

# Matlab 环境下电机检测数据的串行通信与处理

韩志平, 陈钟荣

(南京信息工程大学遥感学院, 南京 210044)

**摘要:** 针对雷达天线控制系统中步进电动机精度高的要求, 设计了一种检测电机及其专用细分驱动器的方案, 介绍了 Matlab 实现串行通信的基本方法, 给出 Matlab 环境下基于自整角机-数字转换器的步进电机及其驱动器的测试平台与 PC 串行通信的软件设计, 运用 Matlab 对机电测试的数据进行了实时处理, 分析了驱动器的性能, 从而选择最佳细分方案, 改善了雷达天线旋转角度的精确性。

**关键词:** Matlab; 串行通信; 自整角机; 数字转换器; 实时处理

## Serial Communication and Process of Motor Detection Data Based on Environment of Matlab

HAN Zhi-ping, CHEN Zhong-rong

(School of Remote Sensing, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044)

**【Abstract】** In order to meet the high precision requirements of stepper motor in radar antenna control system, this paper designs a method to test motor and its special driver. It not only introduces a kind of basic method for serial communication with Matlab, but also gives software design of serial communication between PC and the test-platform which is based on the Synchro & Digital converters and its drivers under the environment of Matlab, and processes the real-time measured data of motor. With the analysis of the driver's performances, the best sub-divisible plan can be choosen, and it improves the angle accuracy of the radar antenna rotation.

**【Key words】** Matlab; serial communication; synchro; digital converter; real-time processing

步进电动机测试系统中的数据采集与处理要求采样的频率高、数据处理量大、数据处理及时, 这些对于反馈回路的控制起着关键的作用。传统的测试数据处理方法是用 VC,C++ 等高级语音编写程序进行数据处理, 其可视化有着一定的难度, 而且精度分析上要调用很多函数, 对精度误差分析存在影响, 通用处理存在一定的困难。

Matlab是Mathworks公司开发的面向理论分析研究和工程设计的一套具有强大功能的软件系统, 是目前机电测试和控制系统数据处理比较实用的有效工具<sup>[1]</sup>。步进电机的角位移、线位移和控制系统的精确度都与步进电机的步距角有关<sup>[2]</sup>。步进电机细分驱动器的性能直接关系步进电机的步距角误差及丢步。测试步距角精度的所有项目包括控制电机的正、反转, 设置步数、步距角, 界面上动态显示测量结果并显示即时更新的最大步距误差<sup>[3]</sup>。Matlab不仅能解决测试和控制系统中存在的大量数值计算和矩阵运算, 其编程简单, 集图像、显示、处理等界面于一身。从Matlab6.0版本开始, 其软件增加了设备控制箱(instrument control toolbox), 提供了对串口通信的支持。利用该工具箱的serial类能可靠地进行串口通信。本文充分利用单片机和Matlab的优点, 给出了基于Matlab的一种步进电机和其驱动器测试平台与PC串行通信及数据实时处理的方法。自整角机和数字转换器的测试平台是通用的电机测试平台, 对测试数据的处理采用Matlab数据处理能更好反映测试的性能, 减少劳动强度, 测试的结果十分明显, 是有效的实时数据采集和处理方法。

### 1 系统设计的原理

该系统采用 8051 单片机作为机电测试平台的控制器, PC

为上位机, 由 Matlab 实行串行通信和实时数据处理。机电测试平台是自整角机(数字转换器作为跟踪式模数转换器), 由 8051 单片机控制电机角度或位移量测试的模数转换。整个测试平台和数据采集系统的原理框图如图 1 所示。

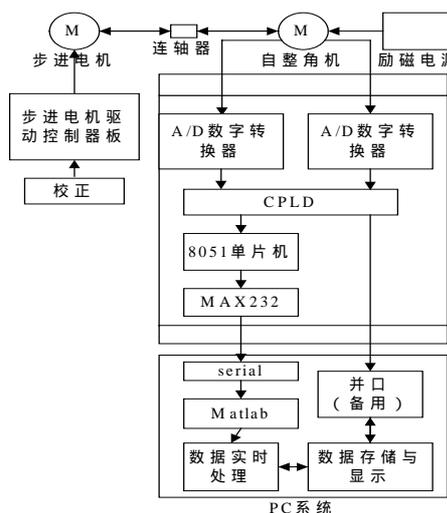


图1 机电测试平台与 Matlab 组成的整个数据处理系统

8051 单片机与 PC 通过 MAX232 电平转换相连, 系统工作时, 由 Matlab 调用设备控制工具箱中的 serial 类来创建串口对象, 从而实现 PC 串口的读写操作, 通过发送特殊的

**作者简介:** 韩志平(1981 - ), 男, 硕士研究生, 主研方向: 大气遥感, 单片机与 DSP 应用; 陈钟荣, 教授

**收稿日期:** 2006-08-30 **E-mail:** hzp20001262@163.com

指令控制单片机,单片机将采集的数据通过串口通信送给 PC 后,由 Matlab 接收数据,并对电机的速度、位置、角度数据进行分析 and 实时处理,可以直接通过其绘图函数得到显示。

### 1.1 机电测试平台的结构与原理

该测试平台主要由自整角机、数字转换器和 8051 单片机构成。在测试前要仔细调整自整角机与步进电动机的连接线性关系。考虑到测试平台的实用性,设计了测试平台的通用数据采集板。该数据采集电路板可以直接插在计算机总线上使用,采用双路数字转换器进行转换,实现了单通道多路转换。为了满足不同场合的需要,设计了串行通信和并行通信 2 种方式。励磁电源采用了 90V 的交变电流,能很好地满足测试系统的需要。微处理器采用的是 8051 系列带存储器的单片机,主要完成数字转换器的控制、接收来自 CPLD 译码计数过来的 8 位数据及与计算机进行串行通信。CPLD 模块还可以直接向计算机并口输送数据。数字转换器采用的是数字转换器组件(12SDC),其采用锁相环技术的转换电路。它可以直接将旋转变压器或自整角机(即同步机)输出的电信号转换成具有标准 TTL 电平的 12 位数字量,锁存转换精度可达到 5.3s。

### 1.2 8051 单片机与 PC 串行通信原理

8051 单片机具有可编程的串行数据接口,它是一个全双工的串行接口,可同时发送和接收数据,并具有接收缓冲功能,使用 RXD、TXD 2 个引脚实现串行数据的接收和发送。串口有 2 个数据缓冲器,其中,发送数据寄存器只能写入不能读出,接收缓冲器只能读不能写,对这 2 个缓冲寄存器的访问通过特殊读写功能寄存器 SUBF 实现。在实际的使用过程中,考虑远距离平台的需要,可以采用 RS-485 通行标准。

## 2 系统软件设计

### 2.1 Matlab 实现串口通信的基本知识

从 Matlab6.0 版本开始,Mathworks 公司增加了设备控制工具箱(instrument control toolbox),提供了对串口通信的支持,利用该工具箱的 serial 函数能可靠地进行串行通信。其设备控制工具箱 serial 类的主要特点有:

- (1)支持基于 GPIB 总线(IEEE-488、HP-IB 标准)、VISA 总线的通信;
- (2)支持文本(ASC)和二进制 2 种数据通信,文本方式支持 SPC1 (standard commands for programmable instruments)语音;
- (3)支持同步通信和异步通信;
- (4)支持基于事件驱动的控制<sup>[4]</sup>。

Matlab 中的串口是通过类 serial 实现的,虽然其对串口的支持不如 VC++ 等高级语言完善,在一些特殊的环境下必须采用比较复杂的事件和回调函数机制。同时为了保证代码的独立性,Matlab 建立在 Java 的基础上,效率比较低下,但对于一般的任务其串口对象已经足以应付。

s=serial('COM1');%创建一个串口设备对象,并以 s 来标识定义串口对象的属性,可以定义串口的通信模式。

常用的属性值说明如下:

s.BaudRate=19 200;%设置串口对象波特率为 19 200b/s;

s.InputBufferSize=1 024;

%设置串口的输入缓冲区大小为 1 024B;

s.Timeout=3;

%设置一次读或写操作的最大完成时间为 3s 等。

也可以用一条指令来完成:

s=serial('COM1','BaudRate',19200,'Parity','none','DataBits',8,'Terminator','CR')

串口的读写操作有文本方式和二进制方式 2 种。在文本方式下,串口设备只能接收显示 ASC 字符。采用文本方式,相应的读写命令是 fscanf, fprintf。二进制通信的读写命令为 fread, fwrite。下面以文本方式为例:

c=fscanf(s,'%c',1);%读一个字符,并存放数组 c 中;

fprintf(s,'S','async');

%向串口输出字符串'S',写操作按异步方式进行。

操作完毕后应将串口对象删除,释放空间,否则系统的其他应用程序就无法使用这一串口设备,关闭串口对象后,变量 s 仍然存在于系统中,先用 delete 命令清除对象所占用的内存,释放空间,然后用命令 clear s 清除工作空间中的对象。

### 2.2 8051 单片机数据采集与串行通信的软件设计

测试平台的软件设计要完成测试平台的初始化、控制、数据采集、A/D 转换、译码电路设计等子程序。测试平台的主程序主要由 8051 单片机来完成,其完成数据的采集和串行通信。数字转换器转换的 12 位数据经过译码后得到 8 位送给 8051 单片机。单片机串行通信的过程中考虑到通信的可靠性,约定软件握手的方法,将握手信号 '0x88' 嵌入到数据包中。PC 发送握手信号给单片机,单片机接收握手信号后发送数据,并将握手信号 '0x88' 嵌入数据包作为第一个数据。如果单片机接收的 PC 传过来的不是握手信号,则继续等待;同样,PC 接收的数据包第一个字节不是 '0x88',则不予接收,直到双方握手成功,才开始数据传输。在传输的过程中,数据包每隔 10ms 发送一次。8051 单片机的控制和串口通信的流程图如图 2 所示。

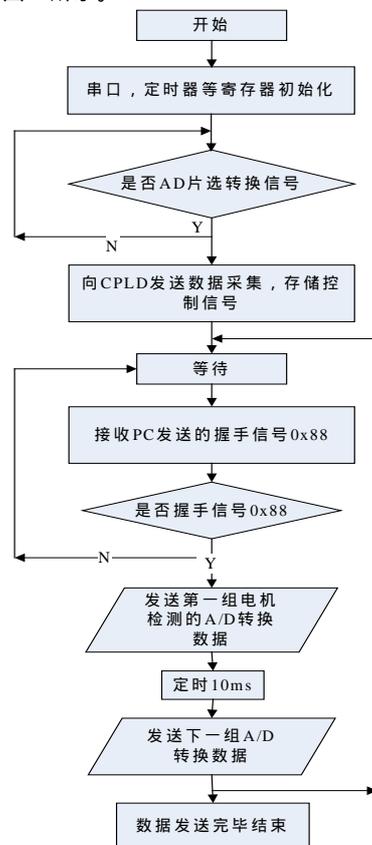


图 2 8051 单片机的控制和串口通信流程

### 2.3 Matlab 串口通信的软件实现

本文就电机测试平台和 PC 串行通信给出 Matlab 具体的

软件设计。Matlab 查询方式的串口编程简单实用，能很好地满足系统的需要。

串行通信的源程序如下：

初始化串口设备对象，并设置串口属性值：输入缓冲区为 4 096B；波特率为缺省值 9 600b/s；读写最大完成时间为 0.5s；停止位 1 位；无齐偶校验；遇到换行符终止等。

```
s=serial('COM2','BaudRate',19200,'Parity','none','DataBits',8,'Terminator','LF');
s.InputBufferSize=4096;
s.StopBits=1;
s.Timeout=0.5;
fopen(s);%打开 COM2 串口
fwrite(s,'0x88','async');
b=fscanf(s,'%i',1);
c=fscanf(s,'%i',1);
dlength=fscanf(s,'%i',c);
for i=1:dlength
    data(i)=fread(s,1,'uint8');
end
fclose(s);%关闭 COM2 串口
delete(s);
clear s;
.....;数据处理
```

### 3 检测数据分析处理与细分数优化选择

Matlab 统计工具箱是一组建立在 Matlab 数值计算环境基础上的分析工具。该工具箱支持各种统计计算，如曲线拟和、统计过程等。通过前面 Matlab 的串口访问，把机电检测的数据存入 data 数组中。运用统计工具箱(statistics toolbox)和优化工具箱(optimization toolbox)作分析并绘图。这里就雷达步进专用电机驱动器的 16 细分和 32 细分 2 种情况的理论值与实际值作图分析，如图 3、图 4 所示。

从图 3、图 4 可知，该驱动器的 16 细分在开始启动时不稳定，以后运行的稳定性很好，32 细分明显步距精度提高了，但运行后有很大的摆动。对步距角进行细分可以提高步距精度<sup>[3]</sup>。理论上，细分数越大，步距精度越高；但实际上，由于步进电机工作时都是带一定的负载运行，细分数越大，细

分电流就越小，步进电机的电磁转矩也就越小。如果是负载相对电磁转矩很大时，每一微步停稳位置有可能是不固定的，每一步起始点也会不同，这样就会有步大步小的现象，甚至会出现失步现象，影响了细分后步距角的均匀性和动态响应。因此，在选择细分数时，要综合考虑选择最佳细分数。这里只给出了 2 个图，实际对 2 细分、4 细分、8 细分、16 细分、32 细分和 64 细分进行了分析绘图，可以检测出该驱动器的 16 细分在开始启动以后运行的稳定性比其他几种好很多，其相对偏差很小，细分数的优化选择可以得出该驱动器的 16 细分在实际应用中效果最好。

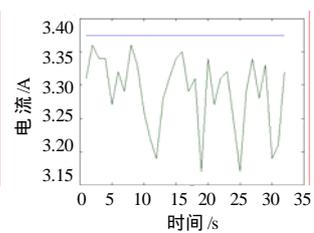
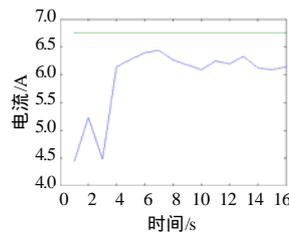


图 3 步进电机 16 细分情况 图 4 步进电机 32 细分情况

### 4 结束语

本文通过 Matlab 环境下的串行通信对电机检测数据进行了实时处理，对驱动器的细分性能进行了分析，对步进电机的步距角误差和丢失步作了分析修正，实用性很强。在实际的步进电机拖动雷达天线应用中，对天线旋转角度的测试和专用驱动器的细分性能优化选择上效果十分明显。

#### 参考文献

- 1 Math Works, Inc. Late-breaking News for the 5.2 Product Family[Z]. 1998.
- 2 张志红, 曹海源. 基于 ISA 总线的轴角数字转换卡设计[J]. 微机计算机信息, 2005, 21(2): 127-128.
- 3 张中, 唐荣道. 计算机控制的步距角精度测试系统研制[J]. 微特电机, 2001, 29(5): 15-22.
- 4 张立材. 基于 Matlab 的双机通信的实现[J]. 华东交通大学学报, 2002, 20(2): 67-69.

(上接第 242 页)

```
### Created executable flat file: water_control successfully by
water_control.mk
### downloading the file: water_control,please wait ...
...
### Successful completion of Real-Time Workshop build
procedure for model: water_control
```

为了验证代码的有效性，使用 PC 机上监控软件监控水位变化。因为模糊自适应 PID 控制是实时调整 Kp、Ki、Kd 3 个参数，所以超调量小，调节时间短，其快速性也较常规 PID 有所提高。由水位控制曲线所示，预定水位由 50cm 下降到 30cm 及由 30cm 上升到 50cm 时，水箱系统延迟时间约为 5s、超调量 < 10%，系统的动态性能较好。

经过反复测试，自动生成代码在控制器中运行可靠，效率很高。

### 4 结论

实验表明 C-MEX 文件结合 Matlab/RTW 自动生成代码，

可以很好地扩展 Matlab 对硬件的驱动、编程，使 Matlab 不局限于离线、在线仿真，而是能够直接参与硬件实时控制。有效使用 C-MEX 文件，可以大大扩展 Matlab 的应用范围，为嵌入式技术发展提供一个新途径。

#### 参考文献

- 1 樊晓丹, 孙应飞, 李衍达. 一种基于 RTW 的实时控制系统快速开发方法[J]. 清华大学学报, 2003, 43(7): 895-898.
- 2 刘思久, 孙莹, 赵蔚, 等. 基于 MATLAB/RTW 的控制系统一体化设计方法[J]. 哈尔滨理工大学学报, 2004, 9(5): 29-32.
- 3 聂雪媛, 刘国平. 基于 Simulink 的嵌入式网络化控制仿真实现[J]. 系统仿真学报, 2005, 17(7): 1613-1620.
- 4 连冬, 黄克棣. 基于 RTW/Linux 的实时仿真技术研究[J]. 计算机仿真, 2005, 22(12): 242-244.
- 5 庄利峰, 杨慧中. 模糊控制器在高阶水位控制中的设计与应用[J]. 东南大学学报, 2004, 34(S1): 165-168.