

高精度片材厚度检测系统设计

钟 飞, 张昌汉, 黎俊伟

(湖北工业大学 机械学院, 湖北 武汉 430068)

摘要: 针对生产过程中片材厚度在线快速检测的需要, 设计了由位移传感器 DA-0.5、单片机 AT89S52 和 A/D 转换芯片 ADS7841 组成的高精度片材厚度检测系统, 并以金属密封垫片为样品进行了检测。结果表明: 系统运行稳定, 检测精度符合要求。采用本系统能实现片材厚度的在线高精度快速检测。

关键词: 厚度检测; 单片机; A/D 转换

中图分类号: TB487

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2010)02-0032-04

The Design of Sheet Thickness Detection System of High Precision

Zhong Fei, Zhang Changhan, Li Junwei

(School of Mechanical Engineering, Hubei University of Technology, Wuhan 430068, China)

Abstract: A high precision detection system consisting of displacement transducer DA-0.5, AT89S52 single-chip computer and ADS7841 DAC has been developed to solve the rapid online sheet thickness detection. On the condition of work progressing, the detection system's functional completeness is quite perfect, with the detected metallic gasket seal to verify it. The experiment results show that the system achieves stability and detection accuracy in compliance with requirements. Combined with the use of this system, the thickness measurement of sheet online with high precision and speed can be performed.

Key words: thickness detection; single-chip computer; A/D convert

0 引言

检测片材的厚度, 传统的方式通常是使用千分尺、游标卡尺等仪器进行人工检测。这种人工检测方法存在较多弊端: 工人劳动强度大, 检测效率低, 检测速度慢等。这不仅影响产品质量, 严重时可能影响企业的正常生产, 因此对传统检测方法进行改造是很有必要的。

采用智能化、自动化的检测方法, 不仅可提高检测效率和精度, 而且还可大大减轻工人的劳动强度^[1]。目前市场上已出现了许多可自动测量厚度的检测系统, 这些检测系统一般具有较高测量效率和精度, 且

系统智能化程度较高, 可维护性好, 具有良好的人机界面, 但价格比较昂贵。若根据检测对象有针对性地开发结构简单、性能优良、经济适用的检测系统将有利于在线检测的普及^[2]。如在线薄板曲面件和智能长度检测系统已应用于实际生产^[3-4]。本文针对金属密封垫片, 设计了一套高精度厚度自动检测系统。

1 检测原理

在厚度测量中, 根据测头与工件接触与否, 可将测量分为接触式测量和非接触式测量 2 类。在接触式测量中, 根据测头的接触方式不同, 又分为机械接触

收稿日期: 2009-03-10

基金项目: 湖北省自然科学基金资助项目(2009CDB313), 湖北省教育厅科研基金资助项目(Q20091404)

作者简介: 钟 飞(1970-), 男, 湖北武汉人, 湖北工业大学副教授, 工学硕士, 主要研究方向为包装过程监测与控制,

E-mail: hg_zfxs@sina.com

式测头和电气接触式测头; 非接触式测量的测头则包括光学显微镜、电视扫描头及激光扫描头等^[5]。

1.1 非接触式测量

非接触式测量是以光电、电磁等技术为基础, 在不接触被测物体表面的情况下, 得到物体表面参数信息的测量方法^[6]。典型的非接触式测量方法有激光三角法、电涡流法、超声测量法、机器视觉测量法等。非接触式测量方法有如下优点: 1) 通常无需精确定位; 2) 检测速度比接触式测量法更快; 3) 消除了接触式测量中测头与工件接触带来的机械磨损等问题^[7]。目前, 在实际检测中非接触式测量方法已被广泛采用。

1.2 接触式测量

根据测头接触方式的不同, 可将接触式测量分为点接触式和面接触式 2 类^[8]。接触式测量在进行测量前需给试样待测表面施加一定压力(点接触力或面接触力), 使得待测表面平整、厚度均匀, 以保证所测数据稳定可靠。避免了使用非接触式测厚仪测量那些具有一定压缩性、表面高低不平的材料时可能出现数据波动较大的现象。

由于可压缩试样在不同条件下产生的形变往往会影响到测量结果, 而采用接触测量能对被测物施以相同的压力, 从而消除各种因素对试样造成的形变, 因此, 为了提高测量精度, 一般选用接触式测量法。温度、压力、尺寸等参数通常采用这种方法测量。本文设计的垫片厚度检测系统即采用接触式测量。

2 金属密封垫片厚度检测系统设计

2.1 系统硬件设计

检测系统主要由主控制模块, 数据采集模块, 人机交互模块, 开关量输入、输出模块等组成。检测系统结构如图 1, 其硬件原理图见图 2。

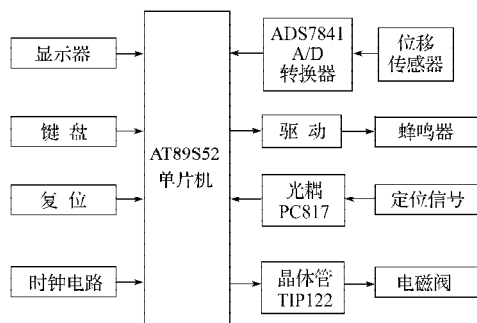


图 1 检测系统结构框图

Fig. 1 Detection system structural diagram

- 1) 主控制模块。是以单片机为核心的最小子系统, 该子系统采用 ATMEL 的 AT89S52 型号单片机;
- 2) 数据采集模块。主要由传感器和 A/D 转换器构成。其中传感器采用昆仑海岸的 DA-0.5 高精度直流差

动变压器式位移传感器, A/D 转换器选用 ADS7841, 是 12 位的 4 通道串行输出模数转换器;

3) 人机交互模块。键盘由 4 个独立式按键组成, 设计为查询方式电路, 采用动态显示方式。

4) 开关量输入、输出模块。该模块完成开关量输入输出的调节。

2.2 系统软件设计

根据检测系统的功能与设计的要求, 系统监控程序主要由标定模块、参数设定模块和测量模块组成。各模块程序能独立完成对应模式的功能。系统主程序流程图如图 3。

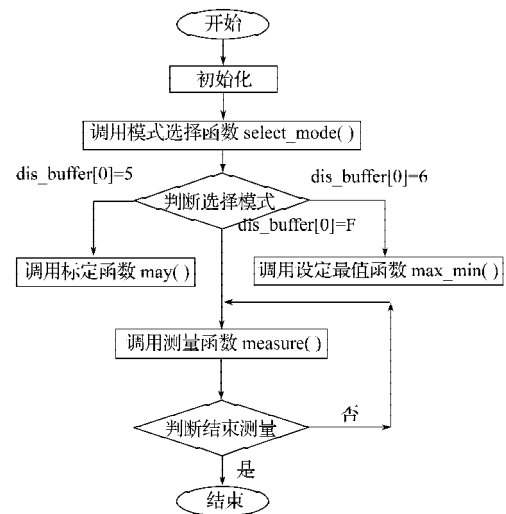


图 3 系统的主程序流程图

Fig. 3 Main program flow chart

1) 主程序。是垫片检测系统的总控制程序, 如执行各单元初始化, 调用各功能模式程序等。

2) 标定模块。在每次测量前, 由该模块程序负责对系统中工作在线性范围内的传感器进行标定, 力求提高测量精度。

3) 参数设定模块。该模块程序主要完成用户对检测系统各项参数的设定。

4) 测量模块。测量模块程序主要完成对测头移动的控制, 读取由 A/D 器件转换后的数据, 对测量数据是否越界进行判定和数据归零等功能。

3 实验数据处理与分析

系统设计和制作完成后, 通过实验采集数据并对系统进行分析, 具体步骤如下:

- 1) 调整传感器高度, 使其工作在最佳测量区间。
- 2) 采用 106 和 132 量块对系统进行标定。
- 3) 标定完成后, 分别测量 132, 131, 130, 108, 107, 106 量块高度, 重复进行上述测量 10 次, 并记录实验数据, 见表 1。

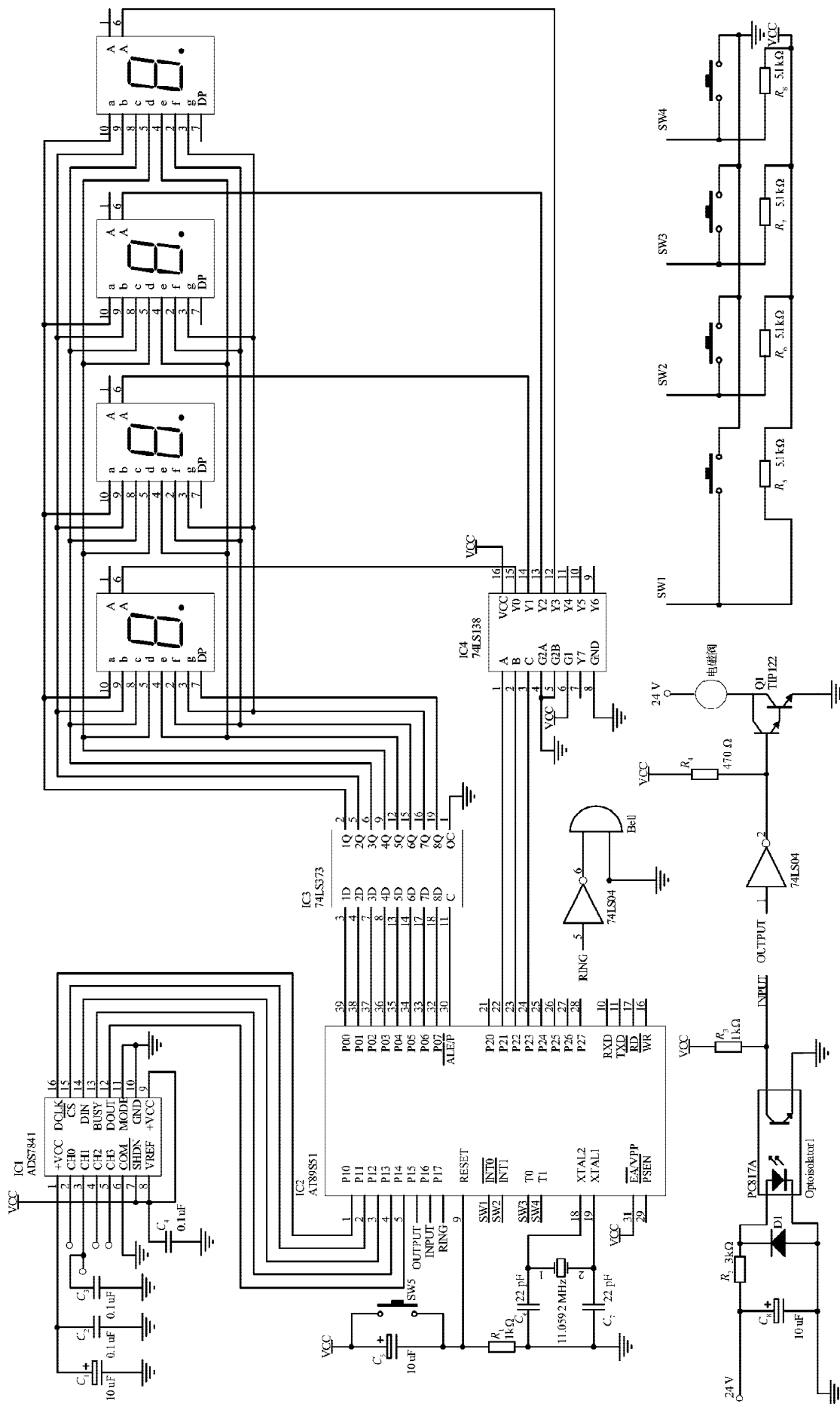


图 2 检测系统硬件原理图
Fig. 2 Detection system hardware schematic diagram

表 1 检测数据
Table 1 Testing data

测量序号	量 块 型 号					
	132	131	130	108	107	106
1	0.452	0.442	0.432	0.216	0.206	0.195
2	0.453	0.443	0.432	0.213	0.203	0.194
3	0.454	0.445	0.436	0.215	0.205	0.195
4	0.453	0.443	0.435	0.215	0.207	0.197
5	0.454	0.446	0.439	0.220	0.208	0.199
6	0.458	0.448	0.438	0.221	0.218	0.198
7	0.459	0.448	0.436	0.215	0.205	0.195
8	0.458	0.449	0.439	0.218	0.210	0.199
9	0.446	0.440	0.430	0.212	0.202	0.192
10	0.447	0.439	0.429	0.213	0.203	0.193

4) 处理并分析实验数据, 结果见表 2, 其中 \bar{x}_0 为 106 量块的高度值。由表 2 可知, 采用比较测量并进行数据分析, 所得结果表明, 测量范围内最大绝对误差为 3 μm , 系统满足设计要求。

表 2 检测数据分析
Table 2 Testing data analysis

分析参数	量 块 型 号					
	132	131	130	108	107	106
平均值 \bar{x}_k/mm	0.453	0.444	0.435	0.216	0.206	0.196
标准差 σ_k/mm	0.0043	0.0034	0.0036	0.0030	0.0025	0.0024
$\Delta x'_k = \bar{x}_k - \bar{x}_0/\text{mm}$	0.257	0.248	0.239	0.020	0.010	—
真实差值 $\Delta x_k/\text{mm}$	0.260	0.250	0.240	0.020	0.010	—
绝对误差/ mm	-0.002	0.001	-0.001	0	0	—
相对误差/ $\%$	0.77	0.40	0.42	0	0	—

4 结语

本文设计的金属密封垫片厚度检测系统构成简单, 成本低廉。通过采用硬件和软件滤波, 提高参考电压源的精度, 对系统温漂误差进行补偿等措施减小干扰和误差, 以提高检测系统的测量精度。目前在一些要求对片材进行快速在线检测的生产过程中, 可采用本系统对产品进行检测, 既能获得较高的测量精度, 又具有较高的性价比。

参考文献:

[1] 李朝清. 单片机原理及接口技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005.

Li Chaoqing. Single-Chip Microcomputer Principle and Interface Technology[M]. Beijing: Beijing University of Aeronautics and Astronautics Press, 2005.

- [2] 沈红卫. 基于单片机的智能系统设计与实现[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.
- Shen Hongwei. Intelligent System Design and Implementation Based on SCM[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2005.
- [3] 史恩秀, 郭俊杰, 周宏菊. 大型薄板曲面件在机测量技术的研究[J]. 仪器仪表学报, 2009, 30(9): 1795-1800.
- Shi Enxiu, Guo Junjie, Zhou Hongju. Study on On-Line Measurement Technology for Large-Scale Sheet Parts with Free-Form Surface[J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2009, 30(9): 1795-1800.
- [4] 孙向荣, 聂思敏. 基于 89C52 测温系统在测长仪上的应用[J]. 计算机工程与设计, 2008, 29(11): 2978-2980.
- Sun Xiangrong, Nie Simin. Application on Length Measurement Device of Temperature Scale System Based on 89C52 [J]. Computer Engineering and Design, 2008, 29(11): 2978-2980.
- [5] 孙传友, 孙晓武, 汉泽西, 等. 测控系统原理与设计[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002.
- Sun Chuanyou, Sun Xiaowu, Han Zexi, et al. Principle and Design of Measuring and Controlling System [M]. Beijing: Beijing University of Aeronautics and Astronautics Press, 2002.
- [6] Pallas-Areny Ramon, Webster John G. 传感器和信号调节[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- Pallas-Areny Ramon, Webster John G. Sensors and Signal Conditioning[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2003.
- [7] 费业泰. 误差理论与数据处理[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- Fei Yetai. Error Theory and Data Processing[M]. Beijing: China Machine Press, 2006.
- [8] 林砺宗. 基于薄片测头的外形几何测量及其数据还原方法[J]. 制造技术与机床, 2009(11): 84-87.
- Lin Lizong. Data Reversion for Slice-Plate Based Measurement and Its Application[J]. Manufacturing Technology & Machine Tool, 2009(11): 84-87.
- [9] 侯剑舒, 向先超. 电子探针波谱仪计算机控制系统的硬件设计[J]. 湖南工业大学学报, 2008, 22(5): 97-98.
- Hou Jianshu, Xiang Xianchao. Hardware Design of Computer Controlling System for EPWS[J]. Journal of Hunan University of Technology, 2008, 22(5): 97-98.

(责任编辑: 李玉珍)