

# 光纤光泽度传感器\*

肖韶荣 罗庆芳

(南昌大学物理系, 南昌 330047)

李剑白

(江西省科学院, 南昌 330029)

**摘要** 介绍了一种光纤光泽度传感器, 传感器测量探头体积小, 使用方便, 由它构成的光泽度测量系统, 具有较强的抗干扰能力, 可用于纸张、布匹等产品的光泽度在线检测。

**关键词:** 光泽度; 光纤传感器

## 1 引言

光泽度是陶瓷、建材、造纸、纺织、化工等工业产品的一项重要外观指标。常用的测量仪器是光电型镜面反射式。由于结构的限制, 这类仪器均须在避光的环境中使用, 探头体积大, 取样困难, 且对多种产品需作破坏性取样。因此, 使用过程中存在许多不便。作者对光纤束用于陶瓷光泽度的测量进行了探究, 得到一些有益结果<sup>[1]</sup>。在此基础上, 研制了一种适合 ISO 标准的光纤光泽度传感器。本文将介绍有关结果。

## 2 测量原理

按照 ISO 标准的规定<sup>[2]</sup>, 物体表面的光泽度定义为一定的标准光源照射下, 某一入射角的镜面反射能力的大小。实际测量中, 是以折射率为  $n = 1.567$  的黑色玻璃的镜面反射光量为标准, 按下式确定被测物体表面的光泽度:

$$G_m(\theta) = \frac{\Phi_m(\theta)}{\Phi_s(\theta)} G_s(\theta) \quad (1)$$

其中,  $\Phi(\theta)$  为入射角  $\theta$  下, 标准黑色玻璃的镜面反射光通量,  $\Phi_m(\theta)$  为同一入射条件下,

收稿日期: 1997年2月17日

\* 南昌大学校科研基金项目。

被测物体表面的反射光通量,  $G_s(\theta)$  是标准板的光泽度值。在本文中, 以纸张的光泽度测量为例, 按 ISO 标准, 取入射光束的入射角为  $75^\circ$ ; 在镜面反射方向接收反射光。

### 3 传感器结构

图1是纸张光泽度测量的光纤传感器结构。光源发出的光由光纤束 A 传送, 投射到准直透镜 L, 形成平行光束, 再经反射镜  $M_1$  反射, 以  $75^\circ$  的入射角投射到被测表面, 投射光束被此表面漫反射, 镜向反射光束经  $M_2$  反射, 部分进入接收光纤束 B, 由 B 传送到光电探测器, 探头的直径为 25 mm, 取样孔径为 6.0 mm。

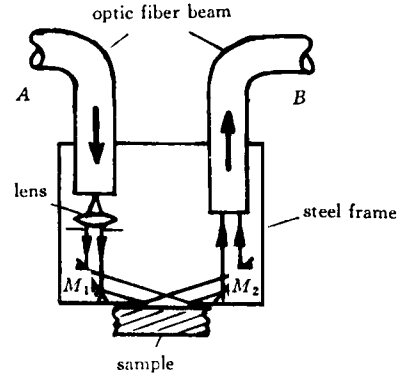


Fig. 1 Schematic of glossness sensor with optical fiber

### 4 测量装置及方法

图2是利用光纤传感器测量纸张光泽度的装置。

为了消除环境光变化对测量精度的影响, 用斩波器将测量光束调制成 1 kHz 的光脉冲。光脉冲幅度的大小受被测表面的光反射能力的调制。光探测器将光纤束 B 输出的光脉冲转变为脉冲电信号, 经前置放大、滤波后, 再将脉冲电信号转变为直流信号, 用数字电压表显示该直流信号的大小。

根据测量装置中光束传输的路径, 可将显示的数字值  $I$  表示为:

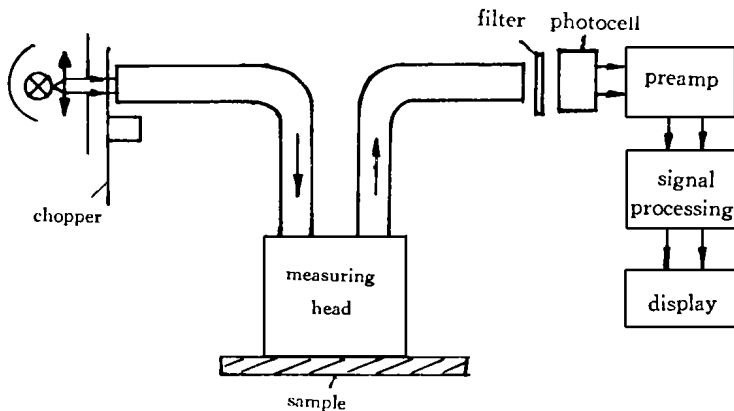


Fig. 2 Unit of measuring glossness of paper using optical fiber sensor

$$I = K_e K_o \rho(\lambda, \theta) S(\lambda) i_o(\lambda, \theta) d\lambda \quad (2)$$

$K_e$  为电路信号放大系数,  $K_o$  为光纤束 B 的光强接收系数,  $i_o(\lambda, \theta)$  是入射光谱强度,  $I_o = \int i_o(\lambda, \theta) d\lambda$  为投射光束的光强。  $\rho(\lambda, \theta)$  是待测物体表面的光谱反射率,  $S(\lambda)$  为光电探测器的光谱灵

敏度,对  $S(\lambda)$  进行适当的修正,使之近似于人眼的光谱视觉函数  $V(\lambda)$ 。因此,式(2)可近似改写为:

$$I = K_0 K_1 \rho(\lambda, \theta) i_0(\lambda, \theta) V(\lambda) d\lambda = K_0 K_1 \Phi_n(\theta) \quad (3)$$

此处,  $\Phi_n(\theta) = \rho(\lambda, \theta) i_0(\lambda, \theta) V(\lambda) d\lambda$ , 为入射光  $I_0(\theta)$  经待测物体表面反射后, 镜面反射方向的光通量, 若被标准物体表面反射的光通量为  $\Phi(\theta)$ , 对应的读数值为  $I$ , 则有

$$I/I = \Phi_n(\theta) / \Phi(\theta) \quad (4)$$

由此得:

$$G_m(75^\circ) = \frac{I}{I} G_s(75^\circ) \quad (5)$$

按式(5)只要将标准物的读数校至  $G_s(75^\circ)$ , 则传感器探头置于待测物体表面时, 得到的读数值为该物体表面的光泽度。本文中, 标准工作板  $G_s(75^\circ)$  为93.6。

在该装置中, 使用的光源为白炽灯泡, 工作电压为直流6.3 V。用此装置测得一种普通复印纸的光泽度为1.3。

## 5 对测量的影响

系统测量误差主要来自以下诸方面。

### 5.1 光纤束的光谱传输特性

主要需考虑光纤束的光谱损耗特性, 表现在两个方面, 一是对不同波长的入射光, 光纤的数值孔径不同; 二是对不同波长的入射光, 光纤的透过率不同。在此传感器中, 由于在结构上采取了措施, 使得投射到各光纤束端面的光束近似为平行光束。因此, 不存在光纤数值孔径限制的影响。所用的光纤由火石玻璃制成, 在可见光波段其透过率较为均匀, 加之传输距离很短, 故透过率随波长变化不明显。

### 5.2 光谱灵敏度的校正不当

若光电探测器的光谱灵敏度  $S(\lambda)$  与  $V(\lambda)$  相差较大, 则式(3)不能成立, 用式(5)得到的  $G_m$  不能代表光泽度的真实大小。合理地选择滤光片可将此项误差减至最小。

### 5.3 探测器的输出特性及电路传输的非线性

在此实验中, 探测器为蓝硅光电池(T<sub>1133</sub>)。在一定的负载下, 光电池的输出在一定的光强变化范围内随光强呈线性关系。在测试中, 已将入射光强限制在光电池输出特性的线性区。在电路中, 前置放大器的放大系数取得较小, 保证在较强的镜向反射情况下, 信号处理电路处于良好的状态。

### 5.4 反射镜 $M_1$ 和 $M_2$ 的角度

对不同的产品, 表面光泽度的测量条件不同。为保证测试条件, 应根据不同产品的测试标准规定确定  $M_1$  和  $M_2$  角度的装配精度。

### 5.5 光源发光强度的变化

为减少光源发光强度的变化, 对驱动电源采取了稳压措施, 光强变化很小。

## 6 结 论

利用光纤束研制的光泽度传感器, 测量探头体积小, 取样方便, 无须破坏产品。由它构成

的测量系统消除了环境光的干扰,可用于生产现场的测量,为某些产品的光泽度在线检测奠定了基础。

感谢国家日用陶瓷质量监督检测中心张建平、占叶花等同志的支持。

#### 参 考 文 献

- [ 1] 肖韶荣等. 中国陶瓷, 1996, 32(3): 16
- [ 2] ISO/TC6/SCZN801

## Glossness Sensor with Optic Fiber

Xiao Shaorong, Luo Qingfang

(*Department of Physics, Nanchang University, Nanchang 330047*)

Li Jianbai

(*Jiangxi Province Academy of Science, Nanchang 330029*)

### Abstract

In the paper, a glossness sensor with optic fiber is presented. The detector head of the sensor is small in value, is easy for use. The measurement system made of the sensor is capable of resisting the surrounding disturbance. It is may be used to measure glossness of product such as paper and cloth on line.

**Key words:** Glossness, Optic fiber sensor

肖韶荣 男, 1958年12月出生。1982年1月毕业于山东大学激光专业, 1993年长春光学精密机械学院研究生毕业。曾任轻工业部陶瓷工业科学研究所仪器仪表工程、检测室副主任。现在南昌大学物理系任教。主要工作兴趣为光电子学及其应用。在国内核心刊物发表文章十余篇。