

# 用于高精度数显时栅转台的全自动测控系统

高忠华 彭东林 王先全 董淳

重庆工学院

**摘要:**设计了一种集数据采集、处理和控制在同一体的数显时栅转台全自动测控系统。介绍了系统的硬件组成及软件各个模块的功能,并给出了增量型数字PID算法的主要程序框图。本系统具有较高的智能化,能在无人干预的情况下自动完成仪器的标定和测试工作。使用结果表明,测试效率和效果达到了要求的指标。

**关键词:**时栅传感器, 转台, 自动测控系统, 应用软件, 自动标定

## Full-automation Test and Control System of High Precision Time Grating Rotary Table with Digital Display

Gao Zhonghua Peng Donglin Wang Xianquan Dong Chun

**Abstract:** A test and control system of full-automation high precision time grating rotary table with digital display is designed. It is characterized by data acquisition, processing and control. The function modules of the software and hardware are introduced, and the main block diagram of digit increment PID controller is provided. The system is intelligent and able to complete calibration and test without artificial interference. Results show that the test efficiency and effect can meet the requirement.

**Keywords:** time grating sensor, rotary table, automation test and control system, application software, automation calibration

### 1 引言

高精度仪器的测试检定工作,对环境的要求很苛刻,微小的振动或温度变化都可能导致结果错误。基于文献[1]提出的“时空坐标转换理论和时栅位移传感器”概念研发的高精度数显时栅转台也遇到了同样问题,为此试验不得不安排在环境噪声较小的夜晚进行,容易因试验人员疲惫而操作出错。时栅

作为一种智能化仪器,可通过误差理论修正和补偿达到高精度,这需要同光栅、激光干涉仪等高精度母仪进行大量比对工作。因此对每台产品都需有测试校准的过程,严重阻碍了时栅转台的大批量生产和产业化应用。为解决这一问题,设计了一种集数据采集、处理和控制在同一体的高精度数显时栅转台全自动测控系统。

### 2 系统的硬件构成与工作原理

#### 高精度数显时栅转台全自动测控系统转角定位

收稿日期:2007年12月

具表面温度能够反映刀具切削过程中的温度变化,且反映刀具破损时的温度骤增,可作为判断刀具破损的手段。但实际生产加工中,温度测量点的位置不同会导致温度测量的数据不同,必须保证温度测量点的位置相对不变化。

(4)利用红外温度传感器测量铣削加工时的刀具表面温度只是对监测项目的初步尝试,刀具表面温度只是间接反映出铣削加工时刀具的磨损状态,并不反映刀具切削区的真实温度以及刀具温度场的分布情况,需要进一步研究和探索。

#### 参考文献

- 1 Faleh A Al Sulaiman, M Abdul Baseer *et al.* Use of electrical power for online monitoring of tool condition. *Journal of Materials Processing Technology*, 166:2005, 364 ~ 371

- 2 刘战强,黄传真,万熠等.切削温度测量方法综述. *工具技术*, 2002, 36, 3 ~ 6
- 3 陈明,袁人炜,薛秉源.铝合金高速铣削中切削温度动态变化规律的试验研究. *工具技术*, 2000, 14:7 ~ 10
- 4 Masahiko Satoa, Takashi Ueda, Hisataka Tanaka. An experimental technique for the measurement of temperature on CBN tool face in end milling. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 2007
- 5 陈东生,李尚政.红外测温仪在车削工件温度场监测中的应用. *传感器技术*, 2002(10): 55 ~ 58
- 6 曹伟青. B样条模糊神经网络在刀具故障诊断中的应用. 西南交通大学硕士研究生学位论文, 2005  
第一作者:范伟,上海交通大学机械与动力学院, 200240 上海市  
Author: Fan Wei, College of Mechanical Engineering of Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China

采用完全闭环的反馈系统,定位精度高,易实现无人操作。整个系统以 IPC 为核心,协调系统按步骤进行无人干预的全自动数据采集、处理和控制在较高的智能化和自动化。系统原理图如图 1 所示,测控系统装置如图 2 所示。

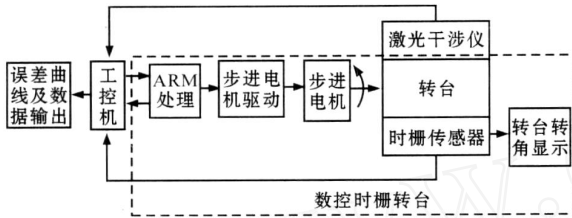


图 1 系统原理图



图 2 高精度数显时栅转台全自动测控系统装置图

图 1 中虚线框内,时栅传感器的输出信号反馈给 ARM 处理器,为保持产品的独立性、通用性和灵活性,以 ARM 处理器为核心来控制步进电机,ARM 处理器再与上位工控机进行通信。激光干涉仪和时栅传感器同时安装在转台的转轴上,与转台同时转动。激光干涉仪测得的角度变化传送给工控机并反馈给 ARM 处理器,使转台的角度及时得到调整。这部分的主要作用是在工控机主程序的控制下按步骤完成每个设定目标值的准确定位,以便工控机采集转台转动角度的原始数据,并利用此数据自动进行误差的分析和处理。

激光干涉仪作为标准检测仪器的用途是:(1)测量转台转过的真实角度,通过工控机反馈给 ARM 处理器,与给定目标值进行比较,输出差值来驱动步进电机完成转台的准确定位。(2)其输出值被采集到工控机中作为真值与采集到的时栅传感器输出值做比较,得到转台转角的原始误差。

工控机得到一定数量的原始误差后,在主程序控制下进行数据拟合。然后再获取下一组的误差数据进行拟合,待得到全部拟合曲线后即可进行误差的修正与补偿,最后将程序移植到时栅转台中进行误差测试,作为转台的最终精度。

### 3 系统应用软件的开发

硬件系统中分别采用了工控机和 ARM 处理器,

针对不同的硬件和模块功能要采用不同软件来编程,以提高程序的运行效率。初始化、数据采集、误差的补偿处理、输出和 I/O 模块采用 Visual Basic 6.0 编程,微处理器采用 C 语言编程,数据拟合处理模块采用 LabVIEW8.0 编程。虚拟仪器是一种基于 G 语言的测试系统软件开发平台,G 语言 (Graphics Language) 采用图形化编程方式,具有丰富的扩展函数库<sup>[3]</sup>。软件的主要结构如图 3 所示。

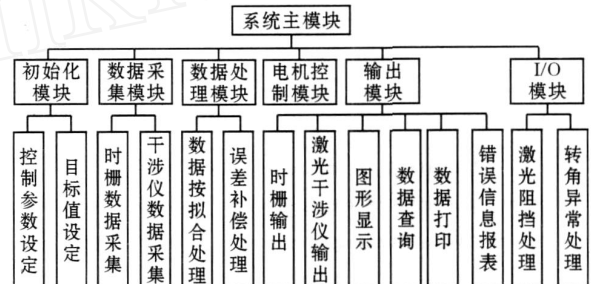


图 3 系统软件结构图

#### (1) 初始化

采用串口采集数据,在工作之前需对系统进行必要的初始化,即一系列控制信号的交互联络,包括波特率、缓存和工作模式的设置。

#### (2) 数据的采集和处理

这是测试系统软件的主体部分,数据采集利用 Visual Basic 所提供的 MSComm 控件<sup>[2,4]</sup>,可简单便捷地实现应用程序的串行通信。数据拟合采用 LabVIEW 来编程,图形界面友好,方便操作。通过拟合程序获得拟合参数送入误差补偿处理模块中,进行误差的补偿与修正。

#### (3) 数据的存储

采集数据时,将数据拟合需要的误差和采集位置信息存储在记事本中,并以每行两个数据的格式存在预定文件中,LabVIEW 可读取“.txt”文件并自动录入数据。

#### (4) 数据及曲线显示部分

实时控制系统能够显示所采集的数据,并通过曲线直观显示误差变化情况,能直观地了解系统实时或历史趋势,研究误差的变化规律,以便预测和改进以后的研究。

#### (5) 故障检测与处理

当激光被意外事件阻挡后,要求必须重新开始测试。定位角度发生异常时,可重新定位发生异常的那一点继续测试,所以程序具有响应这些中断的功能。

# 圆度误差算法的研究

畅为航<sup>1,2</sup> 雷贤卿<sup>1</sup> 薛玉君<sup>1</sup> 李济顺<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 河南科技大学 <sup>2</sup> 南阳理工学院

**摘要:** 阐述了圆度误差的定义,介绍了评定圆度误差的几种方法,研究了迭代法、单纯形法等优化算法求解圆度误差的优缺点,对于进一步研究圆度误差的算法提供了一定的依据。

**关键词:** 圆度误差, 优化算法, 迭代法, 单纯形法

## Study on Roundness Error Algorithm

Chang Weihang Lei Xianqing Xue Yujun et al

**Abstract:** The definition of roundness error is expatiated, and the methods of roundness error evaluation are introduced. The merits and faults of iteration method and simplex method are discussed, providing witness for further studies on roundness error.

**Keywords:** roundness error, optimizing algorithm, iteration method, simplex method

### 1 圆度误差算法的定义

国标 (GB1183 - 80) 规定,截面圆度误差是在垂直于被测圆柱体轴线截面上的圆轮廓对其理想圆的变动量。圆度误差值根据从一特定圆心算起,以包容被测轮廓两同心圆的最大和最小半径差来确定。

收稿日期:2007年12月

评定方法有最小区域法、最小二乘法、最大内切圆法和最小外接圆法,而核心内容是寻求理想圆的圆心。用最小区域法所评定的圆度误差值最小,是国家标准规定的圆度误差评定方法。最小二乘法评定的圆度误差值具有唯一性,但数值不是最小,在技术条件允许的情况下也可应用<sup>[1~4]</sup>。其它两种准则在我国应用较少。从20世纪80年代开始,人们就在圆度误差的测量和评定方面作了大量研究,提出了很

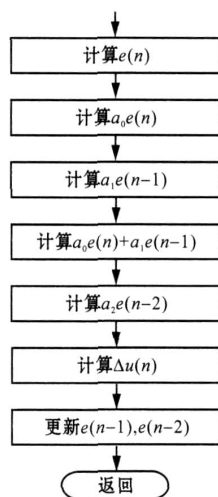


图4 数字PID算法程序流程图

### 4 电机控制的增量型数字PID程序的实现

电机控制模块也是测试系统的一个重要组成部分,其控制质量的高低将直接影响时栅转台的定位精度,进而影响转台标定的准确性。为防止转角每次转动时的累加误差,控制器采用数字PID的增量型控制算法。其程序框图如图4所示,算法公式为

$$Vu(n) = a_0 e(n) + a_1 e(n-1) + a_2 e(n-2)$$

式中  $a_0 = K_p(1 + \frac{T}{T_i} + \frac{T_D}{T})$ ,  $a_1 = -K_p(1 + \frac{2T_D}{T})$ ,  $a_2 = K_p \frac{T_D}{T}$

其中,  $K_p$  为比例系数,  $T_i$  为积分时间常数,  $T_D$  为微分时间常数,  $T$  为采样周期。

### 5 结语

该全自动测控系统在高精度时栅转台产品的测试中效率突出,取代了繁杂的人工劳动,自动完成转台的标定工作,对时栅传感器完成产品化开发起到极大的推动作用。实践证明,这套测试系统完全可行,大幅度提高了测试效率,测试效果良好。

#### 参考文献

- 1 彭东林,刘成康,谭为民等.时空坐标转换理论与时栅位移传感器研究.仪器仪表学报,2004(4)
- 2 李鸿吉.VB6.0编程方法详解.科学出版社,2001
- 3 杨乐平,李海涛,杨磊.LabVIEW程序设计与应用.电子工业出版社,2005
- 4 刘小康.智能电激型场式时栅位移传感器系统.重庆大学硕士论文,2001

第一作者:高忠华,工程师,硕士研究生,重庆工学院,400050 重庆市

Author: Gao Zhonghua, Chongqing Institute of Technology, Chongqing 400050, China