

光电检测系统中弱信号的检测

李若仲, 齐跃虎, 李兆展

(空军工程大学 导弹学院, 陕西 三原 713800)

摘要:整经机上丝线的毛刺、打结等,采用了光电式检测技术,但由于丝线运行速度快、有抖动,运行环境的光、电干扰较强,毛刺在输出端产生的信号变化甚小。为提高弱信号检测的灵敏度,采用了动态检测、降低电路噪声和双重判断等措施,有效地降低了系统的误检率,提高了系统的可靠性。

关键词:毛刺;检测;遮光度;误检概率

中图分类号:TN247 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2002)04-0033-03

这里所指的光电检测系统是对整经机上数百条并行运动的丝线的检测,其功能是检测丝线上的毛刺、打结和断线等,丝线的线速标称值为 1 000m/min,线径为 $\Phi 0.8 \sim 6\text{mm}$,包括毛线和各种光泽线,当发现毛刺、打结或断线时自动停车。该系统采用了激光检测技术,由发射头、接收板和主机三部分组成,其中发射头和接收板相距约 1.5 m,而两者距主机则有 10 m 多。

1 检测原理

发射端有一激光管(镭射管),接收端有光敏接收管。正常情况下,丝线较稳定、抖动较小,线的遮光度基本恒定,发射端所得到的电信号也基本恒定。当有毛刺、打结和断线等经过发射管和接收管之间的光路时,由于遮光度增大,接收部分所得到的电信号发生变化。因丝线速度较快,毛刺在光路上所需时间很短,接收端得到的实际上是电脉冲,当然一般不是方波。电脉冲的幅度和宽度主要由毛刺大小、形状、位置(如倒立、与线平行等)决定,因为丝线速度基本上是恒定的。由于线径范围很宽,线的材料可以是各类丝线和毛线,甚至是线径不足 1 mm 而又非常光泽的白丝线,线速很快,加之车床的振动、车间内的杂光干扰、各类电干扰等,被检测的信号非常微弱,属于弱信号的检测。

有效地提高检测灵敏度是弱信号检测的关键,措施包括电路板绘制、硬件电路和软件设计等方面,下面仅介绍电路和软件设计方面的对策。

2 光电检测部分

在发射部分,镭射管所发射的光信号应稳定、可调,以适应不同的线型,采取的措施是恒流供电方式,电路原理图如图 1 所示。

提高接收部分抗干扰性能的有效措施是采用电流环传输信号,接收部分的电路原理图如图 2 所示,主要包括光电转换、放大和电压-电流转换^[1]两部分。光电转换由运放构成,为提高系统的抗干扰性能,采用了交流检测的方法,即只有在接收端出现电脉冲时,主机才判定毛刺大小。所以在检测和信号处理通道中,都加了隔直流电容。和光敏接收管并联的电容是为了滤除电磁波干扰和杂光干扰^[2]。为降低运放的漂移所引起的噪声干扰,采用了同一芯片内的组合运放补偿其失

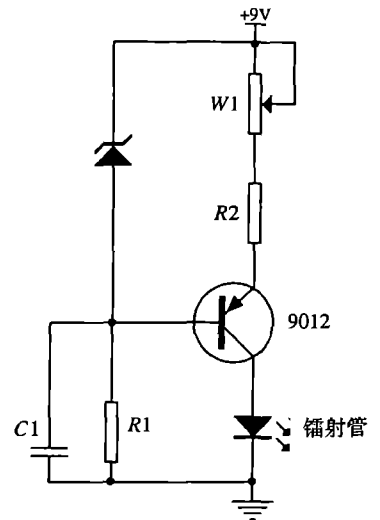


图 1 发射部分原理图

调和漂移的措施,实践证明,对降低输出噪声十分有效。电位器 W3 用于调整运放的工作点。电压-电流转换电路也由运放构成, W1 和 W2 配合用于调整稳态输出时的电流和运放的工作状态,使整个系统工作在最佳状态。输出端的电阻用于限流和降低地线噪声。当遮光度由于毛刺等发生变化时,光电转换部分的输出端得到电压脉冲,经电压-电流转换后,接收部分的输出电流值随接收的光强而变化,电流变化范围是 0~10 mA,即在稳态(线稳定)时,将输出电流调整为 0 mA 附近。

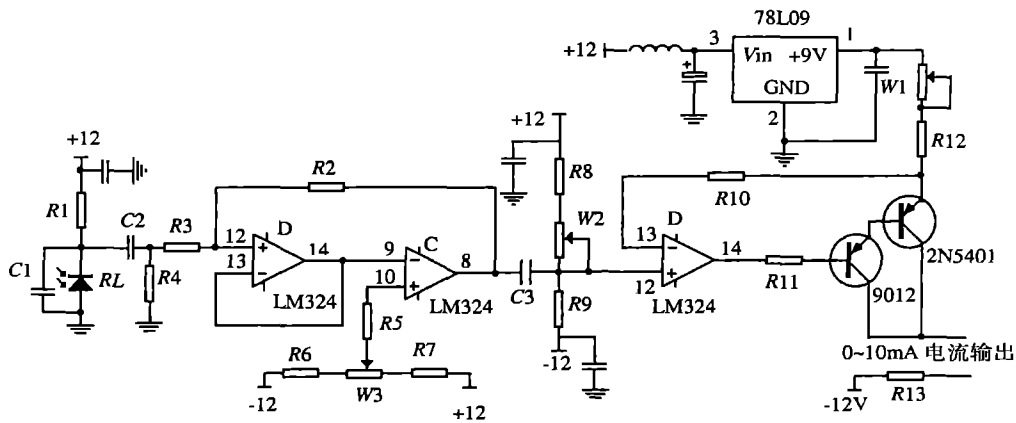


图2 接收部分电路原理图

3 主机部分

主机由 80C196KC 单片机构成,完成信号处理、参数设置、显示和车床的控制等,这里只介绍有关信号处理部分的硬件和软件设计问题。信号处理部分的前端是测量放大器,它把由电缆馈送来的电流信号转换为电压信号,经低通滤波和缓冲后送到模拟和比较两个通道,其中模拟通道的输出送 80C196KC 的 A/D 转换通道,而比较通道的输出送 80C196KC 的 HSI 通道^[3]。比较通道由比较器、数字电位器(X9312)和施密特整形电路构成,数字电位器用于设定比较器的阈值,由软件动态调整。

毛刺大小是通过电脉冲的幅度和宽度同时测量后加以判断的,幅度判断是将电信号模-数转换后和设定的阈值比较,以此确定毛刺大小并显示当前实际的测量值,所以该通道实质上是鉴幅。宽度判断是将电脉冲整形后送入脉宽测量(HSI)电路并和设定宽度比较,是脉冲宽度鉴别,主要是滤除宽度窄的脉冲干扰。当幅度和宽度两个通道都判明毛刺已大于设定值时,即发出停车信号令车床停车。幅度和宽度同时鉴别的方法在很大程度上抑制了误检现象。

模拟通道的阈值电压是由软件设定并存储的,测量 N 次后的算术平均值和设定的阈值比较。比较通道的阈值电压由一个数字电位器 X9312 提供,可由软件适时调整该阈值电压,从而也可改变脉冲宽度。模拟通道和比较通道从不同的侧面反映了毛刺大小、形状和在光路上停留的时间即线速,而两者也有一定的联系,如幅度鉴别本身也反映了脉冲宽度,因为和阈值比较的是几次测量的平均值,而宽度鉴别也反映了脉冲的幅度。之所以采用幅度和宽度同时比较的方法,主要是利用 80C196KC 的硬件资源提高系统的可靠性,有效地降低系统的误检率。

软件设计中主要是注意设定两个通道的阈值和中断处理过程,当两个通道都产生中断(已检测到毛刺等)时才停车。为提高测量精度,减小误检概率,最好消除或减小系统的静态误差,包括电路的噪声、漂移等,方法是在车床上电而并未正常工作的时间内,测量并存储系统的静态平均值,当正常检测后,再将测量值减掉静态平均值作为实际的测量值。

系统的抗干扰措施应从硬件和软件两个方面考虑,软件方面除上面介绍的外,应引入有效的数字滤波程序^[4],硬件方面主要是电路板设计,使用“看门狗”电路(如 X25043 等),并在电路上采取有效措施,如地线隔离和电源隔离等。

图3是可用的一种地线隔离电路。实践证明,在检测和控制

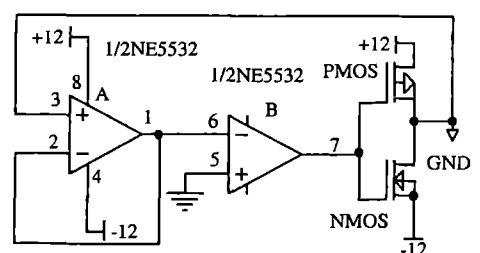


图3 地线隔离电路

系统内,地线的处理至关重要,是提高系统测量精度和抗干扰性能的重要途径。

电源隔离主要是通过DC-DC转换器,这里不再介绍。另外电源滤波也是很重要的,要优化整个系统的电源滤波电路,如采用LC滤波等。

4 结束语

激光管的恒流偏置、信号的电流环传输、对脉冲幅度和宽度同时鉴别、硬件滤波和软件滤波的有机结合等多项措施的采用,有效地提高了系统的抗干扰性能和检测灵敏度,系统的误检概率达到了工程要求。上述弱信号检测的措施,对其它检测系统的设计有一定的参考价值。

参考文献:

- [1] 李 华,孙晓民,李红青,等. MCS-51 系列单片机实用接口技术[M]. 北京:航空航天大学出版社,1994.
- [2] 丁镇生. 传感器及传感技术应用[M]. 北京:电子工业出版社,1998.
- [3] 孙涵芳. Intel 16 位单片机[M]. 北京:航空航天大学出版社出版,1998.
- [4] 方建淳. 8098 单片机原理与应用技术[M]. 天津:科学技术出版社,1990.

(编辑:田新华)

Measure and Test of Weak Signal in the Photoelectric Detecting System

LI Ruo-zhong, QI Yue-hu, LI Zhao-zhan

(The Missile Institute, Air Force Engineering University, Sanyuan, Shaanxi 713800, China)

Abstract: Photoelectric detecting technology has been adopted to check to see if there are faults, knots etc. in the threads on the warping machine. Then, the signal to show the evidence of faults is not obvious but weak at the terminal because of the threads' rapid movement, vibration and of the strong light and electric interference in the site. In order to strengthen the sensitivity of weak signal in detection, measures such as dynamic detection, reduction of circuit noise, dual judgment, etc. are employed, thus the system's false ratio in detection is greatly decreased while its reliability is improved.

Key words: fault; detection; light-shield degree; probability of false detection

通 告

本刊通信地址变更,从2002年8月1日起来信来稿
请寄:

西安市空军工程大学

学报编辑部收

邮编:710051