

一种可弥补信号缺陷的细分方法

纪刚 叶军

(青岛大学机械系, 青岛 266071)

摘要 由于受到光栅制造、传感器设计和调试等技术的限制, 光栅传感器不可避免地存在某些缺陷, 如信号幅值不稳定、信号中心电平漂移等。这些缺陷直接影响到整个光栅测量系统的精度, 成为光栅测量系统最普遍存在的误差源。本文详细给出了一种新的细分方法, 使用此方法可有效地消除信号幅值不稳定和信号中心电平漂移对系统精度的影响。

关键词: 光栅; 传感器; 细分; 信号

1 问题的提出

光栅传感器输出信号的幅值稳定性、波形、信号中心电平漂移程度及信号对比度等参数是传感器设计的主要指标, 直接影响到测量系统信号处理部分(包括细分电路)可靠性和整个系统的精度。由于这些参数涉及到光栅的加工、传感器结构的设计和调试等诸多因素, 实际输出信号很难达到理论上的要求。因此, 在设法改进传感器制作技术的基础上, 人们开始寻求通过后续信号处理部分来弥补传感器信号的缺陷。例如, 可通过计算细分法消除幅值变化的影响; 利用差分放大解决信号对比度过小的问题; 利用幅值分割细分法解决波形的非正弦波问题等。这些方法一般只能消除某种缺陷, 同时消除多种缺陷的方法尚在进一步研究之中。在诸多影响系统精度的因素当中, 信号幅值稳定性和信号中心电平漂移的影响最大, 尤其是信号中心电平漂移, 可直接引起信号处理部分的计数误差, 而且尚无有效的解决方法。

光栅传感器信号中心电平漂移的产生主要是由于光栅材料不均匀、电源不稳定、光栅表面不洁等因素引起, 其表现形式为: 在光栅的测量过程中, 输出的周期信号的中心电平值产生变化, 见图1。测量系统的信号处理部分在收到传感器输出的信号时, 总是通过计算信号的周期数来得到位移量, 因计数点的位置总是位于信号幅值的某一点(一般为信号理想中心点), 当信号中心电平产生漂移时, 不可避免地存在计数误差, 见图2。

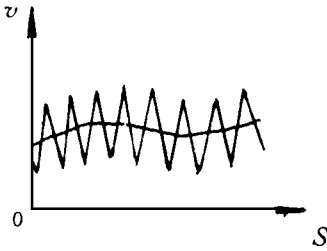


Fig. 1 Signal middle voltage drifting

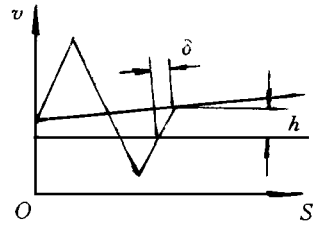


Fig. 2 The error by drifting

计数误差为:

$$\delta = \frac{h}{4A} \cdot W$$

h —— 信号中心电平漂移量

A —— 信号幅值

W —— 光栅栅距

由于光栅信号中心电平的漂移难以控制,且无规律性,因此产生的测量误差难以通过机构或传统的误差修正方法得以修正,针对信号中心电平漂移的这种特点,在幅值分割细分法的基础上,我们应用计算机技术,通过对光栅输出信号进行跟踪,检测出信号中心电平的漂移量,然后由软件进行修正,以达到消除计数误差的目的。

2 幅值分割细分法的原理

幅值分割细分法的原理是将光栅信号的一个周期按电平高低进行分割,不同电平对应不同位移量,这样当光栅信号通过不同参考电压的比较器时,就可以在一个周期内发出 n 个细分脉冲,从而实现 n 细分。

对于大细分系统,由于采用了大量的比较器,幅值分割细分电路将变得很复杂,且其可靠性亦会降低。为此,我们采用了单片机和 A/D 技术,对传统电路进行了改进,其原理见图3。

由光栅传感器输出的两路相位差 90° 的正弦信号 A、B,首先经运算放大器放大,然后由电压比较器整形成方波信号。两路方波信号经由异或门电路和微分电路组成的判向电路和计数电路后,形成判向脉

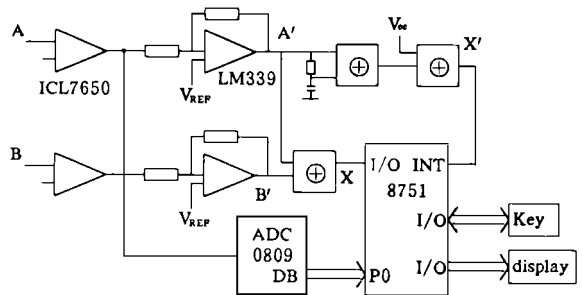


Fig. 3 Principle of the cutting latitude method by computer

冲 X 和计数脉冲 X' , 计数脉冲 X' 是光栅信号的二倍频,相当于光栅每移动一个栅距计两次数。判向脉冲 X 用于判断光栅移动方向,每当计数脉冲出现时,单片机外部中断响应,由中断服务子程序判断 X 脉冲的高低, X 为 '0' 时,表示光栅反向移动; X 为 '1' 时,表示光栅正向移

动, 依此作为进行加判计数的依据。计数脉冲个数的和是以半个栅距为最小单位的测量值。

在此系统中, 判向脉冲 X 送单片机 8031 的一个 I/O 中, 计数脉冲送外部中断口。放大后的 A 信号送 ACD0809 进行 A/D 转换, 转换值经查表得对应的细分值。因为一个信号周期内有两个计数脉冲出现, 故细分只需在半个周期内进行。

在光栅传感器完成后, 首先用精密测长仪和电压表测出光栅起点的一个信号周期的电压 V - 位移 S 曲线, 根据电压所对应的位移值, 将细分值填入 EPROM 的表区内。Fig. 4 在测量时, 将根据信号幅值的 A/D 转换值, 查表即得细分值。

光栅信号在半周期内对称, 即同一电压值对应两个不同的细分值, 故需用 X 信号作为判断细分值的依据。以 10 细分系统为例, 采样时, 若 X 为 “1”, 则细分值在 1 ~ 5 之间; 若 X 为 “0”, 则细分值在 5 ~ 9 之间。例, 如表中值为 1, X 为 “1” 时, 实际细分值为 1; 如表中值为 1, X 为 “0” 时, 实际细分值应是表值与 10 的差值, 即 9, 见图 4。

对于 8 位转换器 ADC0809, 其转换值为 0 ~ 255, 对应的列表区间应是 256 个单元。若半周期 10 细分, 根据实测电压值与细分值的对应关系, 256 个单元的表区内应分别填入 0、1、2、3、4、5、0 值对应信号中心电平处, 即计数点上。如信号中心电平为 2.5 V 时, 0 值对应的表地址为 127 单元, 127 以下的地址单元分别填入 1、2、3、4、5, 对应中心电平以下的信号幅值, 即光栅信号的后半周期。127 以上的地址单元同样分别填入 1、2、3、4、5, 对应中心电平以上的信号幅值, 即光栅信号的前半周期。这样在光栅信号的前后两个半周期内均可实现 10 细分。一个 8 位 A/D 转换器最高可实现 256 细分。

按此细分法, 每个传感器因其信号波形和幅值不同, 只能各自对应各自的表, 传感器之间不能通用。

经细分和计数后, 光栅的位移量记为:

$$L = n \cdot \frac{W}{2} + \Delta L$$

ΔL —— 光栅终止位置(细分值) - 光栅初始位置(细分值)

n —— 计数脉冲个数

这种细分方法最大的优点是对信号波形无要求, 但同时存在两个缺陷, 第一, 因 EPROM 中表区内的值已事先给定, 信号幅值变化时, 实际细分值会与表值产生偏差, 带来细分误差。第二, 电压比较器 LM339 的参考电压按光栅在起点位置的信号中心电平给定, 即计数脉冲在信号中心处出现, 因此, 当信号中心电平出现漂移时, 计数脉冲间隔会有误差, 从而影响系统精度。根据以上分析, 我们设计了一种可消除这两种缺陷的细分电路。

3 可弥补信号缺陷的细分方法

新的细分方法在幅分割细分法的基础上, 对以上电路进行了改进, 其原理框图见图 5。单片机在收到经 ADC0809 转换的信号数字量之后, 首先求出当前周期信号值的最大值和最小值,

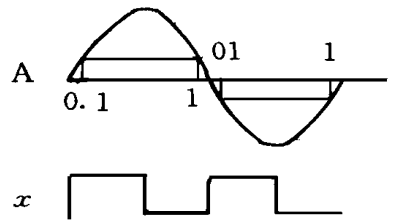


Fig. 4 Abridged general view of divide

然后经 D/A 转换为模拟量输出给 ADC0809 的参考电压端 V_{REF+} 和 V_{REF-} , 作为下个周期信号幅值的转换范围, 相当于信号幅值变化与 A/D 转换范围变化同步, 这样可以保证在不改变 E-PROM 中表值的情况下, 即使信号幅值发生变化, 也不会引起查表误差, 从而避免了因幅值变化带来的细分误差。列表区间内细分值与光栅在零位置的一个周期信号幅值对应。

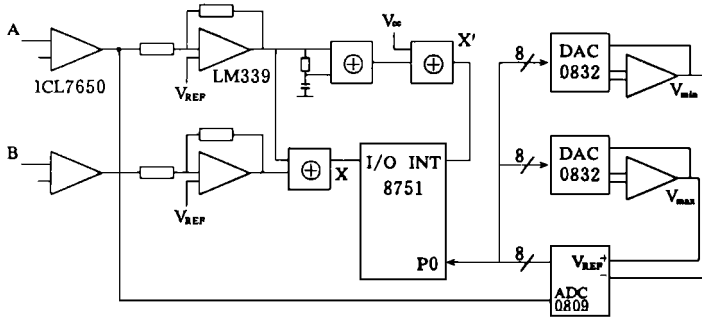


Fig. 5 Principium of the divide method about remedying signal defects

信号中心电平漂移引起的测量误差由软件修正。在已改变 ADC0809 的参考端电压之后, 当计数脉冲出现时, 单片机中断响应, 此时在中断服务子程序中读 A/D 转换值, 并查表得其细分值。如果细分值为 0, 则表示信号中心电平未偏离原始位置; 如果细分值不为 0, 则表示信号中心电平已偏离, 读其细分值, 用测量值减去此细分值, 即得到修正后的测量值, 从而消除了信号中心电平漂移带来的影响。

4 需注意的问题

由于受 A/D 转换器速度的影响, 光栅移动速度过快时信号的每个周期内采集数据不够多, 不能反映出实际信号的最大值和最小值。对此, 在传感器调试完成后, 我们首先测出全过程中信号幅值的变化范围, 当采集的信号的最小值或最大值不在此范围内时, 说明未采集到数据的最大值或最小值, 将信号幅值变化范围的平均值输出作为 ADC0809 的参考电压, 以确保细分值的正常计算。实际上, 由于采用每周期计数的方法, 细分值只在光栅起始和终止位置起作用, 而光栅的起动和停止时, 其速度很慢, 足以采集到足够的的数据, 保证可靠的细分计算。

参 考 文 献

- [1] 何立民. 单片机应用系统设计. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1990
- [2] 张国雄, 沈生培. 精密仪器电路. 北京: 机械工业出版社, 1988
- [3] 纪 刚. 光栅传感器信号特性分析. 计量技术, 1992, (7): 1~3

A Divide Method Remediying Signal Defects

Ji Gang Ye Jun

(*Dept. of Mechanics, Qingdao University, Qingdao 266071*)

Abstract

Because of some factors in grating manufacture and in grating sensor design and adjustment, the grating sensor always has some defects. For example, the signal latitude is unstable and the signal middle voltage is drifting, etc. These defects affect the precision of the grating measurement instruments. This paper gives a new divide method that can effectively remedy these signal defects.

Key words: Grating, Sensor, Divide, signal

纪刚男, 讲师, 毕业于哈尔滨工业大学精密仪器系, 现在青岛大学任教, 主要从事光电传感器的研究工作。