

# 基于单片机的弹体壁厚自动测量系统\*

龚 民, 王泽宇, 陈白宁

(沈阳理工大学机械工程学院, 沈阳 110168)

摘 要: 为了自动检测炮弹弹体不同长度位置的壁厚, 提高检测精度和效率, 介绍了基于单片机的弹体壁厚测量系统。本系统采用内外两个高精度位移传感器, 在炮弹旋转的过程中, 由驱动机构带动实现直线运动, 并通过单片机采集两个传感器在不同长度的检测数据, 进行相应的数据处理, 人机交互由触摸屏实现。系统可实现自动检测并对分段壁厚的尺寸误差进行评定。

关键词: 壁厚测量系统; 数据采集; 触摸屏

中图分类号: TJ410.6 文献标志码: A

## The SCC-based Automatic Measuring System of Shell Thickness

GONG Min, WANG Zeyu, CHEN Baining

(School of Mechanical Engineering, Shenyang Ligong University, Shenyang 110168, China)

Abstract: The SCC-based measuring system is designed to detect the thickness of different locations of the shell automatically, and to improve the detecting accuracy and efficiency. During the rotating process of the shell, both internal and external displacement sensors of high accuracy which are driven to achieve linear motion are used and the detecting data at different location is collected and processed by SCC. Human-computer interaction is to achieve by touch screen. Otherwise, automatically detection and the evaluation to the dimensional error of partitioned thickness can also be implemented.

Keywords: measuring system of shell thickness; data acquisition; touch screen

### 0 引言

炮弹是高精度回转体, 炮弹弹体不同长度位置的壁厚是否符合设计要求, 将直接影响炮弹的发射质量。为此, 炮弹弹体不同长度位置的壁厚检测就显得尤为重要。为了解决这一问题, 文中采用高精度位移传感器, 配合相应的定位、夹紧以及驱动机构, 设计了智能化弹体壁厚检测系统, 并论述了检测系统的原理、硬件组成、数据采集和处理方法。

### 1 检测机构原理

壁厚的检测通过炮弹内外两个高精度位移传感器间接测量。壁厚计算原理如图 1 所示。两

个传感器探头之间的距离  $L$  一定, 则弹体壁厚的计算关系式:

$$a = L - y_1 - y_2 \quad (1)$$

本系统检测机构包括: 炮弹定位支撑、炮弹轴向夹紧、炮弹旋转和测头移动机构。炮弹的定位支撑采用两个带轱子的 V 型块, 既

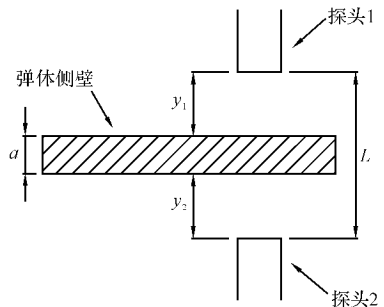


图 1 壁厚计算原理图

可以定位, 又便于旋转, 端面定位是以推力轴承端面为基准, 炮弹轴向夹紧机构由气缸驱动, 目的是一方面使炮弹轴向定位, 另一方面是通过摩

\* 收稿日期: 2009-05-08

作者简介: 龚民(1958—), 女, 上海人, 副教授, 硕士研究生导师, 研究方向: 机电一体化产品、仪器仪表、在线非接触主动测量技术、自动装配线的设计及检测与控制等。

擦由交流电动机带动炮弹旋转,以便采集测量数据。检测炮弹内外壁的传感器安装在测杆上由步进电机通过丝杠螺母带动实现轴向移动。炮

弹测量机构示意图如图 2 所示。要合理设置传感器的安装位置,保证检测距离在其测量范围内。

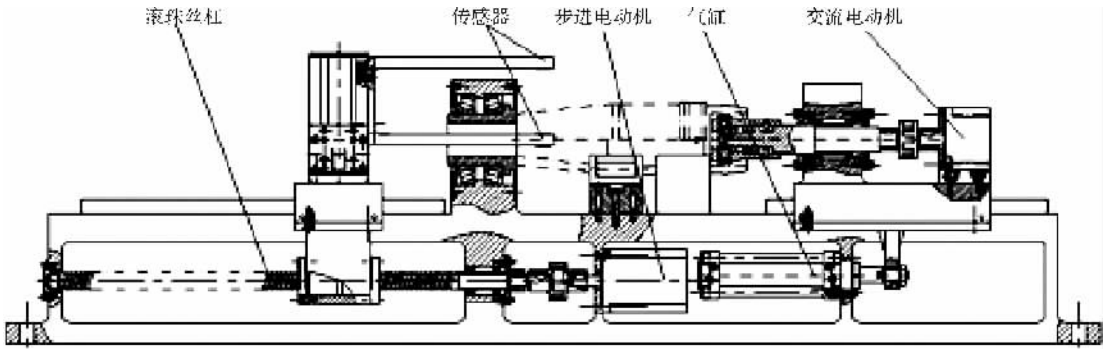


图 2 炮弹测量机构示意图

## 2 测量系统组成

本测量系统由触摸屏和 AT89C52 单片机组成。利用触摸屏强大的人机接口功能来实现数据输入和显示;利用单片机的实时处理功能来实现自动检测与控制;单片机与触摸屏通过串行接口通信。

比较,通过串行通信在触摸屏上显示,若测得结果超出允许的公差范围,显示报警信息。

在控制过程中,电机的实际转速由光电编码器在单位时间内接收到的脉冲信号经片外计数器计数,送到单片机计算得到,实现交流电机的闭环变频调速控制。

## 3 数据采集与处理

本系统的数据采集采用高精度位移传感器,进行非接触连续测量,其精度和灵敏度均较高。传感器检测信号经 A/D 转换送单片机。传感器输出的电压值与检测距离可近似看作线性关系,其变换的公式为:

$$y = y_0 + (y_m - y_0) \frac{x - N_0}{N_m - N_0} \quad (2)$$

式中: $y$  为检测距离值; $y_m$  为检测距离最大值; $y_0$  为检测距离最小值; $N_m$  为  $y_m$  对应的 A/D 转换后的数字量; $N_0$  为量程起点  $y_0$  所对应的 A/D 转换后的数字量; $x$  为 A/D 转换值。

在实际测量中,为了减少取样值的干扰,提高系统的可靠性,常采用数字滤波方法。数字滤波有多种方法,这里采用标准差滤波。

首先求出测量数据的平均值为:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3)$$

其中: $x_i$  为测量值; $n$  为测量次数。

各测量数据的残差为  $v_i = x_i - \bar{x}, i = 1, 2, \dots, n$ 。应用贝赛尔公式计算标准偏差  $\sigma$  的估计值  $S$ :

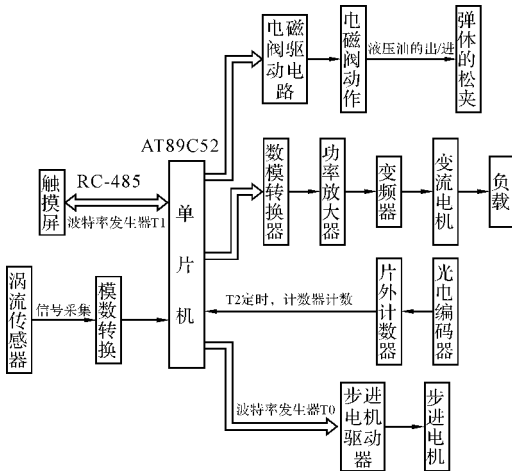


图 3 测量控制系统的组成

图 3 是整个测控系统的原理框图。单片机控制系统的硬件主要包括电磁阀驱动电路、交流电机变频器驱动电路、传感器检测电路、步进电机驱动电路和串行通信接口电路等。单片机最小系统以 AT89C52 为核心。

其测量过程为:电磁阀控制气缸使弹体定位并夹紧;启动交流电机带动弹体旋转,传感器通过步进电机带动到达待测位置进行数据采集,传感器的测量信号经 A/D 转换送到单片机存储并进行处理,处理完的弹体壁厚数值与标准的数值

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v_i^2}{n-1}} \quad (4)$$

根据拉依达准则,对于服从正态分布的误差,按上式计算标准偏差的估计值  $S$ ,以  $3S$  为界限,凡是测得的残差绝对值大于  $3S$  的就认为该测得值含有粗大误差,从测量数据中剔除,在  $(-3S, 3S)$  范围内的采样值取均值。

设探头 1、2 所对应的表面到探头的距离分别为  $x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1N}$  和  $x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2N}$ ,将测得数据存储并按上述滤波方法处理,分别得到某一数值的  $y_1$  和  $y_2$ ,即可求出该长度的壁厚数值,将这一数值与预先存入的标准值进行比较,做出合格性判定。

### 4 控制系统软件设计

炮弹壁厚测量系统软件包括两部分:89C52 单片机控制程序和触摸屏控制程序。单片机主要完成实时测控功能,触摸屏具有良好的人机对话界面,便于观察与显示,其程序采用 C51 语言编写,实现运动的可视化控制。

软件实现测量过程控制的框图如图 4 所示。首先要通过触摸屏输入炮弹弹体的分段厚度值及其公差、弹体旋转速度以及采样点数。检测过程中,根据检测的弹体旋转速度以及输入的采样点数计算采样频率,根据采样频率,定时采集两个传感器的检测数据并存储,采样结束,按照前面介绍的数字滤波方法对两个传感器的采集数据进行数据处理,计算厚度值并进行合格性判定。触摸屏可以实时显示各长度段的实测厚度值及其合格与否的指示灯,对不合格产品有蜂鸣器报警提示。各个炮弹的最后检测结果可以存储并随时打印输出。

### 5 结论

文中针对炮弹壁厚测量要求,设计了炮弹壁

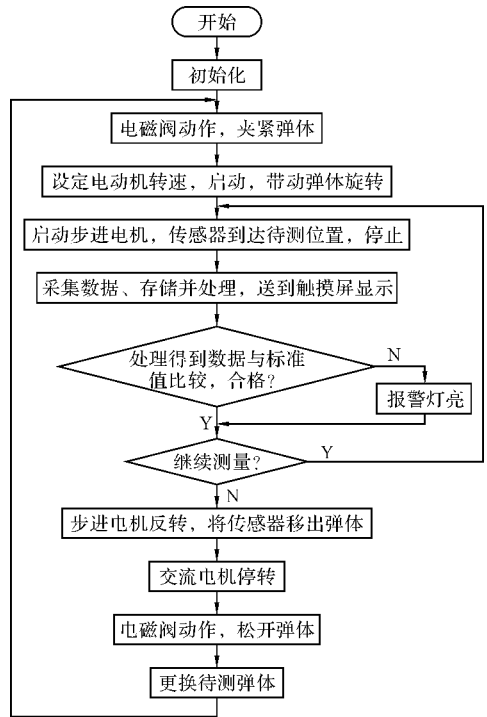


图 4 测量过程流程图

厚检测的机械结构和测控系统。可以实现炮弹壁厚的自动测量和合格性判定,利用触摸屏实现良好的人机对话界面。系统的检测精度高,操作简便,自动化程度高,便于实现炮弹的加工检测一体化。

参考文献:

- [1] 南建辉,熊鸣,王军茹. MCS-51 单片机原理及应用实例[M]. 北京:清华大学出版社,2004.
- [2] 求是科技. 单片机典型模块设计实例导航[M]. 北京:人民邮电出版社,2004.
- [3] 谭建成. 电机控制专用集成电路[M]. 北京:机械工业出版社,2003.
- [4] 廖晓钟. 电力电子计数与电气传动[M]. 北京:北京理工大学出版社,2003.
- [5] Masybulider 500 中文使用手册 [OL]. eView HMItek 公司, 2002. <http://www.ca800.com/download.asp?id=35855&src=0>.