

新型 ARM 光泽计的设计

Design of Novel Gloss Meter Based on ARM

陈 凌

(东华大学信息技术与科学学院, 上海 210620)

摘要: 为了解决目前光泽计在 85° 入射光测量结果不精确的问题, 提出了一种基于 ARM Cortex-M3 处理器的光泽计的实现方法。该设计采用高亮度的发光二极管作为光源, 通过变更入射光初始位置, 实现了光泽计在 85° 入射光的精确测量, 保证了测量精度; 同时, 以 20°、60° 和 85° 三种角度分别对被测物体进行照射, 使其适用于不同的场合。

关键词: 光泽计 光源 自动调零 非线性校正 测量标定

中图分类号: TP29

文献标志码: A

Abstract: At present, the measurement result of gloss meter is inaccurate when the angle of incident light is 85°, thus the implementation of the gloss meter based on ARM Cortex-M3 processor is proposed. In the design, by adopting high brightness LED as the light source, through changing the initial position of the incident light, precise measurement for 85° incident light can be accomplished to ensure measurement accuracy. In addition, to adapt different situation, the measured object can be illuminated respectively in three of the angles, i. e., 20°, 60° and 85°.

Keywords: Gloss meter Light source Automatic zero adjustment Nonlinear correction Measurement and calibration

0 引言

光泽度是衡量物体表面光洁程度的一项指标, 是衡量产品质量的重要依据之一。在纸张、陶瓷、大理石等建材以及金属表面、皮革制品、包装等工业领域, 企业对光泽度指标要求尤为突出。美国、德国等发达国家非常重视光泽度的测量, 投入了大量经费进行研究开发。光泽计测量镜向反射光, 它所测量的是反射光上小范围的光强度。

1 光泽度定义及光源更改

1.1 光泽度定义

根据 ISO 标准的规定, 表面物体的光泽度定义为一定标准光以某一入射光照射下物体表面的反射能力^[1]。在实际工程应用中, 经常采用折射率为 $n = 1.567$ 的黑色玻璃反射为标准, 并按式(1)确定被测物体的光泽度^[2]:

$$G'_s(\theta) = \frac{\rho_e(\theta)}{\rho_{sc}(\theta)} G_s(\theta) = \frac{\Phi_e(\theta)}{\Phi_{sc}(\theta)} G_s(\theta) \quad (1)$$

式中: θ 为光路的照明和接收的视场角; $G_s(\theta)$ 为标准板的理论光泽度值; $G'_s(\theta)$ 为被测样品的理论光泽度值; $\rho_e(\theta)$ 为被测样品在 θ 角方向的镜面反射比; $\rho_{sc}(\theta)$ 为标准板在 θ 角方向的镜面反射比; $\Phi_e(\theta)$ 为被

测样品在 θ 角方向的反射光通量; $\Phi_{sc}(\theta)$ 为标准板在 θ 角方向的反射光通量。

传统的光泽度测量原理如图 1 所示。三个发光二极管分别在不同时刻从三个角度产生光源, 光电池接收反射过来的光信号并产生电压。

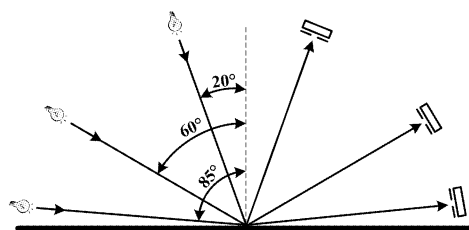


图 1 光泽度测量原理

Fig. 1 Measuring mechanism of glossiness

1.2 光源路线的修改

现有的三角度光泽计产品在入射角为 85° 时, 存在发光二极管无法准确安装的缺陷。因此, 对入射角为 85° 的光源路线进行修改, 修改原理图如图 2 所示。

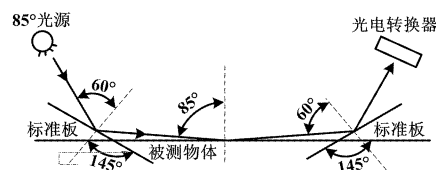


图 2 光源修改原理图

Fig. 2 Principle of revision of light source

修改稿收到日期: 2010-07-22。

作者陈凌, 男, 1984 年生, 现为东华大学信息工程与技术学院控制理论与控制工程专业在读硕士研究生; 主要从事嵌入式软件开发的研究。

2 光泽计测量原理

2.1 硬件方面设计

综合考虑,光泽计硬件结构框图如图 3 所示。

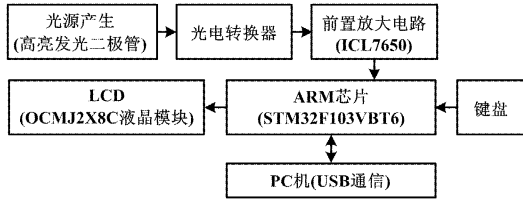


图 3 光泽计硬件结构框图

Fig. 3 Hardware structure of the gloss meter

光泽计硬件方面的设计主要包括光源、光电池、DC-DC 和 ARM 处理芯片^[3]。其中,光源采用高亮的发光二极管;光电池能够直接将光转换为直流电压信号;DC-DC 采用 DC-DC 芯片进行 1.5 ~ 5 V 的升压,本文选用 NCP1402 芯片,该芯片可用 0.8 V 的电池电压启动,且只需要三个外部部件就可实现简单高效的转换功能;ARM 处理芯片选用 ST 公司研发生产的基于 Cortex-M3 系列的 STM32F103VBT6 芯片。

Cortex-M3 为 32 位核处理器,采用 V7 指令集,其速度约为 ARM 的 71.3 倍,功耗为 ARM7 的 1/4,并且能实现更小的芯片面积,有利于将更多功能整合在更小的芯片尺寸中;结合了多种突破性技术,仅 33000 门的内核性能可达 1.2 DMIPS/MHz;采用 Tail-Chaining 中断技术,完全基于硬件进行中断处理,最多可减少 12 个时钟周期数,在实际应用中可减少 70% 的中断。STM32F103VBT6 集成了 A/D 和 USB,使 A/D 采样以及上位机通信时都不需要外接其他芯片^[4]。同时,STM32F103VBT6 属于工业级 ARM 芯片,具有功耗低、价格便宜等优点。

对于滤波方面的考量,我们采用软件滤波的方式,以减少元器件数量,从而降低功耗。

2.2 软件方面设计

2.2.1 A/D 功能实现

软件部分采用结构化程序设计,主要包括系统主程序、初始化子程序、A/D 采集子程序、读写及显示子程序、报警子程序和中断服务程序等。程序采用 Keil C 语言编写,主要完成对 STM32F103VBT6 的读写操作,实现数据的实时采集,以获取最终电压并送至 ARM 内存。

2.2.2 测量精度的提高

自动调零主要是消除暗电流和零点漂移。暗电流指光电池在没有光照的情况下仍然存在的输出电流,

其大小一般为 $10^{-9} \sim 10^{-8} \text{ A}$ ^[5]。零点漂移指输入信号为零时,由于电源电压的波动或环境温度的变化使放大器静态工作点发生偏移,导致在放大器的输出端出现一个变化不定的输出电压,该电压为零漂电压。暗电流和零点漂移将影响系统的测试精度。

智能化光泽计采用软件编程的方法消除暗电流和零漂,即所谓的自动校零技术。自动校零技术的思想主要基于两点:一是动态检零,另一个是动态校零^[6]。动态检零就是将零漂电压 D_{01} 检测出来,动态校零就是将检测到的零漂电压去除掉。当光电转换器输出的光电流信号加到运放输入端时,检测这时的运放输出电压,把输出电压经 A/D 转换得到的信号测量值 D_{02} 减去已获得的零漂测量值 D_{01} ,就可获得真实的信号测量值 D 。

本文采用软件编程的方法实现自动校零技术。自动校零的软件编程过程如图 4 所示。



图 4 自动校零过程

Fig. 4 Procedure of auto zero adjustment

2.2.3 非线性校正

在该测量系统中,系统的非线性主要由光电池和 A/D 转换器等造成。设计中采用查表和插值计算相结合的软件编程方法对系统的非线性进行修正。

查表法的主要任务是建立校准表格^[7]。具体做法是通过实验测量得到 $U-\Phi$ 特性曲线,然后按照 A/D 转换器的位数以及相应的电压值范围,将电压由低到高分成各个等份 U_1, U_2, \dots, U_n , 并得到对应的 A/D 变换数字量 D_1, D_2, \dots, D_n 。接着分别从 $U-\Phi$ 特性曲线中查出各电压 U_1, U_2, \dots, U_n 所对应的光通量值 $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n$ 。将 D_n 值作为存储器的地址,把查出的各电压所对应的光通量值作为地址内容存入其中,这样就建立了一张校准表格,并将其固化在 EPROM 中。在实际测量过程中,当系统从 A/D 转换器测得一个 D_n , 就

令单片机去访问校准表格中的地址 D_n , 读出其内容 Φ_n , 则此 Φ_n 即为经修正过的被测量值。

综合考虑电压范围、列表点和测量次数等因素, 我们将每两个校准点对应的电压的间隔定为 20 mV, 电压从 0 ~ 2 V 分成 100 等份, 找到这 100 个电压值对应的数字量, 就可建立一张占用 100 个内存单元的非线性校正表。对于介于两个表地址 D_n 和 D_{n+1} 之间的数字量, 则按线性插值算法获得对应的光通量 Φ_n 。插值计算公式如下:

$$\Phi = \Phi_n + \frac{\Phi_{n+1} - \Phi_n}{D_{n+1} - D_n}(D - D_n) \quad (2)$$

通过查表或线性插值计算可得到被测样品和标准板的光通量 $\Phi_s(\theta)$ 和 $\Phi_{sc}(\theta)$ 。

$G_s(\theta)$ 为标准板的光泽度定标值, 为已知量, 则由式(1)可求得经非线性校正的被测样品的光泽度值。

3 仪器的使用方法及其校正

3.1 测量标定

每次测试之前必须校标, 将光泽计放在黑色标准板上, 按下“电源开关”键, 液晶屏显示为 0.0, 且显示校标, 表示仪器进入校标工作状态。按下“测试”键计算机便进行自动校准, 校标结果即 20°、60°、85°的光泽度值应该等于或近似等于黑色标准板的出厂值。

将标定后的光泽计平稳地放在白色标准板上, 液晶屏显示测试工作状态。按“测试”键, 此时, 液晶屏显示的 20°、60°、85°光泽度值与白色标准板出厂标定值之差小于 $\pm 1.5^\circ$, 说明标定与校对后的仪器可以进行测试了, 此时不能关电源, 否则必须重新进行标定。

(上接第 65 页)

6 结束语

本文介绍的多点测温设计编程与实现方法已较好地应用于火灾报警系统中。编制简洁正确的多点测温程序、实现多个 I/O 口多个传感器共用一段程序完成温度采集虽然具有一定难度, 但是具有非常广阔的应用前景; 另外, 由于总线分布电容会使信号波形产生畸变, 因此, 在温度传感器远距离实现分散测温时, 要充分考虑总线分布电容和阻抗匹配问题。本文介绍的方法较好地解决了基于较少硬件电路实现多点温度采集和长线传输等问题, 并经过实际验证, 效果良好。

3.2 测量方法

将仪器放在被测样品上, 按“测试”键, 则液晶屏显示的读数为该样品在不同角度下的光泽度值(被测样品必须为平面制品)。按下“测试”键时不能移动仪器。对被测样品的同一点, 可以按一次“测试”键, 也可以按多次“测试”键, 测试时计算机具有取平均值的功能, 显示的光泽度值是多次测量的平均值。

4 结束语

本光泽计采用基于 ARM Cortex-M3 内核的 STM32-F103VBT6 微处理器, 具有功耗低、价格低等优点。同时, 在滤波方面, 采用软件滤波方式, 减少了系统的总功耗。对 85°入射光的实现方式进行了更改, 成功地解决了当前光泽计在 85°入射光下测量结果不准确的问题。

参考文献

- [1] 王永青, 万真真, 孙荣霞. 具有抗杂散光干扰功能的光电光泽度计[J]. 电子测量与仪器学报, 2004, 18(2): 51-55.
- [2] 肖韶荣, 罗庆芳, 李剑白. 光纤光泽度传感器[J]. 光学精密工程, 1997(3): 45-48.
- [3] 童诗白, 华成英. 模拟电子技术基础[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 356-430.
- [4] 朱丽, 陈钟荣, 张秀再. 基于 VC 的 USB 接口通信程序设计[J]. 电子工程师, 2008, 34(3): 57-60.
- [5] 胡士凌, 孔得人. 光电子线路[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 1996.
- [6] 武文远, 徐立业. 光谱反射率智能化测量系统的研究[J]. 量子电子学报, 1998, 15(3): 315-320.
- [7] 吴晓红, 武文远, 范良凯. 光泽度智能化测量系统的研究[J]. 解放军理工大学学报: 自然科学版, 2001(6): 46-48.

参考文献

- [1] 张阳, 张辉. 基于模糊神经网络的智能型火灾报警系统[J]. 电子质量, 2004(4): 4-5.
- [2] 蒋小洛, 王治祥. 基于 VB 的智能火灾报警系统设计[J]. 武汉理工大学学报: 社会科学版, 2003, 25(10): 93-95.
- [3] 孙迎远, 郭国选, 张婷. 控制仪表在我国测控领域中的应用及展望[J]. 内江科技, 2008(1): 41-43.
- [4] 吴铮, 周剑利. 智能测温仪表的研究与实现[J]. 仪器仪表与分析监测, 200(3): 30-31.
- [5] 周燕玲, 王羨欠. 工业控制中通用型智能仪表系统设计[J]. 微计算机信息, 2008, 24(11-1): 148-149.
- [6] 姚帆, 王振臣, 张少兵, 等. 基于 ARM9 和 DS18B20 的汽车空调系统设计[J]. 仪表技术与传感器, 2010(1): 62-63.
- [7] 沙占友. 智能化集成温度传感器原理与应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002: 45-55.