

摄影机同步控制系统的研究

陈 涛

摘要: 本文论述了一种所有控制功能由单片微机实现的, 全数字化的摄影机同步控制系统。提出了有效的控制手段和软件实现。最后给出了实验结果和结论。

一、引 言

同步摄影机作为电影经纬仪跟踪测量的重要记录设备, 直接影响着电影经纬仪的性能。在对火箭、导弹、飞机等运动物体进行运动轨迹的精密测量时, 通常采用两台以上的电影经纬仪, 同时对准飞行目标进行同步摄影, 实施多台经纬仪交汇测量。在实施多台电影经纬仪进行交汇测量时, 一个突出的问题是多台经纬仪的摄影机要同步进行摄影, 即在指定的时刻, 同时拍摄目标。通常作为指令中心的时统站, 向各台测量经纬仪同时发出摄影脉冲, 控制摄影机进行同步摄影。

从五十年代起, 国内外陆续研制的EOTS、K400、150、160、179、718、662、778等多种型号的电影经纬仪, 其摄影机同步控制系统的原理都基本相同。都是采用直流电机、直流测速机、组成直流调速控制回路, 采用交流测速机测量相位, 组成锁相回路。这种调速锁相系统一直应用了多年。系统的结构、相位检测手段和控制方法限制了系统的性能和使用范围, 也就影响了电影经纬仪的性能。有必要采用微机控制, 实现数字化, 来改善系统的性能。

二、摄影同步控制系统的工作原理

所谓摄影同步控制系统就是实现对摄影机进行同步控制, 使之对应一个指令摄影脉冲同步拍摄一张胶片, 记录经纬仪测量信息和拍摄目标。系统由两部分组成: 一是调速控制回路, 一是相位控制回路。通过对一台直流电机的控制, 使得摄影机快门开口角中心位置与摄影脉冲同步。

三、全数字摄影同步控制系统的设计

1. 系统的硬件设计

为了实现全数字化微机控制, 选用一片8031单片机作为系统的控制微机, 采用了一台增量式编码器作为相位和速度的检测元件, 功率级采用调宽形式, 系统的硬件框图如图(1)所

示，整个系统实现了全数字化微机控制。系统还有一些辅助电路：（1）显示电路，包括频率显示和精度显示。频率显示用数码管显示，精度显示用发光二极管显示。（2）堆断片故障检测（3）收片机控制。

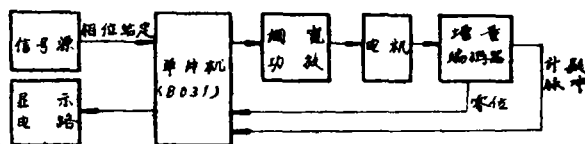


图 1

2. 系统的数学模型

$$\text{控制对象模型: } \Omega(s) = \frac{k_1}{1 + T_{em}s} \cdot U_a(s) - \frac{k_2}{1 + T_{em}s} \cdot T_L(s)$$

式中: Ω ——电机转速 $1^\circ/s$
 U_a ——电枢电压 (V)
 T_L ——负载力矩 (N·m)

$$\text{鉴相模型: } \frac{N_\theta(z)}{\theta(z)} = \frac{M}{360}$$

式中: N_θ ——相位脉冲个数
 θ ——相位 (度)
 M ——编码器每转脉冲个数

$$\text{测速模型: } \frac{N_\Omega(z)}{\theta(z)} = \frac{M}{360} (1 - z^{-1})$$

式中: N_Ω ——电机转速
 整个系统结构图如图 (2) 所示

3. 系统的校正环节的设计

系统由两个回路组成，相位回路和速度回路。首先进行速度回路的设计，考虑到速度回路应设计成超调小、响应快、抗扰性能强。把速度设计成 I 型系统，取速度回路校正环节如下：

$$D_\Omega(s) = \frac{k_{i\Omega} (1 + k_{p\Omega}/k_{i\Omega} \cdot s)}{s}$$

速度回路设计好后，求出其闭环等效传递函数，便可进行相位回路的设计。考虑到摄影同步控制系统相位输入相当于相位速度输入，把相位回路设计成 II 型系统，速度误差为零，来提高系统精度和抗扰性能。取相位回路校正环节为：

$$D_\theta(s) = \frac{k_{i\theta} (1 + k_{p\theta}/k_{i\theta} \cdot s)}{s}$$

校正参数的计算，可利用控制系统计算机辅助设计，进行采样控制系统仿真，寻优计算求得。

4. 系统的软件设计

软件设计采用以控制模块为中心，模块化方式编程。主要模块有：鉴频模块、控制模块，相位采集模块。软件流程如图 2。

四、实验结果和结论

实验结果如下：

1. 摄影频率：1 帧/秒~80 帧/秒
2. 同步时间：4 帧/秒~80 帧/秒；2 秒
1 帧/秒~2 帧/秒；4.5 秒
3. 同步精度： $\pm 2^\circ$
4. 具有自动选频、同步精度显示、摄影频率显示、堆断片保护功能。

频率显示、堆断片保护功能。

结论：由于采用了微机控制如图 3，改变了相位检测手段，改进了控制方法，使得系统性能有了很大改善，提高了系统的工作范围和工作的可靠性。

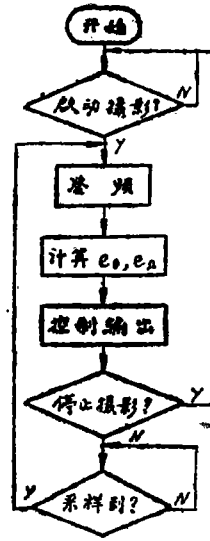


图 2

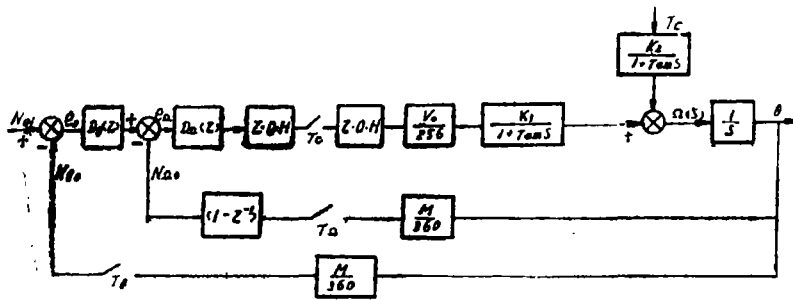


图 3

参 考 文 献

[1] 陈伯时,《自动控制系统》,机械工业出版社
 [2] P. C. Tang et al.; IEEE Trans. Ind. Electron., Vol. IE-29, No. 5, 1982. p 295-298
 [3] 孙增圻,袁曾任,《控制系统的计算机辅助设计》清华大学出版社
 [4] Philippe Mota; IEEE Trans. Ind. Applications, Vol. IA-20, No.6,1984

A Study on a Camera Synchro-control System

Chen Tao

Abstract

In this paper a fully digital camera synchro-control system is described. All the control functions are implemented by a single-chip microcomputer. It also presents the effective control means, experimental results and conclusions.