# 基于单片机的步进电机控制系统的研究

## 王小华

## 重庆电子工程学院应用电子研究所,重庆,401331

## [12934236@qq.com](mailto:12934236@qq.com)

关键词: 步进电机,单片机,控制系统.

摘要：本文的研究内容是设计一套相对简单、经济，但功能比较齐全、适应性强、操作方便、可靠性高，能将电子技术、单片机技术和电机控制技术有机地结合在一起的步进电机控制系统。该文简要介绍了步进电机的发展、应用，以及常用的控制系统中所使用的程序、常用的驱动技术，同时还分析了步进电机的工作原理。最后提出了整个系统的硬件和软件设计方案。

### 介 绍

步进电机又称脉冲电机或步进电机，其应用发展至今已有80多年的历史。可以说，步进电机本质上是一种离散运动装置，是一种纯数字控制电机，步进电机是通过外部控制脉冲和控制步进电机相位绕组的通断，从而使电机产生步进运动。即给出一个电脉冲信号，电机就会向前转一个角度或步进，其输出的角度、速度和输入的脉冲、频率有严格的比例关系，负载能力范围随电源电压、负载大小、环境条件等的变化而变化，在无过载的情况下，电机的转速、停止位置只取决于脉冲频率和脉冲数，而不受负载变化的影响，而步进电机只有周期误差而没有累积误差，高精度的步进电机在较宽的频率范围内通过改变脉冲频率来实现传递速度、快速启动和停止、正反转控制，这是步进电机最突出的优点。

目前，随着电子技术、控制技术和电机本体的发展变化，传统电机分类之间的接口越来越模糊。对于传统的步进电机来说，步进电机可以简单的定义为:根据输入的脉冲信号，每次改变励磁状态来推进一定的角度或长度，如果不改变励磁状态来保持静止电机的一定位置。从广义上讲，步进电机是一种由脉冲信号控制的无刷直流电动机，也可以看作是在一定频率范围内与脉冲频率同步的电机。步进电机有其自身的特点，总结如下:

1)它可以用来对数字信号直接开环控制，整个系统简单廉价。

2)直接接收数字信号，不需要数模转换，使用方便。

3)位移对应输入脉冲信号的个数，不需要长期积累阶跃误差，可以组成结构相对简单又具有一定精度的开环控制系统时也可以要求较高的精度组成闭环控制系统;

4)无刷，电机本体零件少，可靠性高;

5)启动、停止、正反转和调速方便。

6)停车时，可具有自锁功能。

7)步长角度选择范围大，可在大范围内选择几十个角度到180度。在步长较小的情况下，通常在低速下进行大扭矩操作，而它不能直接驱动减速器负载运行;

8)转速可大范围平稳调节。同时用控制器控制多个步进电机可使它们完全同步运行;

9)不能直接用普通交流电源驱动。

### 步进电机控制系统

步进电机控制系统是一个完整的有机整体，由运动控制系统和操作控制系统组成，操作系统完成操作者的运动进入运动控制系统可接受的电信号，运动控制系统配合响应，完成指定动作。步进电机是一种数控电机，其最大特点是由输入脉冲信号控制，即由输入脉冲的个数决定电机的总转角，由脉冲信号的频率决定电机的转速。它具有输入脉冲与电机轴角成正比的特性，将脉冲信号转化为角位移，也就是以一个脉冲信号，使步进电机旋转一个角度而它非常适合单片机控制。

系统硬件设计该系统由电源、显示、按键电路、看门狗电路和电机驱动电路等组成。该系统采用并行控制，单片机接口线控制步进电机驱动电路。以键盘作为外部中断源，设置步进电机正反转、分级、停止等功能，采用中断和查询方法相结合调用中断服务程序完成对步进电机的最佳控制，监控及时显示正反转运行状态和速度。AT89C2051是AT89C51的简化版(只有20个引脚)，但仍然具有强大的功能。AT89CZO51是一款具有可编程、易于使用、低电压、高性能的ZKB闪存，采用ATMEL的高密度非易失存储技术，并与工业标准MCS-51指令集和pin结构兼容的8位com微型计算机，使AT89C2051成为一款功能强大的微型计算机，为许多嵌入式控制应用提供了高度灵活和成本效益高的解决方案。AT89C2051具有以下标准功能:ZKB闪存;128字节RAM;151/0导联;2个16位可编程定时器/计数器;一个5向量2中断结构;1个全双工UART端口;1个精密模拟比较器和片上振荡器时钟电路。此外，AT89C2051可简化为O频静态逻辑运算设计，并支持两种可选的软件节能模式。空闲模式停止CPU工作，但允许RAM，定时器/计数器，串行端口和中断系统继续操作。RAM内容被保存，但振荡器停止和所有其他组件工作，直到下一个硬件复位。在电路的图纸附录中分别给出了原理图和驱动电路原理图以及各部分的PCB布局图，充分利用了Protel99SE，从原理图到生成PCB布局图都是以Protel99SE为平台的，使得整个系统的设计开发过程更加规范，大大提高了效率。最后，在硬件实现的基础上，设计了系统的设计界面(见附录IV)。面板的下半部分为六个输入操作按钮;顶部中间三个七段LED显示屏;左侧中央部分的按钮用于系统强制复位;中间右侧有两个接口，顶部为电机驱动接口，底部为系统SV电源接口。下面是LED方向右侧的LED指示灯。

### 系统软件设计

控制电路主要有AT89C51单片机、晶体振荡器电路、地址锁存器、解码器、EEPROM存储器和可编程键盘/显示控制器Intel-8279等组件。

单片机是控制系统的核心，控制步进电机的击穿速度、单跑线路位移，以及启停控制可以从键盘输入，也可以通过上位机设置的串行通信接口。状态显示提供了当前功率相位、相电流大小、电机运行时间、正反转运行、电流速度、线路位移及相关计数显示。单片机的主要功能是输出存储在细分电路中的EEPROM，对控制信号进行D/A转换。中断方式响应阶跃脉冲;IRZ130故障信号接收单片机P2.1。程序是一个按顺序执行的无限循环程序。每当有阶跃脉冲信号输入时，它就会产生一个NTO中断，根据击穿的设置和方向信号从单片机的正弦表中获得两相步进电机绕组电流对应的正弦，将找到的值写入数模转换器的寄存器中，并经过D/a转换后输出。细分驱动主控制程序控制整个流程流程，主完成初始化过程、中断模式设置、计数器工作模式设置及相关子程序调用。初始化包括8279各种寄存器、8279显示RAM、AT89C51中断系统和内部RAM等。在AT89C51的中断中，使用INTO，INTI，TO和TI这四个中断，INTI为高优先级，在运行状态下，当按下停止按钮时，则NTI中断服务程序的工作将T0关闭，使步进电机停止，T0控制步进的每个步进周期，服务程序基本上只进行复位定时器和设置标志位的操作，其他操作都在主程序中完成。步进电机位置控制需要两个参数，第一个参数是电机执行器的当前位置参数，即绝对位置。第二个参数是当前位置到目标位置的距离，其作用是确定末端来判断程序是否达到指定末端的过程，如果末端停止脉冲;否则，继续前进;单轴运动控制单轴有两种基本运动类型:jog运动、连续运动。Jog是手动控制方式，每次按下键盘设定任意键或鼠标，计算机接收到信号向控制器定时器/计数器发送控制字和初始值，并立即启动定时器输出一定频率的方波脉冲，这个脉冲通过驱动器驱动步进电机运动。延时一段时间后，禁止定时器重新加载定时器常数，停止输出方波信号，jog运动结束。连续运动时，控制器输出一定频率的方波，通过驾驶员来启动步进电机恒速运动，直至操作者终止运动。

多轴运动控制多个运动轴以触控的形式连续运动。计时器/计数器1输出不同频率或相同频率的方波信号。方波信号分别由驱动器循环分割、处理、放大。控制两轴以一定速度连续运动。加减速模块的思路是先开始先启动频率的运行，然后逐渐加速到某一频率，以匀速的速度运行。即将到达终点时，逐渐减速，以启动频率运行，完成指定步数后停止。这种步进电机可以以所需步数的最快速度完成，且无需交错。梯形速度曲线在时间上可以分为三个阶段:第一个阶段是加速度阶段，运动轴通过最大加速度AX加速到最大速度Vx;第二阶段是匀速运动阶段，运动轴以Vx的最大速度匀速运动;第三阶段为减速阶段，最小减速的轴-轴减速到停止状态.

结论

本设计对步进电机控制系统的机理、工作原理进行了分析，查阅了有关步进电机控制系统的相关科学文献。本系统遵循实用、简单、可靠、低成本的原则，设计了一种结构非常有效的工业生产步进电机控制系统。本文通过对驱动电路的分析和对实物控制的实际检测，将对步进电机控制系统的开发具有推断意义。

### 参考文献

[1]黄晓琴。黄洁香。步进电机驱动器关键技术研究[J]。单片机与嵌入式系统应用，2008(06).

[2]李国厚.步进电机驱动及控制系统设计[J]。煤矿机械，2008(02).

[3]刘星辉，毕国玲。步进电机单片机控制系统的研制[J].辽宁大学学报(自然科学版)，2009(03).

[4]朱海军，张朔成。步进电机控制系统的设计与应用[J]。核技术。2005(06).

[5]丁伟雄，杨定安，宋晓光。步进电机的进阶原理及其基于单片机的实现[J].煤矿机械，2011(03).

[6]霍英辉,陈玉祥.微机与单片机控制步进电机[J].计算机应用研究,2005(01)108计算机科学研究进展,第50卷.