

电容传感器在火焰切割机中的应用

罗佰绥,熊小民

(南华大学 数理学院,湖南 衡阳 421001)

摘要:为保证钢板的切割质量,提高切割精度,在切割过程中采用电容传感器对钢板与割炬的距离实时监控,从而保证数控火焰切割过程中割缝宽度均匀.本文详细叙述位移电容传感器的单元电路结构,信号走向和工作原理以及在火焰切割中的实际应用.

关键词:电容传感器;电路结构;信号走向;实际应用;

中图分类号:TP212 **文献标识码:**B

Application of Capacitor Sensor in Flame Cutting Machine

LUO Bai-sui, XIONG Xiao-min

(School of Mathematics and Physics, University of South China, Hengyang, Hunan 421001, China)

Abstract: To guarantee the cutting quality and precision of steel plate, capacitor sensor torch was used to detect the distance between torch and steel plate, which was real-time monitored, to make even the smoothness of cutting gap width. This paper described the high-low adjusting circuit structure of capacitor sensor in detail, signal voltage flow path, elementary work principle and its practical application in flame cutting machine.

Key words: capacitor sensor; circuit structure; signal voltage flow path; practical application

0 引言

在许多大型装备制造企业和造船行业,普遍使用火焰切割机自动套料切割钢板,电容高低调节器是切割机中必不可少的配套部件,该设备的主要功能是保证切割机的割炬头与被切割工件始终保持最佳切割距离,从而消除由于被切割工件的不平度变化而引起的加工精度误差,保证切割

质量.

1 电容传感器探头

平板电容器的电容 C 决定于极板的工作面积 S 、极板间介质的介电常数 ϵ 和极板间的距离 δ ^[1], 这些参数之间有如下关系:

$$C = \frac{\epsilon S}{\delta}$$

显然,位移使电容器的 S 、 δ 、 ϵ 三个参数中任意一个发生变化,均会引起电容量变化.通过检测电路将电容量的变化转化为输出,这样即可确定位移的大小和方向.

电容式位移传感器有结构简单、动态性能好、灵敏度高和分辨率强等特点,它可用于无接触检测,并可在恶劣环境下工作,故广泛用于数控火焰切割机检测位移测量中^[2-7].图1是一个电容传感器的割炬图.

2 电容传感器电路

探头是由直径 80 mm 铜质金属环做成,通过屏蔽线(见图1所示)连接到电容传感器电路,电容传感器电路是由晶体振荡器、高频检波器、比较运算放大器组成.晶体振荡器产生 6M 赫兹频率,分两路,一路送往 R4、D2、C5、R6 组成的高频上检波器,另一路送往电容探头和由 R5、D3、C6、R7 组成的高频下检波器,当两路高频信号经过高频检波后,经过差分电压比较放大,输出一放大的缓慢的电压,这一电压是变化的,因为电容环在相对金属板材高低运动的过程中,从电容环反馈给

R5、D3、C6、R7 组成的高频下检波器的信号,是变化的高频电压信号,经过检波输出的直流信号也是变化的缓慢信号,当 A1 正端的变化信号与 A1 负端的不变信号电压进行比较时,就把电容环对钢板感应的变化信号通过 A1 转换成缓慢的直流电压输出信号.为送往比较放大电路作准备(见图2).

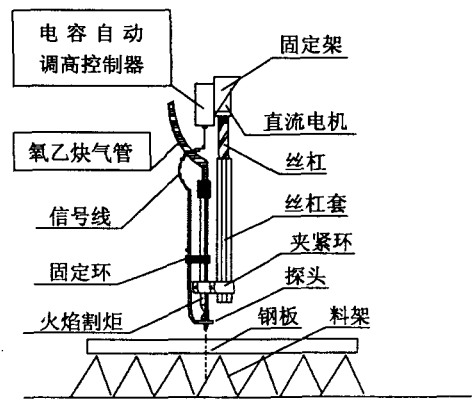


图1 割炬和电容探头

Fig.1 Torch and capacitor probe

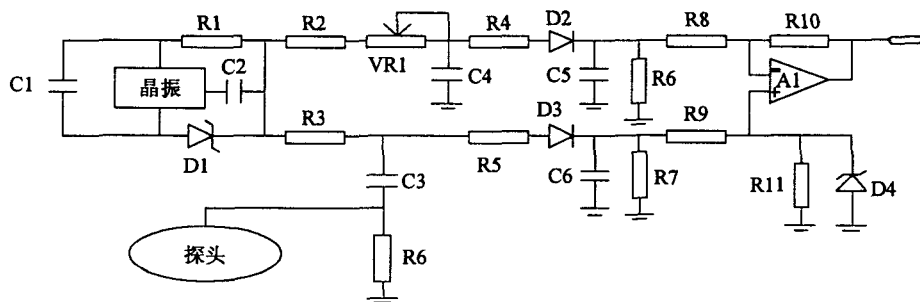


图2 探头电路

Fig.2 Probe circuit

3 放大比较电路

来自电容传感器电路的变化直流信号电压和 VR2 电位器中点的直流电压叠加给 A2 的反向端,通过 A2 的线性放大,就在 A2 输出端输出变化的直流电压,调节电位器 VR2 中点电压,实际上就是改变电容探头离钢板的实际探测距离. A2

输出的电压一路输给 A4 的正向端,另一路输给 A5 的反向输入端,调节 VR3 电位器中点电压,就可以同时改变 A4 的反向电压和 A5 的正向电压, D5 起钳位电压的作用,当 A2 输出电压落在 D5 钳位电压之间, A4 和 A5 之间无输出电压,当 A2 输出电压大于 A4 反向端电压, A4 输出高电平, D6 发光二极管发亮. 当 A2 输出电压小于 A5 正

向输出端电压,A5 输出高电平,D7 发光二极管发亮,以指示电容探头升高和降低.当手动/自动开关合上时,A4 和 A5 的电压就能够通过模拟开关 M 传输到 D8 和 D9,以驱动后续的光藕电路.在自动状态下,也可以进行手动上下调节,手动上下

调节比自动上下调节优先级别高,所以在实际工作现场,处于自动状态时,如果碰到紧急状态时,可以手动人工紧急干预,按上升键或下降键,以免碰到钢板或障碍物造成事故发生(见图 3).

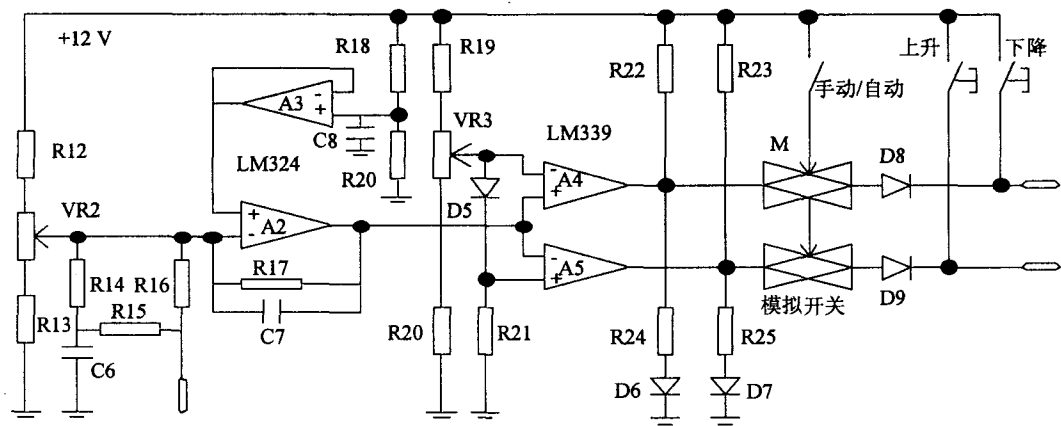


图 3 放大和比较电路

Fig. 3 Amplify and compare circuit

4 光电耦合与电机驱动电路

来自放大比较电路的高低调节信号(见图 4),通过光藕 G1 和 G3 送到功率驱动电路,光藕的作用是把电机驱动电路部分与放大比较电路部分通过光藕隔离,强电弱电分离,这样电机干扰和现场的干扰就不会进入放大比较电路.

当上升信号通过 G1 时,D10 的发光二极管导通发亮,并在 R27 电阻上建立电压,该电压加在三态门 S1 的 2 脚和三态门 S4 的 12 脚端,与此同时,由于 G3 没有信号,D12 发光二极管截止,在 R29 电阻上就建立不起电压,该低电平信号通过 S2 三态门,输出给 S1 三态门控制端,S1 三态门选通.在 S1 导通的同时,被选通的 S4 输出信号加给 S3 三态门控制端,封锁 S3 三态门导通.这种状态是 S1、S2、S4 选通.

当下降信号通过 G3 时,D12 的发光二极管导通发亮,并在 R29 电阻上建立电压,该电压加在三态门 S3 的 9 脚和三态门 S2 的 5 脚端.与此同时,由于 G1 没有信号,D10 发光二极管截止,在 R27 电阻上就建立不起电压,该低电平信号通过 S4 三态门,输出给 S3 三态门控制端,S3 三态

门选通;在 S2 导通的同时,被选通的 S2 输出信号加给 S1 三态门控制端,封锁 S1.这种状态是 S2、S3、S4 选通.

现在再来看直流电机 M 正反转的情况.当 S1、S2、S4 选通时,T1、T5、T6、T4、T10 导通;T2、T7、T3、T8、T9 截止,此时由于 T6 和 T10 导通,整流的直流 110 V 电压直接加在电机两端,电机正转,电容探头提升;当 S2、S3、S4 选通时,T2、T7、T3、T8、T9 导通;T1、T5、T6、T4、T10 截止,此时由于 T9 和 T7 导通,整流的直流 110 V 电压直接加在电机两端,电机反转,电容探头下降;

此电路不可避免会受到外界电磁干扰或者误操作同时按动“上升”和“下降”按钮,这时就有可能导致 G1 和 G3 同时选通,但由于 74LS125 三态门具有保护作用,只允许上升信号或下降信号一个信号通过,电路具有互锁性,从而避免烧坏后续的驱动管.当电机的电流超过 T6、T7、或 T9、T10 驱动管额定的电流时,就有可能使驱动管烧毁,为了避免烧毁驱动管,本电路一是采用 74LS125 三态门互锁,二是在 T7 和 T10 发射极加采样电阻,当采样电压超过了光藕的导通电压,光藕的输出就会把调高的信号电压短路,使信号电压不能通

过 G1 或 G2,这样就保护了驱动管.

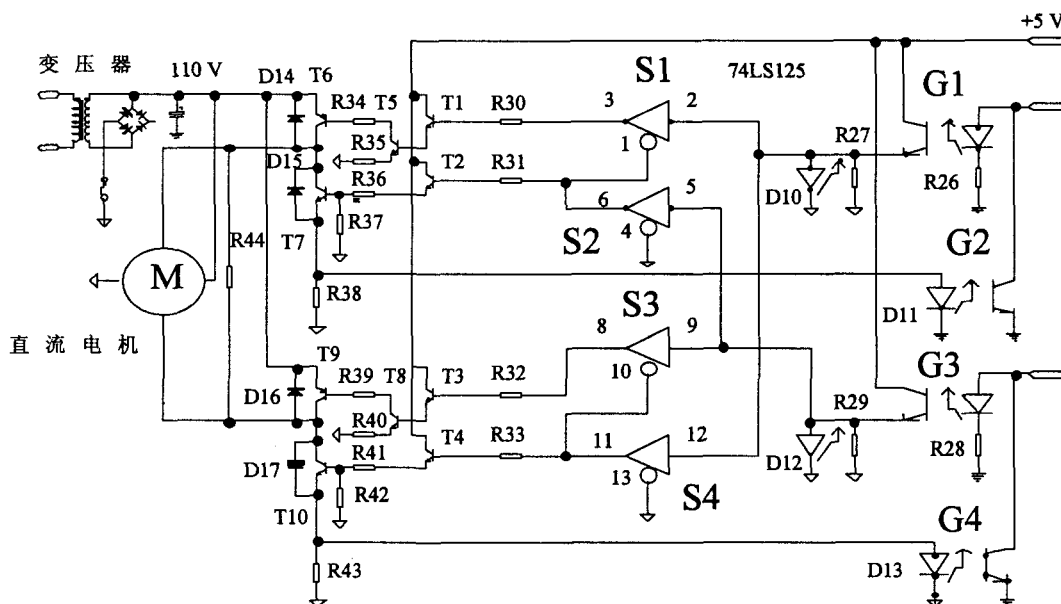


图4 光藕合与电机驱动电路

Fig. 4 Optical couple and motor driving circuit

5 结束语

电容传感器在数控火焰切割机切割钢板中,具有许多优点,它能自动检测到钢板的不平度的距离,通过闭环反馈回路,调整割炬与钢板的距离,从而降低操作者的劳动强度,提高了切割精度和自动化程度,安全可靠.

参考文献:

- [1] 张福学. 传感器应用及其电路精选[M]. 北京: 电子工业出版社, 1991.
- [2] 李秉操. 单片机接口技术及其在工业控制中的应用[M]. 西安: 陕西电子编辑部, 1991.
- [3] 赵继文. 传感器与应用电路设计[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [4] 童诗白. 模拟电子技术基础[M]. 北京: 北京高等教育出版社, 2001.
- [5] 林其骏. 机床数控系统[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1991.
- [6] 郭仁生. 机械设计基础[M]. 北京: 清华大学出版社, 2001.
- [7] 刘亚江. 切割技术及应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.