

# 使用步进电机的天线伺服系统控制方法

杨爱军

(扬州 723 研究所,江苏 扬州 225001)

**摘要:** 介绍了一种使用步进电机的雷达天线伺服控制系统。根据系统的特点和控制要求,采用 89C51 单片机,通过软件和硬件的相关设计,从而实现对步进电机的精确控制。

**关键词:** 步进电机 伺服系统 单片机控制

## A WAY to CONTROL STEPPED MOTOR USED in SERVO

YANG Aijun

(Yangzhou 723 Research of Institute .YangZhou , Jiangsu 225001)

**Abstract:** This paper introduces a kind of radar antenna servo using stepped motor. It can control stepped motor with SCM(89C51) via designing of hardware and software .

**Key words:** stepped motor servo SCM-control

## 1 引言

使用伺服电动机组成的雷达天线位置闭环伺服系统,结构复杂,且用于位置反馈的数字化器件价格昂贵。在满足位置控制精度的情况下,使用步进电机,可避免复杂的结构设计,价格低廉,易于控制实现。

## 2 步进电机的优点

步进电机是由输入的脉冲序列来控制其运转,每一个脉冲对应电机的位置改变一个步距角。步进电机的种类很多,按照工作方式分为旋转式步进电动机和直线式步进电动机;按照工作原理分为反应式步进电动机和永磁式步进电动机。无论是何种形式的步进电动机,它们都具有多种优点<sup>[1]</sup>。

1.能直接实现数字控制:数字脉冲控制信号经脉冲分配器和功率放大器,可以直接控制步进电动机。

- 2.控制性能好,调速范围宽:通过改变脉冲频率的方法,可实现均匀调速。
- 3.没有电刷和换向器,工作可靠,故障率低,具有自锁功能。
- 4.负载能力强:步进电动机的步距值受电压大小、负载大小、波形及周围温度变化等各种干扰的影响很小,从而运行精度高。

## 3 实现方法

原理框图如图 1。

在本设计中,采用 ATMEL 公司的 89C51 单片机为中央处理单元,对前端来的位置指令信号进行数字采样,经过一系列运算处理,给出脉冲频率曲线,控制脉冲产生电路,产生所需要的脉冲序列,经功率放大电路,送到步进电动机,控制步进电动机带动天线作相应的运动。

为了满足系统的控制精度要求,利用单片机的 I/O 口,每隔一定的时间输出相应时刻的正余弦函数值,经过 D/A 转换器得到正余弦值,由若干数字量来

逼近正弦信号。正弦信号的细分度和 D/A 转换器的分辨率决定了步进电机的定位精度。改变正余弦信号的频率,可以改变步进电机的运行速度。在试验中,正弦信号的细分度为 100,选用分辨率为 10 位的 D/A 转换器,步进电机的步距角为 1 度,天线伺服系统的定位精度可达 0.01 度。合理选用步进电机和改变正弦信号的细分度,就可以满足多种雷达系统的控制精度要求。

在软件中设置了各种窗口,通过键盘可以方便地对它进行人工干预。键盘与单片机的接口有独立式和行列式两种形式,前者占用 I/O 口多,常用于按键较少的情况下;后者占用 I/O 口较少,常用于按键较多的场合。扫描键盘的控制方式有程序控制、定时控制、中断控制三种方式。在本设计中为了满足控制的实时性采用了 8259 进行中断控制。

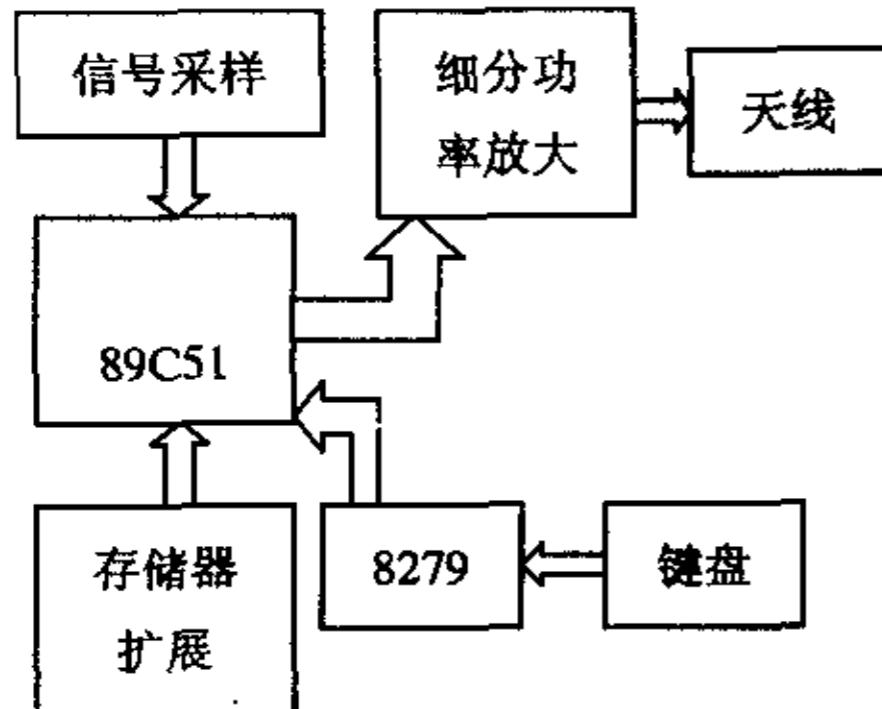


图 1 系统原理框图

#### 4 软件设计

软件设计是设计控制系统的应用程序,其任务就是在总体设计和硬件设计的基础上确定程序软件结构,分配内存单元,划分功能模块,然后进行主程序和各模块程序的设计,最后连接成一个完整的应用程序。

主程序框图如图 2。

软件结构设计的主要任务是确定软件结构,划分功能模块。一般情况下是进行各种初始化,然后进行动态扫描显示,在显示的同时对各功能模块扫描监控,并且等待各种中断请求处理。这些功能模块和中断请求一般可分为:定时计数,数据采集和处理,控制算法和输出控制,数字滤波等等,进而明确各模块之间的任务和相互联系,画出各模块的详细流程图。

模块化程序设计是软件设计的基本方法,其中心思想是将一个功能较多、程序量较大的程序整体,按其功能划分为若干个相互独立的程序模块,分别进行独立设计、调试和查错,最终连接成一个程序整体。模块化程序设计方法的优点是:每一个模块的程序设计不必详细地了解其它模块,可以独立进行,便于修改和调试,方便程序间的相互调用,整体层次清晰,结构一目了然,便于阅读。

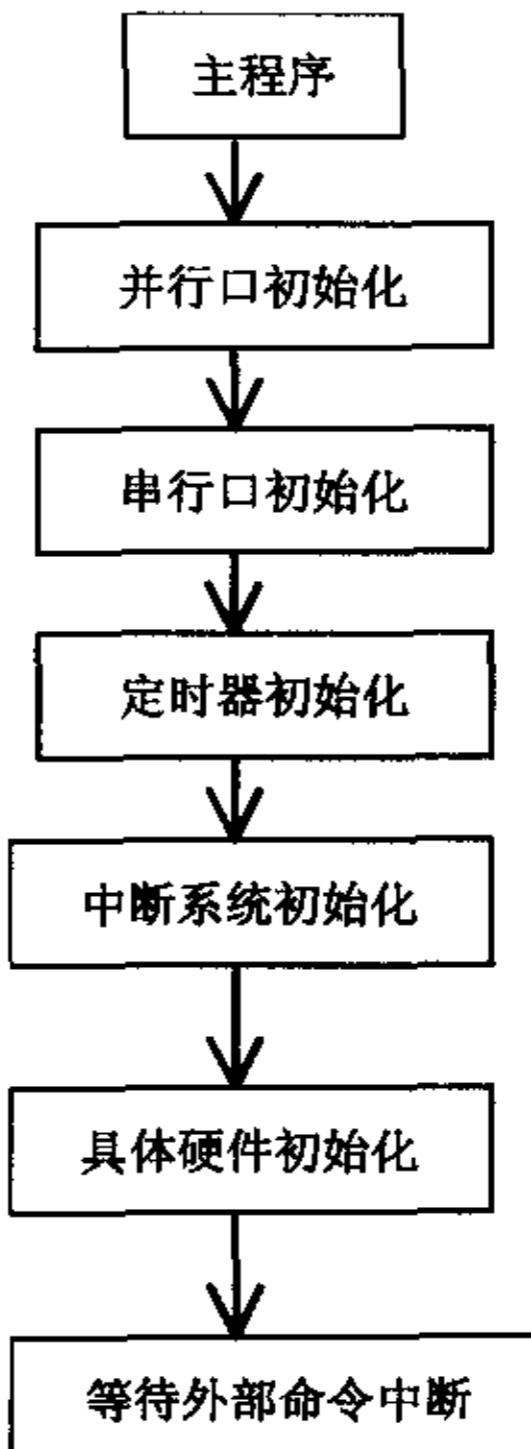


图 2 主程序框图

#### 5 软件的抗干扰

干扰对单片机系统可能造成下列后果:数据采集误差增大,程序飞车失控或进入死循环。尽管在硬件上已经采用了各种抗干扰措施,但是依然不能完全消除这些干扰,必须同时从软件上进行适当的处理,才可能取得更好的抗干扰效果。软件方面的抗干扰措施通常有以下几种方法:

##### 5.1 数据采集误差:

一般数字滤波器,常用方法如下

###### (a) 算术平均法

对一点数值连续多次采样,取其算术平均值,该方法可以减小系统的随机误差对数据采集的影响。

## (b) 一阶递推数字滤波法

该方法是利用软件完成 RC 低通滤波器的算法,代替硬件实现 RC 滤波,计算公式如下:

$$Y_K = (1 - \alpha)Y_{K-1} + \alpha X_K$$

其中:  $X_K$  为第  $K$  次采样值

$Y_{K-1}$  为上次滤波结果输出值

$Y_K$  为本次滤波结果输出值

$\alpha$  为平滑系数

5.2 程序飞车失控和死循环<sup>[2]</sup>

当系统受到干扰,从而使单片机系统的 PC 指针异常改变,导致程序失控,或者进入死循环。该死循环并非程序设计过程中出现的死循环错误,而是指程序正常运行时正确,只是因干扰而产生的死循环。解决方法有:

## a. 设置软件陷阱

即在非程序区安排指令强迫复位,这样无论 PC 指针失控后转到非程序区哪儿,都能复位。

## b. WATCHDOG

即设置看门狗方法。设置软件陷阱能解决一部分程序失控问题,但是当程序失控进入某种死循环,软件陷阱可能不起作用。这时能使程序恢复正常的有效方法是设置看门狗,也就是设置时间监视器。时间监视器有两种:一种是硬时钟,一种是软时钟。硬时钟是在 CPU 外用硬件构成一个定时器,软时钟是利用片内定时器,定时时间比正常执行一次程序循环所需时间要长。正常运行未受干扰时,CPU 每

隔一段时间就对硬时钟输出复位脉冲使其复位;对软时钟重置时间常数复位。

其时间应比设定的时间要短,使其始终不中断、不复位。当受到干扰,程序不能及时“喂狗”,硬时钟或软时钟运行至既定的定时时间时,硬时钟会输出一个复位脉冲使单片机复位。软时钟则产生中断,在中断服务子程序中进行复位和修正。上述两种时钟只需设置一种。软时钟不需要增加硬件电路但是要占用内部资源;硬时钟不占资源,但是要增加硬件电路和材料成本。具体使用哪一种时钟,要根据实际情况合理选用。

## 6 结 论

通过实验,我们发现它能满足雷达伺服系统的控制精度要求,和原系统相比节约了大量成本,且结构简单,是一种性价比较高的雷达天线伺服系统控制方法。

## 参 考 文 献

[1] 高玉琦 自动控制元件及其控制线路 哈尔滨工业大学 1989.10

[2] 张志良 单片机原理与控制技术 机械工业出版社 北京 2001.7

## 作 者 简 介

杨爱军 男, 1972 生于江苏淮安市, 工作于中船重工集团 723 所。主要从事雷达和电子战系统天线的控制。

## 如何学习天线设计

天线设计理论晦涩高深，让许多工程师望而却步，然而实际工程或实际工作中在设计天线时却很少用到这些高深晦涩的理论。实际上，我们只需要懂得最基本的天线和射频基础知识，借助于 HFSS、CST 软件或者测试仪器就可以设计出工作性能良好的各类天线。

易迪拓培训([www.edatop.com](http://www.edatop.com))专注于微波射频和天线设计人才的培养，推出了一系列天线设计培训视频课程。我们的视频培训课程，化繁为简，直观易学，可以帮助您快速学习掌握天线设计的真谛，让天线设计不再难…



### HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书，课程从基础讲起，内容由浅入深，理论介绍和实际操作讲解相结合，全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程，可以帮助你快速学习掌握如何使用 HFSS 软件进行天线设计，让天线设计不再难…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

### CST 天线设计视频培训课程套装

套装包含 5 门视频培训课程，由经验丰富的专家授课，旨在帮助您从零开始，全面系统地学习掌握 CST 微波工作室的功能应用和使用 CST 微波工作室进行天线设计实际过程和具体操作。视频课程，边操作边讲解，直观易学；购买套装同时赠送 3 个月在线答疑，帮您解答学习中遇到的问题，让您学习无忧。

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/cst/127.html>



### 13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程，培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合，全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作，同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习，可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试…

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



## 关于易迪拓培训:

易迪拓培训([www.edatop.com](http://www.edatop.com))由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,一直致力于专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;后于 2006 年整合合并微波 EDA 网([www.mweda.com](http://www.mweda.com)),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 **ADS**、**HFSS** 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

## 我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年, 10 多年丰富的行业经验
- ※ 一直专注于微波射频和天线设计工程师的培养, 更了解该行业对人才的要求
- ※ 视频课程、既能达到了现场培训的效果, 又能免除您舟车劳顿的辛苦, 学习工作两不误
- ※ 经验丰富的一线资深工程师主讲, 结合实际工程案例, 直观、实用、易学

## 联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>