

高速摄影测量仪复合控制

刘 波¹, 徐国华¹, 程 明²

(1. 西安电子科技大学 经济管理学院, 陕西 西安 710071;

2. 中国科学院西安光机所, 陕西 西安 710068)

摘要: 讨论了高速摄影测量仪设计中的复合控制问题, 研究了提高系统的响应速度和抗干扰能力的方式. 研究表明, 在高速摄影测量仪与中心站之间的无线数据传输中, 采用 DMA 方式接收数据, 可有效地减少占用 CPU 的时间; 通过在数据传输软件里采取设置双缓冲区、选择接收、强制计数、滤波等措施, 可显著地提高系统的抗干扰能力. 最后讨论了提高高速摄影测量仪引导精度的复合控制方法和控制参数调整方法.

关键词: 高速摄影测量仪; 数据传输; 复合控制

中图分类号: TH166 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-2400(2001)03-0370-03

Compound control of high-speed photography measurements

LIU Bo¹, XU Guo-hua¹, CHENG Ming²

(1. School of Economy and Management, Xidian Univ., Xi an 710071, China;

2. Xi an Institute of Optics and Precision Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Xi an 710068, China)

Abstract: The compound control problem in the design of high-speed photography measurements is discussed. It is indicated that the data received by use of DMA can reduce CPU time effectively. Taking the measures of setting on double buffers, selected reception, forced counting and filtering in the software of data transmission can enhance the ability of the system to oppose disturbance. Methods of compound control and parameters adjusted to raise guiding precision of the high-speed photography measurements are investigated.

Key Words: high speed photography measurements; data transmission; compound control

高速摄影测量仪是一种机动灵活、使用方便、性能价格比好, 用于测量导弹和火箭初始段漂移量、飞行姿态以及高炮等高射武器射击试验、射弹脱靶等参数的精密光学测量设备. 该设备的测量记录信息内容和判读方式完全符合国家光电经纬仪的规范要求, 因此可视为一台超小型高速电影经纬仪, 能完成电影经纬仪的测量功能.

在用经纬仪进行测量时, 一般用三角测量法, 即将两台或更多的经纬仪合理布站, 然后进行两两交汇测量. 为了跟踪一个飞行目标, 需要用中心站(一台中心计算机)接收引导雷达输出的目标数据, 传送给各个测量分站(经纬仪), 各个分站再根据各自的大地坐标进行坐标转换, 转换成本站的坐标. 由于经纬仪布站距离较远而且是机动布站, 故与中心计算机之间的数据传输大都采用无线通信方式而不是成本较高的有线通信方式. 笔者研究的高速摄影测量仪系统采用 8273 通信控制器, 进行微机同步传输数据. 在数据传输过程中, 由于高速摄影测量仪上的计算机既要接收引导数据, 又要控制高速摄影测量仪跟踪目标, 故数据传输方式的选取是非常重要的.

在无线通信方式下进行数据传输, 一般的控制方式是不行的, 笔者采用复合比例积分微分(PID)加顺馈

收稿日期: 2000-08-20

作者简介: 刘 波(1957-), 男, 中科院西安光机所研究员, 西安电子科技大学博士研究生.

的控制方式,保证了较高的控制精度。

1 高速摄影测量仪间的传输控制

在通常情况下,微机串行数据传输都用异步传输方式,异步方式的硬件和软件实现都比同步方式要简单和容易得多,但从传输速率上来说则是同步的占优势,特别是在实时性要求较高的场合采用同步方式显然比异步方式优越。

测量和跟踪系统由一个高精度引导雷达、一台中心计算机和4个测量分站组成。雷达将飞行目标的空间位置信息传送给中心计算机,中心计算机接收到雷达的数据并进行外推或将飞行目标的理论轨迹坐标进行必要的处理,再同时传送给4个测量分站,各测量分站获得实时飞行轨迹坐标后,立即驱动本站的高速摄影测量仪和高速摄影机对准飞行目标进行拍摄,获取目标的飞行姿态,并将目标的方位角、俯仰角、时间和摄影频率等参数记录在胶片上,再由胶片判读仪判读得到飞行目标的相关数据。

中心计算机与4个测量分站之间采用无线通信传输方式并且是以广播方式发送,4个测量站只收不发,为单工方式,数据传输执行同步传输协议HDLC(高级数据链路规程),传输速率为9600 bit/s,测量站接收中心计算机发来数据的同时,要根据高速摄影测量仪位置进行坐标转换,驱动和控制高速摄影测量仪按引导轨迹运行,控制高速摄影机进行拍摄,这些工作之间必须互不干扰。

为了保证数据传输满足HDLC规程,传输控制器选用8273协议控制器,而在数据传输软件的设计中,要充分考虑数据传输程序和控制程序之间的配合问题,要保证数据传输程序不能对控制程序造成很大的影响。控制高速摄影测量仪的程序必须连续地控制又必须连续地接收中心计算机发来的数据,这就是实时传输与实时控制,二者是同时进行的,但它们之间显然是有矛盾的,而且在单CPU系统中不可避免。解决的最佳方案就是把控制被接收数据操作所打断的时间缩短到最小,一个是主动探测后执行接收程序,一个靠中断触发,它们占用CPU的时间都较长,而选用DMA方式则占用CPU的时间非常短。一个DMA周期占5个时钟周期,对于一台主频为200 MHz的工控计算机来说就是 $5\text{ ns} \times 5 = 25\text{ ns}$,若每帧22个字节,则每帧的DMA传输时间为 $0.55\text{ }\mu\text{s}$,这么短的时间对于高速摄影测量仪的控制来讲几乎探测不到,高速摄影测量仪控制程序运行过程中根本察觉不到如此微小的变化,所以,它的影响是微乎其微的,在实际使用中这一点已被证实。

在数据传输软件中,为了提高软件的抗干扰能力,采用了以下一些措施:

设置两个数据缓冲区交替接收数据。即分配两个地址区域分别给偶数帧接收和奇数帧接收,通过一个奇偶计数器来控制 and 分配^[1]。

采用选择性接收。即给8273控制器置入地址字段,对传输来的数据首先进行地址判别,只有地址相同的才被接收。如果某一帧被某种干扰如电磁干扰所干扰,则帧的地址可能被改变或CRC校验不正确,该帧就被拒绝接收^[1]。

强置DMA字计数器。DMA控制器的字计数器在初始化时置以一帧的实际接收字节数(22字节),同时,设非重置,即每帧接收完后无论正确与否,均重新置8273的当前地址与字节计数寄存器,这就避免了使用自动计数器时,一帧错后,帧帧错的现象发生^[1]。

采用野值剔除、平滑滤波、字长指针、自动回指等方法。剔除过大或特小的数据,对正确的数据进行平滑和外推预测等,当出现错帧时用预测数据替代。

2 高速摄影测量仪的复合控制

当数据通过无线信道传输过来时,高速摄影测量仪的控制微机对接收到的数据要做一系列的处理,即野值剔除、滤波、数值内插和外推,首先要保证引导数据的准确性和可靠性,其次为了提高系统的稳定性和跟踪精度采用了复合PID加前馈控制方式,其控制框图如图1所示。

设系统校正网络的传递函数为

$$G_v(S) = K_0 K_1 \frac{T_1 S + 1}{T_2 S + 1}, \quad (1)$$

经过双线性变换,得到控制方程

$$U(K) = a U(K) + b e(K) - c e(K-1), \quad (2)$$

其中

$$a = \frac{2fT_1 - 1}{2fT_2 + 1},$$

$$b = K_0 K_1 \frac{2fT_1 + 1}{2fT_2 + 1},$$

$$c = K_0 K_1 \frac{2fT_1 - 1}{2fT_2 + 1},$$

$$\frac{K_0 T_1}{T_2} = 1,$$

式中 f 是频率.

根据高速摄影测量仪的机械特性,在调试时,首先要在保证一定带宽的情况下确定 T_1 和 K_0 ,而 T_1 和 T_2 的关系近似满足.当 T_1, T_2, K_0 参数被调整到临界状态时,再适当提高 K_1 ,就可使系统的稳定性得到较大提高,当这些参数都调整后,再加入顺馈控制,就可以使跟踪精度大幅度提高.系统的控制程序框图如图 2 所示^[2,3].

3 结 论

文中主要讨论了高速摄影测量仪之间的数据传输控制.在传输中采用 DMA 方式可以提高传输效率;在数据传输软件中采用的多种增强抗干扰能力的措施,在实践中被证明是行之有效的.文中还给出了高速摄影测量仪的控制方程,并介绍了控制参数的调整.

参考文献:

- [1] 程 明. 用 8273 实现微机同步数据通信[J]. 计算机世界, 1996, (7): 66-70.
- [2] 张 钊. 微计算机在自动控制中的应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 1986.
- [3] 胡广书. 数字信号处理——理论、算法与实现[M]. 北京: 清华大学出版社, 1997.

(编辑: 郭 华)

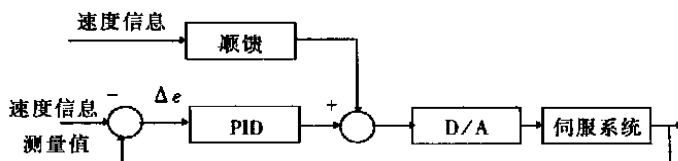


图 1 系统控制框图

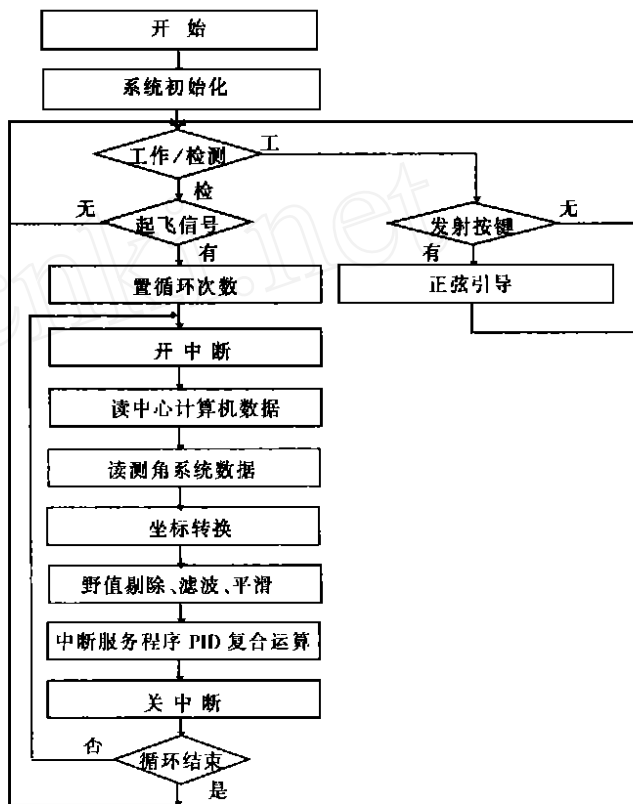


图 2 系统控制程序框图