

CCD 在测速中的应用

付永启

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130021)

摘要:详细介绍了 CCD 测速原理及实现方法, 经实验验证该方法是完全可行的, 从而为动态测速提供了一条新的途径。

关键词: CCD 测速, 动态检测, 微型计算机

1 引言

关于测速, 目前已有很多种方法, 但到目前为止, 还尚未见到一种能有效测量运动物体瞬时速度的方法。现有的各种传统方法只能是测量出运动物体在较长时间范围内的平均速度, 本文将提出一种新的测速方法—CCD 测速。由于 CCD 具有较高的响应速度, 能在数毫秒内完成对运动物体的测速, 因而它测出的速度近乎为物体运动的瞬时速度, 这是其它传统方法无法比拟的。该方法尤其适用于对变速运动的物体进行测速的场合, 同时也为军用近距离机动目标跟踪装置的研究, 提供了一条新的途径, 具有重要的实际意义。

2 CCD 测速原理

由于 CCD 是光电自扫描器件, 如果能测出运动物体投影到线阵 CCD 上的像在时间 Δt 内

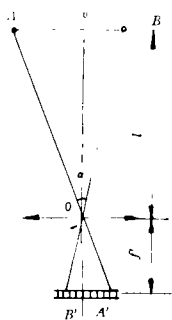


图 1 在 Δt 时间内走过的象元数 ΔN

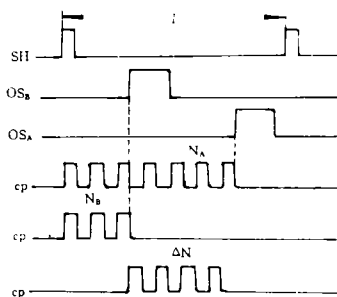


图 2 CCD 工作时序图

走过的象元数 ΔN (见图 1), 即可得出像在 CCD 阵列上的移动速度, 将其折合到物平面上即

可得出物体的运动速度。

图 2 是 CCD 工作时序图的一部分,其中 SH 为转移脉冲,OS 为 CCD 输出信号(经整形后),CP 为时钟脉冲,它与 SH、OS、驱动脉冲及复位脉冲同步,每一个脉冲对应一个象元。若一次扫描周期 T 内目标由图 1 中的 A 点移动到 B 点时,目标影像在 CCD 阵列上移动象元数为 ΔN ,其值为 $N_A - N_B$,设象元中心距为 P ,则目标影像在 CCD 阵列上的移动速度为

$$V_0 = (N_i - N_{i+1})P/T \quad (1)$$

式中 V_0 ——目标在 CCD 阵列上的移动速度; N_i ——第 i 次扫描目标在 CCD 象元中的位置; N_{i+1} ——第 $i+1$ 次扫描目标在 CCD 象元中的位置; P ——象元中心距; T ——一次扫描周期。

所以,目标速度可按图 1 中相似三角形换算为

$$V = V_0 \cdot \beta = \frac{\overline{OA}}{f'} V_0 \quad (2)$$

式中 V ——目标速度; β ——物镜横向放大率; f' ——物镜焦距; \overline{OA} ——A 点目标距离。

对于非高速运动目标,在一个 CCD 光积分时间内,角 α 很小,可近似认为 $\overline{OA} \approx L$,故(2)式可变为

$$V_i = \frac{(N_i - N_{i+1})pl}{Tf'} \quad (3)$$

式中 l 为目标运动方向与 CCD 的垂直距离,对于室内测量 l 为已知值,对于野外军事目标, \overline{OA} 可由激光测距机测得。

若扫描 n 次,可平均每次扫描测量中的随机误差,得到的速度为

$$V = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i \quad (4)$$

由于光积分时间很短(线阵 CCD 只有几毫秒),所以测出的 V 几乎是运动目标的瞬时速度,这是本测速原理的一大特点。

3 实验验证

根据上述测速原理,制定出下列实验方案,如图 3 所示。

用它励直流伺服电机作动力源,经减速器减速后带动圆盘旋转,将按比例缩小的白色目标标志贴在圆盘一起旋转,当白色目标转至光轴位置时,其反射光在 CCD 阵列上成像,通过示波器观察 CCD 信号的波形及幅值变化。透镜 6 及框架 8 均可在导轨上沿轴向移动。沿光轴方向调节 CCD 位置,使其位于物镜的后焦面上时信号质量最佳,将获得的 CCD 信号经处理电路送至微型计算机系统计算出目标移动的速度,经显示器显示。

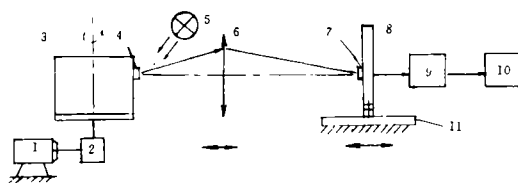


图 3 1. 直流电机;2. 减速器;3. 圆盘;4. 假设目标;5. 辅助照明灯;6. 物镜;7. 线阵 CCD;8. 安装框架;9. 驱动及信号处理电路;10. 微机系统;11. 微机系统

通过调节直流电机转子线圈励磁电压或定子线圈电流得到无级变化的任何需要转速,最高为 6000r. p. m. CCD 选用日本东芝公司生产的线阵 TCD102-C 型。微型计算机使用 DVCC

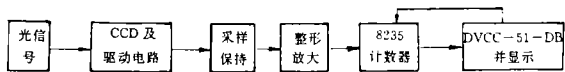


图 4 实验硬原理框图

—51—DB 型单片开发机。实验硬件原理框图如图 4。根据时序图 2 要求,若扫描周期 T 内有 CCD 信号产生,则计数脉冲在 CCD 信号前沿截止,CCD 后沿不起作用;若周期 T 内无 CCD 信号产生,则计数器不计灵敏。用时钟脉冲 CP 填补 CCD 信号前沿之前的低电平区,然后用可编程计数器 8253 计下填补的 CP 脉冲个数。基于这种设计思想,决定采用计算机软件中断查询的方法实现。CCD 信号前沿来到则禁止计数开中断,然后读时钟脉冲信号 CP 的脉冲个数,并将其送入微机处理即可得出目标速度由显示器显示出来。

计算机软件的任务是控制 8253 计数器、按式(3)计算出目标速度值并显示。主程序应完成对转移脉冲 SH 及整形后的 CCD 信号 DS 前沿的控制,用前沿触发中断 $INT0$ 及 $INT1$ 完成 8253 的启停,保证 8253 计数器能准确计下 CCD 信号走过的象元数。设立标志位,使计数两次后马上转入数据处理及显示。若计数值大于 $800H(2048D)$,说明所计的数已不是一个 SH 周期内计的时钟脉冲信号 CP 脉冲数,则应舍弃该值重新计数。流程框图如图 5 所示。

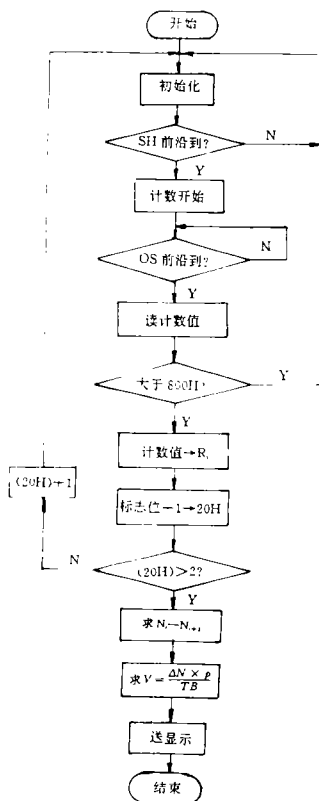


图 5 流程图

4 结 论

经过实验,将目标运动的角量变为线量,得出假设目标的测量值与实际值(用测速仪测得)对比如下表:

实际速度 (mm/s)	8.75	15.64	32.45	69.32	187.37	272.84	694.71	813.24	926.29
测量速度 (mm/s)	0	0	31	70	186	271	693	815	925

由上表可看出,测得值基本上反映了目标的实际速度。当实际速度为 15.64mm/s 时,测量值仍为零,是因为目标速度太低与 CCD 自扫描频率匹配不当,造成一次扫描周期内信号脉冲数无变化。因此该方法不宜于对极低速目标的测速。测量值在小数上的偏差原因主要是参数的输入和测量值的输出均取为整数,如 $T=4.16\text{ms}$, $\beta=1.147$, 实际取为 $T=4\text{ms}$, $\beta=1$ 。因为该实验重点在于验证测速原理的正确性,故在软件处理中采取了简便的取整做法。此外,装置可能产生的随机误差等各种因素也导致测量值与实际值的偏差。

因此,根据以上的实验数据可以认为,本文提出的测速原理是完全可行的。

参 考 文 献

- [1]刘贤德主编,CCD 及其应用原理. 武汉:华中理工大学出版社,1989
- [2]王庆有,孙学珠主编,CCD 应用技术. 天津:天津大学出版社,1992
- [3]何立民编著,MCS-51 系列单片机应用系统设计. 北京:北京航空航天大学出版社,1988

Application of CCD in Speed Testing

Fu Yongqi

*(Changchun Institute of Optics and Fine
Mechanics, Chinese Academy of Science,
Changchun 130021)*

Abstract

This paper introduced the principle of speed testing and its realizing method. It was proved that this method is completely applicable by experiment verifying, and a new way was provided for dynamic speed testing.

Key words: CCD speed testing, Dynamic test, Microcomputer