是一块实现光电转换的光电池。

普通硅光电池是利用光生伏特效应把光能直接转变成电能的器件,它的用途可以分为两类:一类用作电源;另一类作为光电传感器用于光电测

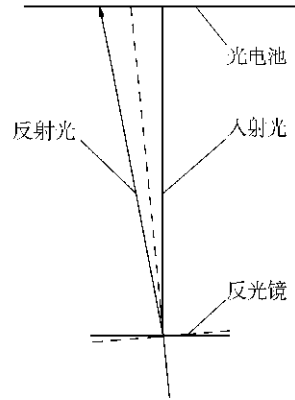


图 2 传感器光路示意

Fig.2 Light route of the sensor

量。我们利用它作为光电传感器这一用途来测量焊枪偏离坡口中心的距离。

硅光电池的基本结构就是一个 PN 结。当光照 PN 结时,只要入射光子能量大于材料禁带宽度,并且光照不停止,光生电压就将一直存在。光生电压的大小与 PN 结的性质及光照度有关。理想状态下,当光电池光敏面材料一致时,产生的光电流的大小与光照面积成正比。利用普通硅光电池的原理并结合接触式光电焊缝跟踪传感器设计的特殊需要,设计加工了具有“线性”特点的光电池,如图 3 所示。

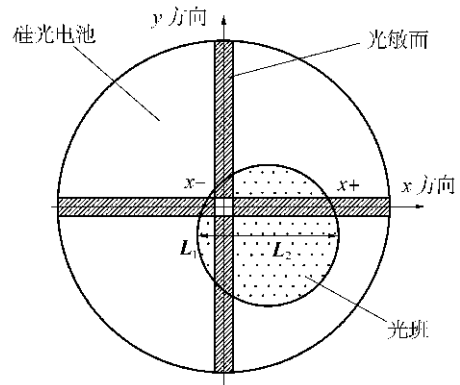


图 3 光电池结构示意图

Fig.3 Structure of photo battery

这种光电池具有以下优点:

a. 接触式传感器的外壳是由电路板、光电池等的形状决定的,圆形的光电池方便了整个传感器外形的机加工。

b. 如图 3 所示,在互成 90°的两个方向上(x 向和 y 向),铺上宽度很小的两条光敏材料。以 x 向为例,入射光斑覆盖在 x 向产生的光电流可以近似的看作与光斑长度成正比。

专题讨论——焊缝跟踪与图像处理

$$I = k \times b \times (L_2 - L_1)$$

其中  $I$  为产生的光电流;  $k$  为比例系数;  $L_1$  和  $L_2$  是矢量,  $L_2$  为正,  $L_1$  为负。这样就简化了算法及算法实现电路。  $y$  方向原理和算法与  $x$  方向相同。

c. 因为我们只关心  $x$  和  $y$  方向上的位置改变, 这种具有“线性”特点的光电池使光斑在光敏材料以外面积的改变并不影响测量结果, 这样既降低了光路设计的难度又不影响最终的测量结果。

(3)信号处理。

根据本设计中光电池的工作原理, 对  $x$  方向的两个电信号( $x_+$ 、 $x_-$ )进行差分运算和  $I/U$  转换放大, 即可得到表征  $x$  方向位置改变的模拟电压量。

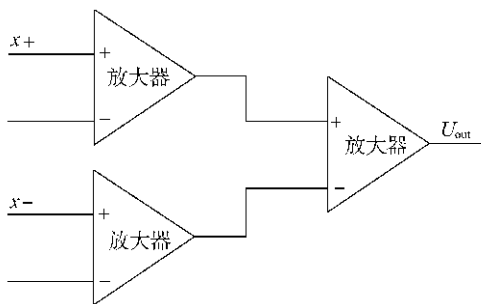


图4 I/U转换放大电路

Fig.4 I/U conversion amplify circuit

因为光敏介质和加工过程存在差异, 光电池各个方向上的暗电流不一致, 为了消除暗电流不一致造成的测量结果的偏差, 在图4所示的  $I/U$  转换电路的第一级通过调节可调电阻器来消除暗电流不一致造成的影响。

此外在选用核心元件放大器时应选用 CMOS 器件, 偏置电流较小, 这样就使得光电池的输入电流损耗较小, 使得测量精度提高。

## 2 在管道焊接机器人中的应用

接触式传感器应用于管道焊接机器人安装位置如图5所示, 接触式光电焊缝跟踪传感器安装于焊枪之前, 与焊枪平行, 属于前置型位置传感器。

试验结果见图6, 为两组不同位置时的测量结果。其中横坐标为位置量, 纵坐标为反映位置变化信息的电压量。由图中可知, 位置的微小改变即可引起电压的较大改变, 为焊接机器人及时调整焊接路径提供了基准。

## 3 结论

管道焊接机器人用接触式光电焊缝跟踪传感器, 经实验验证可达到良好的测量和监测效果, 并

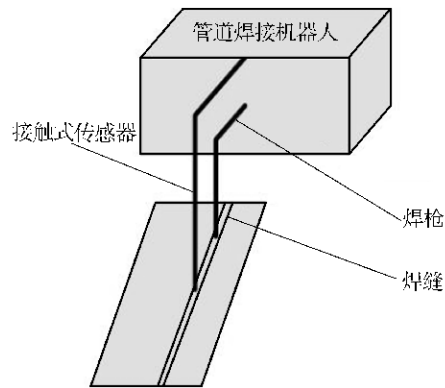


图5 接触式光电跟踪传感器安装示意

Fig.5 Location of the sensor of contact photo electricity seam tracking

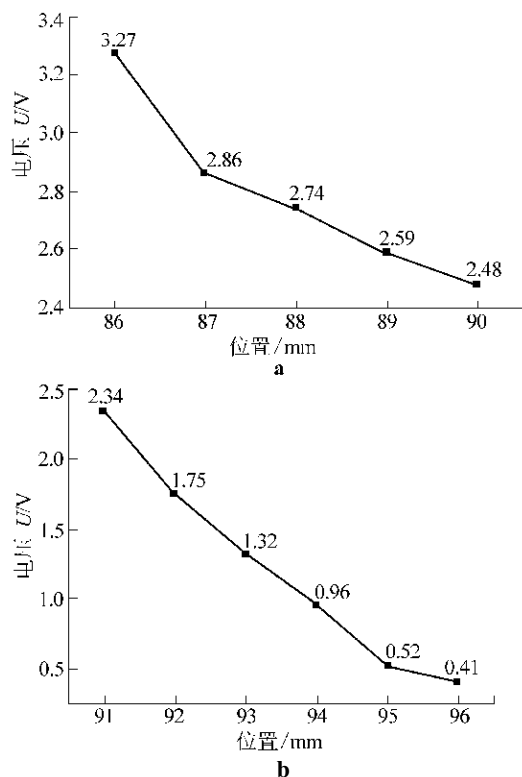


图6 电压-位置关系

Fig.6 Relation of voltage and location

且结构简单, 价格相对较低, 随着研究的深入, 它一定会在将来的自动焊接过程中达到满意的效果。

### 参考文献:

- [1] 陈武柱, 张旭东. 视觉传感器与焊缝自动跟踪[J]. 传感器, 2002(18): 20.
- [2] 曾超, 李锋, 徐向东. 光电位置传感器 PSD 特性及其应用[J]. 光学仪器, 2002(24): 4-5.
- [3] 黄军芬, 黄民双, 邹勇, 等. CO<sub>2</sub> 自动焊激光焊缝视觉传感器设计[J]. 电焊机, 2006, 36(10): 24-25, 66.