

# 程控谐波天线座系统的设计与实现

谢 朝

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130022)

**摘要** 介绍了新研制的程控谐波天线座系统的组成、特点和功能。针对本系统的实现阐述了该控制系统的原理、硬件设计和软件配置。

**关键词:** 天线座; 谐波传动; 单片机; 驱动器

## 1 引 言

程控谐波天线座系统是将新颖的数控步进谐波传动技术, 单片机技术应用于雷达天线座的设计。天线座采用数控步进谐波传动技术可直接与计算机对接实现数字控制, 且扫描分辨率高、定位精确。控制系统以高性能、高稳定可靠的8098单片机为核心, 配以驱动力强及精确控制性能的步进电机驱动器来完成系统的整体控制。该系统结构新颖、小巧紧凑, 用于雷达天线跟踪目标, 实现空间方位、俯仰扫描, 并在本机及遥控操作方式下可实现固定的理论弹道曲线及随机曲线的扫描。另外还可广泛用于各种天线、传感器的扫描探测、目标跟踪以及某些场合下的定点监视、扫描监视和实时记录等。

## 2 系统的组成

该系统主要由程控谐波天线座与控制器组成。系统框图如图1所示。

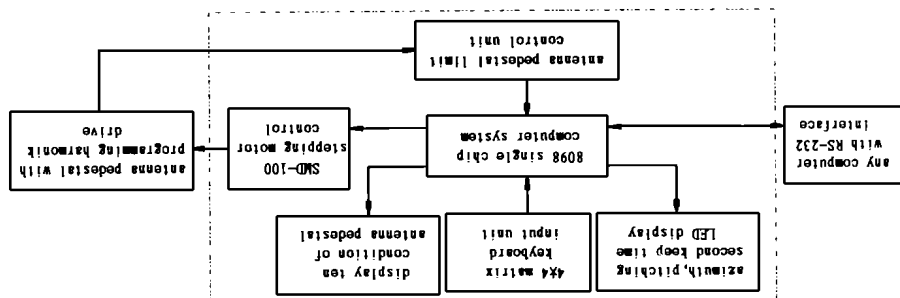


Fig. 1 System block diagram

## 2.1 程控谐波天线座

程控谐波天线座是采用谐波传动与高频57FYG009型步进电机相结合组成的一种体积小、重量轻、回差小、刚度大、定位精度高和性能稳定可靠的天线座。程控谐波天线座的总体型式如图2所示。从图中可以看出,该天线座由方位箱1和俯仰箱2所组成,且方位箱固定在支架上,俯仰箱安装在方位箱上,并能在方位方向旋转。天线安装在俯仰箱的滚筒上,滚筒可沿仰角转动。

## 2.2 程控谐波天线座控制器

控制器除可独立完成程控谐波天线座的方位顺时、逆时扫描;俯仰向上、向下扫描;速度、位置的设定;机械零点校正以及按照用户在E-PROM中给定的理论弹道曲线进行自动扫描等操作外,也可接收上位机下载到RAM中的数据、命令进行遥控操作。它主要由8098单片机系统、步进电机驱动器、电源和专用软件组成。

8098单片机系统是控制器的核心,它由8098单片机、扩展ROM、RAM、时钟电路和扩展口所组成。其框图如图3所示。

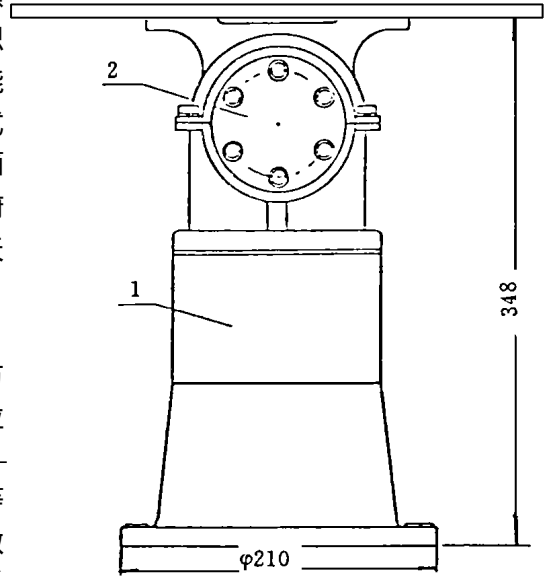


Fig. 2 Mechanism block diagram of antenna pedestal

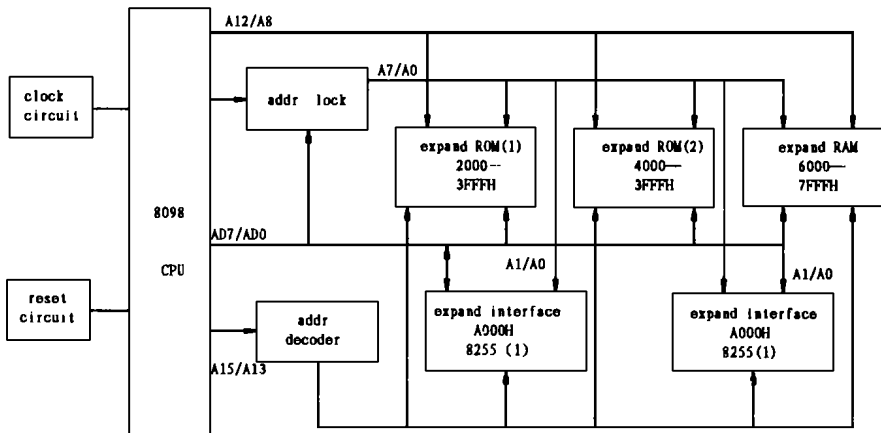


Fig. 3 8098 single chip microcomputer system

系统时钟为12 MHz,复位电路采用上电自动复位和按键复位相结合的方式,扩展内存共24 k字节,由二片2764 EPROM和一片6264 RAM组成。其中一片EPROM用于储存控制程序,另一片EPROM固化理论弹道曲线,RAM则作为上位机下载数据、命令的暂存单元。扩展接口由两片8255可编程并行接口电路组成,分别用于键盘输入、七段码显示、电机驱动接口、扫

描状态指示和限位信号输入,接口总体框图如图4所示。

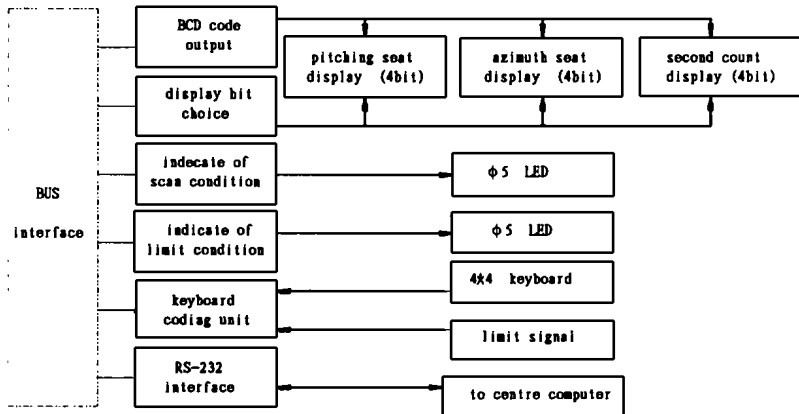


Fig. 4 Total block diagram of extend interface

### 2.3 步进电机驱动器

步进电机驱动器的设计采用了多种先进技术:如脉宽调制(PWM)技术;使用具有90 ns 开关速度、大电流输出的VMOSFET;厚模装配技术;输入、输出采用光隔离;无脉冲输入或电机过热时电流降为安全值,其可调范围为运行电流的20% - 80%。从而使该步进电机驱动器具有高效率、无噪声、温升低、矩频特性平坦、输出电流大、体积小和安装方便等特点。它适用于三相、四相和五相的不同驱动电流的步进电机。其原理图如图5所示。

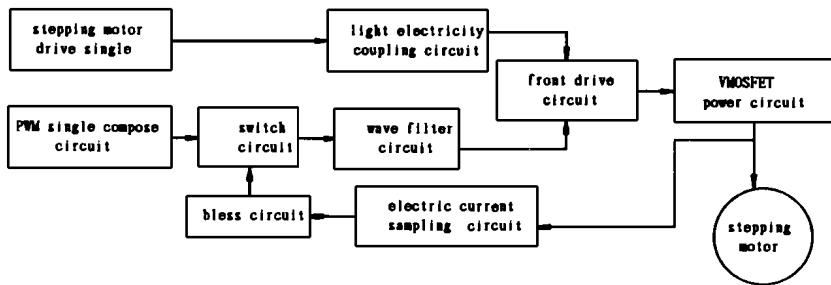


Fig. 5 Schematic block diagram of stepping motor driver

## 3 程控谐波天线座系统的软件设计

系统专用控制软件采用8098汇编语言进行设计。系统在控制软件的控制下实时完成机械零点误差校正、控制信息查询输入、系统状态显示、与主机的串行通讯以及方位、俯仰两个步进电机的实时变速驱动等主要功能,其有效程序代码为6 k 字节。

### 3.1 软件主体结构设计

控制软件的主体结构如图6所示。本系统控制软件采用了模块化程序设计方法,不仅易于调试,也增强了程序的可读性、可修改及系统的可维护性。

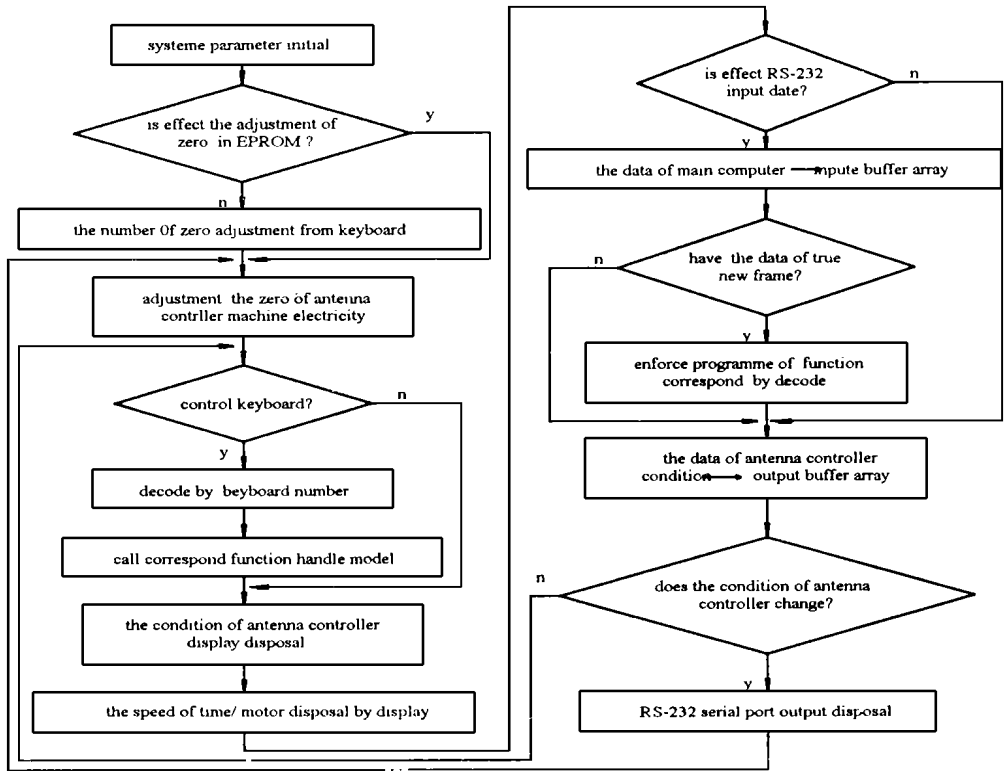


Fig. 6 Flow chart of the control software

主控软件分为初始化和循环等待两部分。

系统参数初始化主要包括并行口8255及8098单片机串行口的初始化,并行口8255初始化时除了送控制字外还需向各端口输出一个初始值。初始化完毕,系统自动进行机电零点校正处理,使天线座运动到系统设定的初始零点,然后程序进入按键查询等待状态。

### 3.2 主要功能软件设计

#### 3.2.1 步进电机驱动程序设计

系统方位、俯仰扫描,电机选用57BYG009步进电机,采用四相八拍方式驱动,电机转速由软件定时器控制,通过实时改变定时器的定时常数,可使电机实时变速运动。该驱动程序包括电机变速处理(升、降、保持、反向)、正反判定、驱动码及转角计算和极限判定等主要功能。

#### 3.2.2 理论曲线扫描程序

该程序先检测天线座状态,并使天线座转到理论曲线的起始位置,然后当接到扫描启动命令时,即实时计算曲线相邻两点间的角度差,并按相应的时间要求计算出角速度、折算出定时器的定时常数、改变定时器中断频率,使扫描速度满足理论曲线扫描速度的要求。设相邻点角度差为  $\Delta A$ , 时间差为  $\Delta T$ , 则定时常数

$$T = 250 \times \Delta T / \Delta A - 10$$

该程序还包括天线座方位或俯仰暂态处理、秒计时处理、终点判定及相应曲线拐点数据送往主控计算机等处理功能。

### 3.2.3 系统机电零点校正处理程序

该天控器的机械零点是以两个霍尔元件作为上、下限基准的。由于系统无记忆功能,在系统复位工作前,应先将机电零点对正,因此,开机时应自动进行零点对正。我们以下限霍尔元件的左边沿作为机械零点基准,该程序完成的功能有:判断天控器所在的位置,不同的位置选用不同的步进电机驱动程序使得天控器从正确方向找到基准点,并控制天控器不可跨限搜索。

### 3.2.4 串行通讯程序

天控器通过 RS-232 串行口和主机进行实时数据交换,串行通讯采用查询方式,以免干扰步进电机驱动频率。采用队列方式设计输入、输出缓存区,以防止因查询造成的数据丢失,受片内 RAM 空间的限制,输入、输出缓冲队列仅能保持连续的两帧数据,每当天控器状态发生变化时,便向主机发出一帧数据。

除上述主要程序外,系统还包括步进电机调速设置、手动控制、定点运行控制、方位零点校正输入处理、天线当前位置显示处理、控制器状态指示灯显示处理、时间及步进电机转速显示处理、天线座限位信息处理、工作状态设置处理和功能键查询译码处理等功能。

## 4 结 束 语

上面介绍的系统已有数十套成功地用于执行我国卫星、导弹的发射任务。程控谐波天线座系统在机械结构、专用计算机硬件系统及专用控制软件设计方面都有自己的独到之处,经多次、多台的现场使用表明,其所有技术指标和性能均达到或超过原设计要求,具有很广泛的应用前景和实用价值。在不改变硬件结构的情况下对控制软件稍加改动设计,就完全可以应用于不同功能要求的场合。

参加该项目研究的还有:刑忠宝、何惠阳、汤建华、肖文礼和王爱东等。

### 参 考 文 献

- [1] 方建淳. 8098 单片机原理与应用技术. 天津: 科学技术出版社, 1990
- [2] 余永权. 单片机应用系统的功率接口技术. 北京: 航空航天大学出版社, 1992

## Design and Implementation in Antenna Pedestal Systeme for Programing Harmonic Drive

Xie Zhao

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

### Abstract

In this paper, we introduce the structure, characteristics and functions about programming antenna pedestal harmonic drive. Also we give out the principle of hardware and software design.

**Key words:** Antenna pedestal, Harmonic drive, Singlechip microcomputer, Drive

谢朝男, 1960年生。1986年毕业于长春光学精密机械学院软件专业, 一直从事计算机应用研究方面的工作。程控谐波天线座控制系统研制的项目负责人之一。