

微机控制的双通道多点计时仪¹⁾

王 胜

(北京大学物理系)

本文介绍了微处理机控制的双通道多点计时仪的结构、性能及工作原理。它突出的优点是能使用多个光电门进行连续测量和能储存大量数据。

气垫技术和数字化计时技术的引入,提高了力学实验的测量精度。但是,对于教学、科研进一步深入的需要,目前采用的计时仪器(如数字毫秒计及储存式毫秒计)尚有不足之处。

现在用的光电系统中的计时仪,一般每通道只能用一个光电传感器(一般称光电门),而且一次测量只能储存一个或几个数据。因此无法做快速连续的测量,不能详细记录物体运动中位置、速度等随时间的变化。如果要测量物体运动的全过程,就必须备有火花记录系统或频闪照相系统。这两种系统设备较为复杂,计时精度及响应速度都比光电系统差。

微处理机控制的双通道多点计时仪(简称MTM)综合了原光电系统和火花(或频闪)系统的优点,使设备简单,使用方便,并且精度高、量程宽,有以一(MTM)代三(原光电、火花、频闪三系统)的好处。

一、工作原理

MTM 是一台使用单片机的数字式计时仪。它有两个输入通道,每个通道各连接 10 个或更多个光电门。实验者可按照需要,将若干个光电门设置在运动路径上(例如气轨或其它装置)。当滑块(或其它运动物体)在路径上运动时,计时仪依时间顺序连续记录下它所经过每个光电门的时刻值以及此值的顺序号。物体作往复运动时计时仪也能够清楚地分辨。

测得数据存入数据存储器中,每个通道各能存 150 个数据。测试结束后,数据依次显示,

并可送往主计算机进行处理工作。这些数据还可以多次、反复查询。实验者从丰富的数据中,能够计算出如速度、角速度、加速度、角加速度、周期、频率等一系列物理量。

二、仪器的结构及性能

MTM 是以 MC S-48 系列 8039 单片机为核心的智能化测量仪器。测量和数据显示都由程序控制执行。仪器由四部分组成:光电信号输入部分,微处理机部分,数据显示部分以及与其它计算机通讯部分,如图 1 所示。

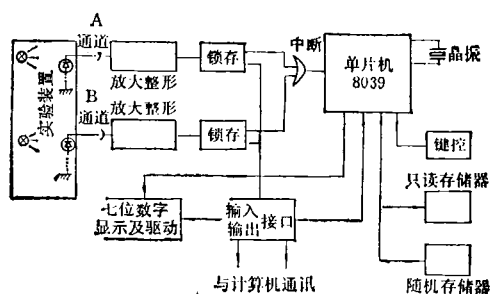


图 1 微机控制的光电计时仪原理框图

输入部分对光电信号进行放大、整形、存储,并向单片机发出中断申请,等待处理。

单片机 8039 使用 8 MHz 石英晶体振荡器作时间基准。单片机内部的定时器每隔 $60 \mu\text{s}$ 发出一个计时脉冲,用它测量两通道光电信号产生的准确时刻。计时分辨可达 0.1 ms 。测量计时最大值可达 999.0 s 。测试数据存入 $1\text{K} \times 8\text{bit}$

1) 此系教学仪器。

的随机存储器 (RAM) 中。它由两片 MC-2114 组成, 可存放 300 个数据字, 字长 24bit。应用程序以汇编语言写入可改写只读存储器 EPROM 中, 它选用 MC-2716(2K × 8bit)。程序包括有自检, 数据及通道、序号的显示, 计时及测量, 数据处理, 与其它计算机通讯等五部分内容。

实验中需要人为干预时, 可用按键控制。按键将控制信号传至单片机, 从而改变程序的进程。

七位显示器将测量所得数据(包括通道号、数据序号及时刻值)自动循环显示, 以备实验者记录。仪器本身也可附带微型小打印机将数据打印输出。为方便查找数据, 还设有快速显示。

MTM 通过 RS-232 接口与其它计算机进行通讯。将所有原始数据传输到其它计算机中进行数据处理、作图、打印等。

MTM 的电源不仅提供 ±15 V 及 ±5 V 供本机使用, 还可为机外光电门的光源提供两种恒流源, 一种供小灯泡用, 另一种供红外发光管用。

三、应用

由于 MTM 能连续、快速测试和记录大量数据, 所以它不仅使原有的物理实验简化并提高其精度, 还能开拓一些新的实验课题。

例 1 匀加速运动中求加速度实验: 用 U 形挡光片相邻两次挡光时间差 Δt 可求得瞬时速度 ($v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$, Δs 为挡光框宽度)。再用相应的两个光电门之间的挡光时间差 ΔT , 就可直接应用公式

$$a = \frac{v_2 - v_1}{\Delta T}$$

经一次测量即求出加速度。免去原来实验中测量长度的工作。

例 2 弹簧振子的简谐振动实验: 为了研究振子的位移 x 和速度 v 随时间变化的规律, 并验证机械能守恒定律, 需测量滑块从平衡位

置运动到 x 处的时间 t 及相应的速度 v 。以往的实验是将 A 光电门置于振子平衡位置处, B 光电门逐次放在所设各 x 点处。每一个 x 点处的 t 与 v 都需要做两次测量才能得出。对若干个 x 点就需要多次重复操作。实验既麻烦又费时。应用 MTM 后, 沿振子运动轨道设置若干个光电门, 一次操作就可将滑块所经过各 x 点的时间及速度值全部测出。振子作往返运动时, MTM 同样按顺序测出。这不仅大大简化了实验过程, 而且降低了以往实验中因各次操作时条件不一致而造成的误差。

在自由落体和单摆等实验中, MTM 的应用类似于弹簧振子实验。

例 3 气轨上的滑块碰撞实验: 物体相碰有各种方式, 例如轻物以速度 v_{10} 与静止重物相碰后, 轻物被弹回, 两物反向运动; 重物以速度 v_{10} 与静止轻物相碰后, 两物同向但以不同速度运动; 两物以不同速度相碰, 彼此均弹回等等。实验中, 将 MTM 的光电门较密地设置在两物相碰处及附近。对于各种不同的碰撞方式, MTM 均能较精确地测出碰撞前后各物的即时速度, 从而验证动量守恒定律。此外, 还可进一步设计更复杂的三物相碰实验。

例 4 刚体转动实验: 在转周上设置若干个光电门以后, 从连续记录的数据中可以观察到转动速度变化的全过程。根据各时刻值的序号很容易得出转动周期。从测量数据中还能得出速度、角速度、加速度、角加速度等值并进一步求出转动惯量。这里也免去了以往实验中对高度的测量。

例 5 在调节气轨水平与准直或测量气轨平直度时, 需要测出滑块沿导轨运动时各点的速度, 从而求得导轨各点的高度随位置变化的位形曲线。在只有两个光电门时, 因操作复杂, 结果粗略, 所以很少采用。使用 MTM 后, 可以沿气轨摆多个光电门, 一次测出滑块通过各点的速度及其变化情况, 从而迅速判断出气轨是否平直, 何处弯曲, 如何弯曲等情况。

MTM 已由烟台大学、北京师范大学及北
(下转第 42 页)