

260 电影经纬仪摄影自动调焦系统

王 岚 于惠珠

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130022)

摘要 介绍了一种实用的摄影全自动调焦系统。该系统由计算机为核心的计算机电路及步进机功率驱动电路两大基本单元电路组成。详细地叙述了自动调焦的工作原理和电路的结构。

关键词: 自动调焦控制系统; 成像质量; 准直镜; 单片机

1 概 述

260 电影经纬仪在对空中目标进行摄影的过程中, 目标与经纬仪的相对位置不断的变化, 因而引起像面位置也随之发生变化, 造成目标像点离焦, 导致能量扩散, 降低了目标和背景的对比度, 影响成像质量。自动调焦的目的在于根据给定的目标到经纬仪间的距离信号, 自动调整目标像点的位置, 使其始终位于焦面上, 以获得最佳成像质量的底片。从而提高了判读时对目标的发现能力。

1.1 系统的用途和技术指标

全自动调焦系统用于对主摄影进行自动调焦。它是一个自动调节系统, 它根据手动或自动输入的信号调节作为控制对象的主摄影调焦机构的位置, 达到使目标在底片上成像清晰的目的。自动调焦系统精度指的是, 当输入一给定的距离信号时, 经自动调整后目标像点离开主焦面的偏差, 其精度指标是根据望远物镜光学系统像面的焦深而定的。

1.1.1 给定的参数

(1) 调整对象——准直镜, 当距离调焦从 0.5 公里到无穷远时, 准直镜总调整行程为 6.85mm, 允许的调整误差为 $\pm 0.05 \sim \pm 0.07$ (取 0.6mm)。

(2) 步进机与准直镜机构间采用螺杆传动。螺杆转一圈, 准直镜移动 1mm。

$6.85\text{mm}/1\text{mm}=6.85$ (圈)

(3) 采用线性度为 $\pm 0.5\%$ 的电位器, 使用的有效角度为 274° 。即步进机转 6.85 圈时, 电位器转角 274° 。

(4) 距离电压的斜率为 $10\text{V}/32.767\text{km} \approx 0.305\text{V}/\text{km}$ 。

1.2 自动调焦精度

自动调焦的精度只测试稳态精度。稳态误差主要来源于: 电位器的直线性, 控制精度 (稳态), 距离信号的线性度, 传动链的间隙等因素。

由于距离调焦的允许误差为 $\pm 0.06\text{mm}$,电位器所使用的有效角度为 274° ,折算到电位器上的允许误差为:

$$Q = 274^\circ \times 0.06 / 6.85 = \pm 2.4^\circ$$

因此全自动调焦的稳态误差在距离调焦手轮上测得转角偏差不大于 $\pm 2.4^\circ$ 即可保证目标像点在第一像面的焦深 $\pm 0.06\text{mm}$ 范围之内。

自动调焦的反映速度,根据计算,当距离电压信号从2公里变到无穷远时,或反之调整时间均小于两秒。

2 摄影全自动调焦系统

2.1 系统的构成

自动调焦系统由两部分构成,即安装在望远物镜筒上的光学机械部分,和安装在经纬仪托座侧面的自动调光调焦的电器部分。

光学机械部分的调焦准直镜,安装在望远物镜筒内部变倍物镜组的前边。准直镜的移动量是经过齿轮和传动轴传到镜筒外边,用十字联轴节和位于镜筒上方自动调焦操纵板上的步进机相连接。

电气部分以80C39单片机为核心,辅助以A/D变换器,多路开关转换电路,采样保持电路及并行接口电路等外围接口芯片构成的计算机电路和步进机功率驱动电路两大基本单元电路组成。

2.2 系统工作原理

全自动调焦系统采用一对放置在望远物镜光路中的准直镜,移动其中的一块来改变光程,以达到调整目标像点使其与主焦面重合的目的。准直镜的移动量是根据输入与距离成正比的电压信号,由一套计算机系统自动控制的。自动调焦原理框图见(图1)。

全自动调焦利用了一个电位器做为调焦系统的检测元件。距离电压信号与目标的距离成正比:

$v_i = k' \cdot x$ (k' 为比例系数,其值为 $0.305\text{V}/\text{km}$, x 为目标到仪器的距离)

v_i 输入到检测电位器 w 的一端,由电位器中心抽头取出的电压 v_f 与参考电压 v_D 通过A/D模数转换通道送到单片机中。 v_f 与 v_D 在单片机中相减即:

$$v_D - v_f = \Delta v$$

如果 Δv 不等于零,由单片机送出单六拍相序的驱动脉冲,经功率放大器放大驱动步进机,通过机械传动带动准直镜移动。同时带动与准直镜机械传动联接在一起的检测电位器 w 中心抽头的转轴,向减小误差电压 Δv 方向转动,直到取出的电压 v_f 与参考电压 v_D 一致时,误差电压趋近于零,此时系统处于平衡状态。

设检测电位器 w 的有效电气角度为 θ_0 ,电位器的中心抽头与地之间的角度为 θ ,根据上述关系得出系统处于平衡状态的关系式:

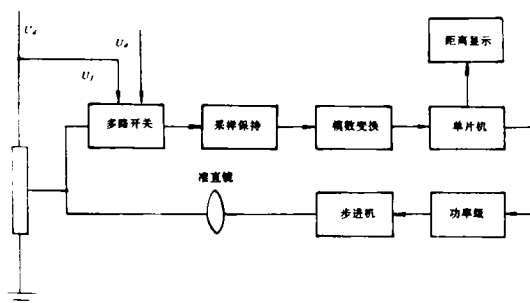


图1 自动调焦原理框图

$$v_i/\theta_0 \cdot \theta = v_f = v_D$$

将 $v_i = k' \cdot x$ 代入上式得: $k' \cdot x/\theta_0 \cdot \theta = v_f = v_D$

3 部分电路的分析

3.1 多路开关转换电路

从原理框图可知输入电压为三路。即距离电压 v_i , 电位器输出的位置电压 v_f , 和基准电压 v_D , 而共有一个模数转换电路。因此对三路电压进行转换时就有分时占用模数转换电路的问题, 所以采用多路开关轮流切换输入电压与数模转换电路间的通道。见(图 2)

其中选 A/D 变换“ S_0 ”通道读 v_i , 选 A/D 变换“ S_1 ”通道读 v_D , 选 A/D 变换“ S_2 ”通道读 v_f 。

3.2 采样保持电路

A/D 模数变换中, 采样保持电路对系统的精度起着决定性的影响。在模数转换过程中, 需要一定的变换时间 τ , 也就是在 τ 时间内, 应保证采样点的函数值不变, 才能保证精度。见(图 3)

采样保持电路通常由保持电容, 输出输入缓冲放大器、输入控制开关等构成。采样控制信号由 A/D 模数转换电路的 STS 端提供。

(1) 采样期间 STS 输出为高电平, 开关是闭合的。A₁ 是高增益放大器, 它通过开关给电容 C 快速充电。输出随输入变化, $v_w = v_n$ (采样)。

(2) 保持期间 STS 输出为低电平, 开关断开, A/D 模数转换电路开始变换。由于 A₂ 运算放大器输入阻抗很高, 电容器将保持充电时的最终值。使 v_w 记忆在电容上。

(3) 经过 τ 时间, A/D 转换结束。STS 升高, 又进行下一个采样周期。

保持时间应大于转换时间。在保持模式中, 采样保持电路的输出将保持在保持命令发出时的输入值。

3.3 A/D 模数转换电路

采用十位并行 A/D 变换器, A/D 模数转换电路将模拟量转换成数字量。A/D 与单片机相连接, 并由单片机给出 A/D 模数电路所需的控制信号。控制端 CS 用作地址输入, 以便选择特定的器件。R/C 是选读和变换功能。CE 用作定时。见(图 4)

(1) 输入电压 0~10V。

(2) 由于是计算机控制, 变换开始的标准操作应先置读变换 R/C=0, 用 CS=0 选址, 然后加正的脉冲到 CE。可以读时, 置 R/C=1, (见功能表)。

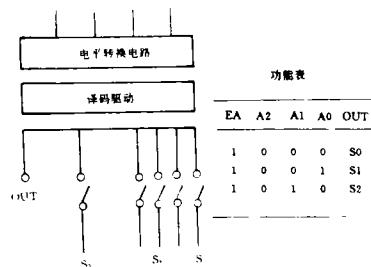


图 2 多路开关电路框图

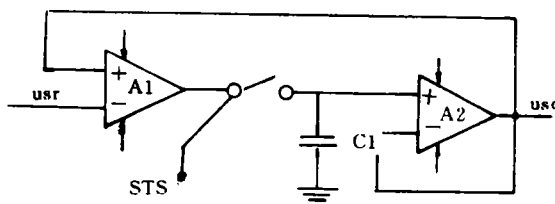


图 3 采样保持电路

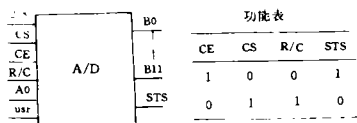


图 4 A/D 模数转换电路框图

(3)变换开始时 STS 变高,可以读时 STS 自动置 0。STS 作为采样保持电路的采控端。

(4)因 80C39 是 8 位机,对于八位的数据总线,12/8 端接低电平。

(5)输出 12 位(最低位 2.44mV), A_0 是字节选择端,首先将 A_0 置低电平,高八位数据读入单片机内存,再将 A_0 置高。读低四位数据。

A/D 模数转换电路完成了将模拟量 v_i 、 v_f 、 v_D 转换成并行的 12 位数字量,送到单片计算机中。

3.4 单片微型计算机控制电路

单片微型计算机是自动调焦系统中的核心电路。它包括了硬件设计和软件设计两个方面。距离电压、位置电压和基准电压经过数字化后,送到单片机中进行处理及运算。对于不同的接口方式,数据传送的方式也不同,这里采用无条件传送方式。在传送数据时,已知外部设备是准备好的,所以不需查询外设的状态,在输入时直接用输入指令。

80C39 单片机没有内部 ROM,而必须外接程序存储器。这里选用的程序存储器,存储地址为 2K,用 PSEN 选通。 P_{20} 、 P_{21} 、 P_{22} 作为高位地址线,分别接程序存储器的 A_8 、 A_9 、 A_{10} 点。 EA 线接 +5V。见(图 5)。

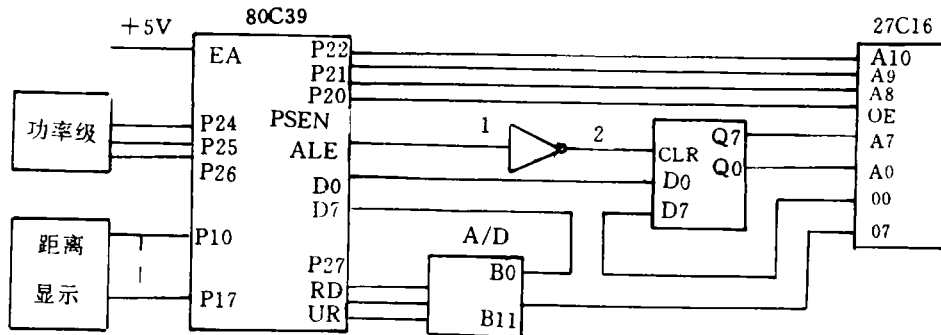


图 5 单片机控制电路

RD、WR 经过处理作为 A/D 模数转换电路的控制信号。 P_{27} 读入采样保持电路的采控状态。 P_{24} 、 P_{25} 、 P_{26} , 输出单相六拍相序的步进机驱动脉冲。 $P_{10} \sim P_{17}$, 输出 BCD 码, 送距离显示。

概括起来单片机主要完成了以下工作:

- (1)单片机提供了所有硬件电路的控制信号。
- (2)完成了将距离电压 v_i 变换成 BCD 码,并由 P_1 口推出显示距离 0~32 公里。
- (3)完成了当 $v_i < 1.2$ 公里时,自动限位。
- (4)双字节减法完成了 $v_D - v_f = \Delta v$ 的运算。
- (5)当 $\Delta v \neq 0$ 时送出步进机正转(或反转)相序。
- (6)当 $\Delta v = 0$ 时步进机送全“0”。

4 自动调焦程序流程图

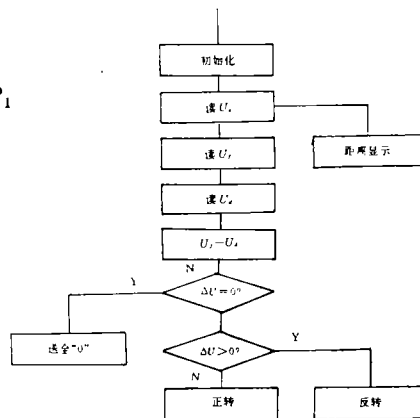


图 6 自动调焦程序流程图

综上所述,260 电影经纬仪全自动调焦系统,是集光、机、电、微型计算机为一体的电影经纬仪不可缺少的一部分。本系统经过多年野外工作验

证,系统工作稳定可靠,精度高,操作简便,大量工作由程序完成,使控制电路大大减化。经受了野外恶劣环境的考验,未出现任何故障,用户给予了较高的评价。

参 考 文 献

[1]侯伯文编著, MCS-48 单片微型计算机. 北京:北京工业大学微型计算机研究开发应用中心,1984

[2]陈伟人编著,单片微型计算机原理及其应用. 北京:清华大学出版社,1987

Camera Auto-focus System for 260 Cinetheodolite

Wang Lan, Yu Huizhu

(Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics,
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022)

Abstract

This paper introduces a all-auto focus system which consists of the computer circuit and the step-mete power circuit for camera ,and discribes the principle and the construct of circuit in detail.

Key words: Auto-focus control system, Image quality, Single-chip microprocessor, Collimating lens