

# TCS230 传感器在彩色反射密度测量中的应用

裴靖妮

(运城学院, 运城 044000)

**摘要:** 介绍了 TCS230 颜色传感器的特性, 结合印刷密度测量的特点, 给出了 TCS230 传感器在彩色反射密度计设计中的使用方法及电路。实验证明, 该电路能较好地满足测量需要, 实现了彩色反射密度的测量, 且在稳定性和精度上达到了设计要求, 为 TCS230 颜色传感器的使用提供了应用实例。

**关键词:** TCS230 颜色传感器; 密度测量; 密度计

**中图分类号:** TS805.3; TS807 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)21-0079-03

## Application of TCS230 Color Sensor in Color Reflection Density Measurement

PEI Jing-ni

(Yuncheng University, Yuncheng 044000, China)

**Abstract:** The characteristics of TCS230 color sensor were introduced. The usage and circuit of TCS230 sensor in color reflection densitometer design was given according to the characteristic of printing and density measurement. The experiment result showed that the circuit can better meet the needs of density measurement, color reflection density measurement is realized, and the stability and accuracy meets its design requirements. The purpose was to provide reference for TCS230 color sensor application.

**Key words:** TCS230 color sensor; density measurement; densitometer

随着印刷产业不断发展与壮大, 各个厂商之间竞争日趋激烈, 产品质量成为其竞争的重要手段。为了更好地控制印品质量, 各种在线质量控制软件、测量仪器相应而生。密度检测和色度检测法是目前包装印刷行业中用于印刷品质量检测的主要方法<sup>[1]</sup>, 密度测量相对简单, 且通过对密度的检测和控制能够实现改善印品质量的目的, 因此, 密度计便成为印刷品质量检测应用最广泛的仪器<sup>[2]</sup>。常用的密度计主要有透射密度计与反射密度计, 笔者通过对 TCS230 颜色传感器性能与原理的分析, 介绍了其在彩色反射密度测量中的应用。

### 1 TCS230 颜色传感器及其特性

目前, 常用的颜色传感器大体可分为 2 类, 这 2 类传感器均属于光电式的, 分别为: 色标传感器、RGB 颜色传感器, TCS230 颜色传感器属于第 2 类。

TCS230 是 TAOS 公司推出的一款带数字兼容

接口的 RGB 彩色光/频率转换器, 不仅能够实现颜色的识别与检测, 同时还具有更多新特性。

TCS230 最大的特点是输出信号为数字量, 这是因为其内部是由集成的可配置硅光电二极管阵列和电流/频率转换器组成, 结构见图 1, 因此输出信号为

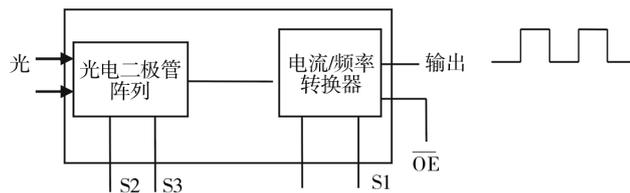


图 1 TCS230 的工作结构

Fig. 1 TCS230 functional block diagram

频率不同占空比相同的方波(占空比为 50%), 同时, 方波频率与光强度成线性关系; 而且 2~500 kHz 是其典型输出频率范围, 在使用时, 可通过控制 2 个可编程引脚的高低电平组合来选择输出比例因子; 此外, 由于其具有数字兼容接口, 因此其输入输出引脚

可直接与微处理器或其他逻辑电路连接,而且通过输出使能端 OE,将输出置于高阻状态可使多个器件共享一条微处理器输入线<sup>[3-4]</sup>,TCS230 的管脚见图 2。

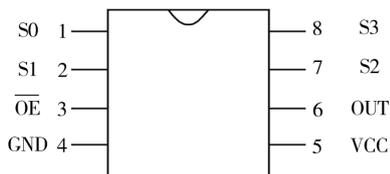


图 2 TCS230 的引脚

Fig. 2 TCS230 pin distribution

工作原理为:入射光投射到传感器上,利用 S2, S3 两个光电二极管控制引脚高低电平的不同组合,对滤波器进行选择,见表 1,从二极管输出的电流通

表 1 滤波器类型的选择

Tab. 1 Filter type selection

S2	S3	滤波器类型
L	L	红色
L	H	蓝色
H	L	无
H	H	绿色

过频率转换器后可转化成不同频率的方波输出,并且不同的颜色及不同的光强会对应不同频率的方波;另外,利用 S0, S1 输出定标控制引脚的不同组合,可以对不同的输出比例因子进行选择,见表 2,对输出频率

表 2 输出频率分频比例选择

Tab. 2 Output frequency division ratio selection

S0	S1	输出频率分频比例
L	L	掉电
L	H	2%
H	L	20%
H	H	100%

范围进行调整,以适应不同的需求<sup>[5]</sup>。

## 2 反射密度测量原理

利用密度计对印刷油墨在印刷过程中转移到承印物上的状况进行测量的方法就是密度测量法<sup>[6]</sup>。实际上,密度测量并不是对密度值直接进行测量,对于反射密度,是根据反射率计算出来的,其密度测量的基本原理就是测量物体的反射率,并通过一定的逻辑运算得到密度值<sup>[6]</sup>,其计算式<sup>[7]</sup>:

$$D = \lg(1/\beta) \quad (1)$$

式中: $D$  代表反射密度; $\beta$  代表反射率。 $\beta$  可通过式(2)计算得到。

$$\beta = \phi_f / \phi_0 \quad (2)$$

式中: $\phi_f$  代表反射光通量; $\phi_0$  代表入射光通量。故在测量时,实际上是在测量光通量。

## 3 TCS230 在彩色反射密度测量中的应用

要得到反射密度就需要对光通量进行测量,但在实际生产中,光通量是无法进行计量的,通常需将其转化成电流或电压量后再进行测量与计算,因此,密度计的检测原理就是:由光源发出的复合光通过分光元件和能量探测,将待测颜色信息转换为相应的电压(或电流)信号并进行处理和显示。

在传统的密度计中,一般采用光电传感器将光强(即光通量)转化成电流或电压量后,再通过逻辑运算得到密度值。当进行彩色密度测量时,必须在仪器中加入红、绿、蓝 3 种滤色片对复合色光进行分色后再进行测量。

一般情况下,光电传感器输出的信号十分微弱,实现直接对电流或电压量进行测量的难度很大,通常需要对信号进行放大;另外,测量出的电流与电压量均为模拟信号,不能直接与微处理器相连接,需要进行 A/D,因此,传统密度计在电路设计上会比较复杂,而如果将 TCS230 颜色传感器应用到密度计的设计中就可以很好地避免这些麻烦。

通过对 TCS230 性能的介绍可以知道,它具有数字兼容接口,可以直接与微处理相连接,不需要在电路设计中再加入 A/D 转换的部分;另外,其输出量均为占空比为 50% 的方波,因此可省去对信号进行放大的部分;并且它内部分别带有红色,蓝色,绿色滤波器,因此,采用这种传感器对复合色光进行测量时无需再加入彩色滤光片,可简化密度计的光学结构。

由于 TCS230 传感器的输出信号频率  $f$  与输入光强  $\phi$  成线性关系,表示为:

$$\phi = kf \quad (3)$$

式中: $k(k < 0)$  为比例系数。根据式(2)可知  $\beta = \phi_f / \phi_0$ ,结合式(2)与(3)可以将反射率  $\beta$  表示为:

$$\beta = kf_f / (kf_0) = f_f / f_0 \quad (4)$$

式中: $f_f$  为反射光通过 TCS230 颜色传感器后输出的方波频率; $f_0$  为入射光通过 TCS230 颜色传感

器后输出的方波频率。

将式(4)代入式(1)中,则反射密度可以表示为:

$$D = \lg(1/\beta) = \lg(f_0/f_f) \quad (5)$$

通过式(5)可以看出,只要测量出反射光和入射光通过传感器后输出的方波频率就可得到所需的密度值。

在实验过程中,首先,利用光源发出一束复合色光,照射到印品上;然后,对 TCS230 输出的信号进行采集;接着,对采集回来的信号进行处理,得到信号的频率,在本次设计中,利用 AT89S52 自身的 2 个计数器测量输出信号的频率;最后,将测得的频率进行计算并将结果在 LCD 屏幕中显示出来或上传到上位机中。频率测量系统的电路见图 3。

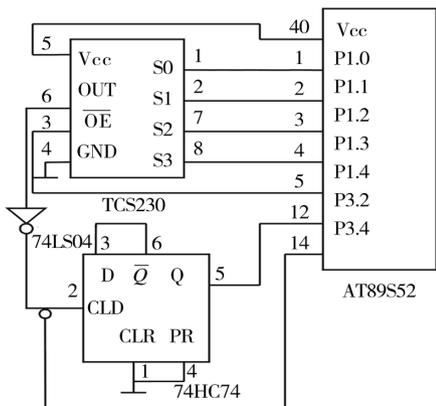


图 3 频率测量系统电路

Fig. 3 Frequency measurement system circuit diagram

软件的流程见图 4。在程序设计中,系统初始化负责设置 AT89S52 定时器/计数器的工作方式、使能输出引脚以及通信参数,选择 TCS230 的输出比例因子。初始化完成后通过设置控制引脚的高低电平来

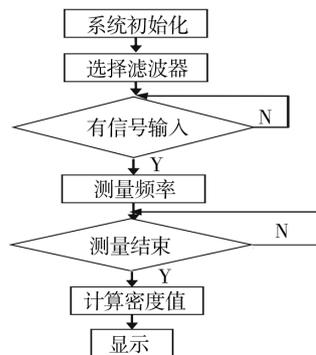


图 4 软件流程

Fig. 4 Software flow

选择滤波器,然后进行信号采集,采集到信号后进行频率的测量,在实验中采用组合法进行频率测量,即当被测信号频率较高时采用直接测频,而当被测信号频率较低时采用先测周期,然后换算成频率的方法<sup>[8]</sup>。直接测量是通过一定时间内通过的方波的个数计算出频率值,在实验中采用 AT89S52 自带的  $T_1$  定时,  $T_0$  计数;周期测量是通过一个二分频来实现的,通过分频器后原信号的频率变为原来的一半,但周期就变为原来的一倍,故分频后输出信号的高电平时间就与原信号的周期时间相等,故只需记录下信号高电平时间,再利用周期与频率的逻辑关系便得出频率值,在实验中,通过 D 触发器 74HC74 实现分频,将得到的频率根据一定的计算便可得到密度值,并在 LCD 液晶屏上进行显示。

在本研究中分别采用设计的 TCS230 检测系统与市场上销售的 Macbeth TR524 密度计对彩色印刷品进行测量,在此以不同网点面积率的青色块的测量结果为例,见表 3,验证 TCS230 检测系统的检测效果。

表 3 不同网点面积率青色块的密度值

Tab.3 Blue blocks density in different dot area

网点面积率/%	R					G					B				
	TCS230				TR524	TCS230				TR524	TCS230				TR524
100	1.40	1.45	1.43	1.41	1.38	0.44	0.40	0.43	0.41	0.44	0.18	0.16	0.19	0.20	0.16
95	1.32	1.30	1.38	1.34	1.32	0.43	0.41	0.42	0.42	0.42	0.17	0.16	0.16	0.18	0.16
90	1.20	1.19	1.18	1.17	1.16	0.39	0.40	0.38	0.39	0.40	0.15	0.16	0.16	0.17	0.15
70	0.93	0.96	0.88	0.94	0.88	0.32	0.31	0.33	0.32	0.32	0.12	0.12	0.13	0.14	0.12
50	0.61	0.59	0.61	0.62	0.59	0.27	0.26	0.28	0.29	0.29	0.09	0.08	0.07	0.09	0.09
30	0.30	0.34	0.32	0.31	0.30	0.17	0.19	0.20	0.19	0.19	0.05	0.04	0.05	0.04	0.05
10	0.15	0.11	0.13	0.13	0.13	0.09	0.08	0.10	0.09	0.08	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02
5	0.07	0.05	0.06	0.06	0.07	0.05	0.04	0.05	0.04	0.05	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01

由于在实验时所使用的彩色印刷品并不是标准样张,故对测量数据的精确度有一定的影响,但从整

体的角度来分析测量数据,可以看出,TCS230 检测系

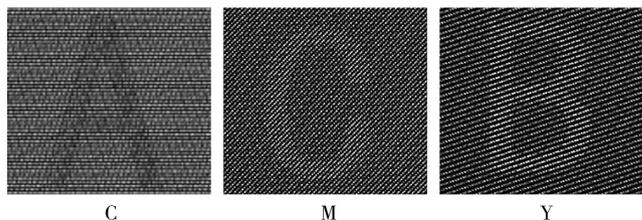


图8 CMY 3个版防伪效果

Fig. 8 The anti-counterfeiting effects of CMY plates

栅对其防伪效果进行验证,光栅在 $0^\circ$ 、 $45^\circ$ 和 $14.04^\circ$ 可以分别检测到隐藏在C色版、M色版和Y色版里的信息,而在其它角度不能看到隐藏的信息,并且用错误的光栅在这3个角度也是看不到隐藏信息的,从而可以验证本实验可以得到较好的光栅防伪效果。

### 3 结论

主要对调幅加网技术在光栅防伪中的应用进行了研究,实验选择基于最小阈值矩阵的调幅加网方法为研究对象,根据光栅防伪技术对网点的要求对阈值矩阵进行适当的改进。并根据实际的实验情况选择在CMY 3个色版中加入防伪信息,最后实现了在CMY 3个色版中同时加入防伪信息的防伪效果,光栅可以在3个不同的角度看到隐藏在半色调图像中的不同的防伪信息。通过本研究,实现了调幅加网技术在光栅防伪技术中的较好应用,从而可以为以后的进一步研究提供一定的理论依据;并且该防伪方法有

(上接第81页)

统对不同网点面积率的网点具有一定的识别能力,虽然在多次测量时具有一定的波动仍需改进,但其测量数据与市场上销售的密度计基本相符,表明该检测系统可以实现对彩色印刷品反射率的测量。

### 4 结语

研究了TCS230传感器在彩色反射密度测量中的应用。经实验验证,利用该传感器设计的仪器,实现了彩色反射密度的测量,且在稳定性和精度上基本达到了设计要求;而且TCS230对测量光强,具有响应快、重复性和稳定性好等特点,对计算机彩色监视器校正、过程控制以及颜料、纺织品配色等也适用,希望可以为以上类似的检测提供一定的帮助。

较好的防伪效果,可以在多个角度隐藏防伪信息,具有一定的实际应用价值,但由于实验条件所限,还不能实现同时在CMYK 4个色版中隐藏防伪信息,这个需要以后对其进行下一步的研究。

### 参考文献:

- [1] 龚晔,张逸新,王凯. 微结构加网防伪应用[J]. 包装工程, 2008,29(3):62-68.
- [2] 任乐义,刘真,问双双,等. 随机矩阵抖动加网在光栅防伪技术中的应用[J]. 包装工程,2011,32(13):89-92.
- [3] 黄灵阁,段华伟. 数字加网新技术的研究进展[J]. 包装工程,2004,25(5):24-26.
- [4] 邝敏威,陈新. 调频加网技术分析和研究[J]. 包装工程, 2002,23(5):12-14.
- [5] 张靖. 数字半色调技术研究[D]. 西安:西安电子科技大学,2008.
- [6] 李飞,唐正宁. 数字加网技术[J]. 包装工程,2005,26(5):47-52.
- [7] 王成林,唐正宁,高松,等. 基于Am/Fm半色调的混合加网算法研究[J]. 包装工程,2008,29(3):15-17.
- [8] KANG H R. Digital Color Half Toning [C]//SPIE/IEEE Series on Imaging Science & Engineering. New York: IEEE Press,1999:114-117.
- [9] 徐锦林,陈素明. 调幅加网阈值矩阵设计方法与加网原理[J]. 中国印刷与包装研究,2009,3(1):38-42.
- [10] 周奕华,卢健. 数字加网图像质量评价方法的研究[J]. 包装工程,2006,27(5):116-117.
- [11] 赵小梅,陈骏骢. 数字加网图像的质量评价研究[J]. 包装工程,2009,30(1):93-95.

### 参考文献:

- [1] 李永梅. 胶版印刷品密度与色度检测关系的研究[J]. 包装工程,2007,28(1):70-88.
- [2] 刘武辉. 包装印刷中的密度研究[J]. 包装工程,2008,29(6):48-51.
- [3] 丁茹,李刚. 可编程彩色光/频转换器TCS230及其应用[J]. 国外电子元器件,2005(1):59-62.
- [4] 胡建民. 颜色传感器TCS230及颜色识别电路[J]. 单片机嵌入式系统应用,2006(4):40-53.
- [5] 张松灿,肖本贤. 高分辨率颜色传感器TCS230的原理和应用[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2005(3):44-46.
- [6] 孙邦勇,李延雷. 印品质量控制中的密度和色度测量技术[J]. 包装工程,2008,29(4):48-50.
- [7] 刘世昌. 印刷品质量检测与控制[M]. 北京:印刷工业出版社,2005.
- [8] 刘海成. 单片机及应用系统设计原理与实践[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2009.