

印刷行业中色彩测量仪器的比较

■ 杨萍

(武汉大学印刷与包装系, 湖北 武汉 430072)

摘要 印刷品的色彩测量有两大体系——密度测量和色度测量,本文在解析密度计、色度计和分光光度计原理的基础上,分析了测量仪器的特性——响应波段、读数孔径等对测量结果的影响,并对三种测量仪的应用范围作出了测评。

关键词 色彩测量;密度测量;色度测量

Abstract There are two main techniques in color measurement system. That is densitometric techniques and colorimetric measurements. This article explains the principle of densitometer, colorimeter and spectrophotometer, and analyses the influence of different characteristics. Finally it gives a brief comparison on applications of the three kinds of color measuring instruments.

Key words color measurement; densitometric techniques; colorimetric measurements

在印刷中,测量印刷图像是为了改进原稿、样张和产品之间的细微差距,或者在整个印刷过程中保证印品的一致性。只有通过测量,才能实现印刷质量自动控制的可能。印刷品的色彩测量有两大体系——密度测量和色度测量,目前这两种方式都在使用。密度测量技术是建立在对墨层的吸收特性测量的基础上;色度测量是建立在人眼感受相同的测量技术基础上。目前常用的色彩测量仪器有密度计、色度计和分光光度计。

1 各类测量仪器的原理比较

1.1 密度计原理

密度计比较样品表面反射的光(或透射的光)的强度与入射的光强度,然后通过公式计算出密度值。密度计分为透射密度计和反射密度计两种。反射密度计测量反射光与入射光的比例读出光学反射率,从而可以计算出主要的印刷属性,如密度、反差、网点增大等。透射密度计测量透射光与入射光的比例,从而计算出胶片的密度,网点等属性。

密度计由照明系统、采集光和测量系统和信号处理系统三部分组成。照明系统包含光源和照明光路,要求照明光源为标准 A 照明体。采集光和测量系

统由光接收器、光路和分光滤色片组成。信号处理系统接收到光通量的电子信号,进行计算并显示。

1.2 色度计的原理

色度计也被称为色彩三刺激值测量仪,色度计是建立在色度学基础上。通过适合于人眼视觉感受的三种特殊光学滤色片(三刺激值滤色片)进行测量的,这些光学滤色片应与标准色彩匹配函数的光谱级数适配。

光源发出的光在被颜色样品作用后通过一组三刺激值滤色片,然后照射到光电接收器上直接反映出样品三刺激值的模拟量。是否能准确反映出颜色样品的实际三刺激制取决于仪器内的光源、滤色片组、光电接收器三者综合的模拟效应。

测量观察条件和 CIE 标准照明体均只能在仪器制造时就单一地固定下来后,去模拟该测量条件下的三刺激制,因此是不能改变的,即仅在规定条件下(照明体、观察视场,通常是 D50,2°视场),测量得到的色彩值才有效。色度计直接读取 XYZ,测量结果可用于以 XYZ 为基础的色度计算,如色差、白度等。

1.3 分光光度计的原理

CIE 标准色度系统是客观测量物

体色的基础,三刺激值的计算公式为:

$$X=K \int s(\lambda) r(\lambda) \bar{x}(\lambda) d(\lambda)$$

$$Y=K \int s(\lambda) r(\lambda) \bar{y}(\lambda) d(\lambda)$$

$$Z=K \int s(\lambda) r(\lambda) \bar{z}(\lambda) d(\lambda)$$

$$\text{式中, } K = \frac{100}{\int s(\lambda) r(\lambda) y(\lambda) d\lambda}, s(\lambda)$$

为光源光谱功率分布; $r(\lambda)$ 为物体的反射率; \bar{X} 、 \bar{Y} 、 \bar{Z} 为标准观察者光谱三刺激值。在分光光度法测量中,利用分光光度计的分光部分测得出样品在每个波长下的 $r(\lambda)$,然后利用CIE推荐的标准照明体的光谱功率分布 $s(\lambda)$ 和标准观察者光谱三刺激值计算,得到样品的三刺激值。

测量光谱反射率的分光的原理有三种——采用轮转滤色片、采用单色镜、采用衍射光栅。海德堡CPC21上的用于质量检测与控制的扫描式分光光度计是建立在衍射光栅原理基础上的。

被记录的可见光谱被分成许多小段,常用分光光度计的波长间隔是10 nm或20 nm,整个可见光谱分成约30段。在一些高精度的系统中,测量间隔也可以更小(1 nm)。然后在规定照明体和观察视场下,对每段波长的光强度进行测量,采用一种数学方法来模拟CIE标准观察者三种接收体的状态,将30个通道信号转换成CIEXYZ系统中的三刺激值、色度坐标等参数。

不同照明体和观察视场的CIE坐标也只能通过分光光度计光谱测量的数据来计算。具体地讲,从光谱数

值转换到CIE颜色三刺激值时,照明体直接作为一个参数,所以如果再向其他照明体条件(例如,从D50到D65或反之亦然)转换时,就要采用数学逼近算法。所以在使用分光光度计测量时照明类型和标准观察者角度是可选择的。

2 色彩测量仪器的特性比较

2.1 响应波带的比较

为了对印刷中所使用的黄、品红、青油墨的特性和其印刷呈色进行评价,测量滤色片应是与黄、品红、青油墨相对应的补色滤色片,即红、绿、蓝紫滤色片。三个滤色片的光谱通带应与标准油墨黄、品红、青的主吸收带的范围接近。测量滤色片的光谱特性取决于通带范围,通带指的是滤色片允许通过可见光谱的范围,宽波带滤色片比窄波带滤色片允许更宽范围的光线通过。宽谱滤色片大约能够穿过100 nm的光,窄谱滤色片通常是干涉滤色片,大约有20 nm的带宽。表1显示不同带宽滤色片的范围比较,其中对于黄油墨的测量可采用三种不同带宽的蓝滤色片。

表1 不同带宽滤色片的范围比较

滤色片的类型	带宽(nm)	相对分类
测量黄油墨(对蓝光的响应)		
雷登47	约400-510 nm	宽带
雷登47B	约400-480 nm	宽带
窄带	约415-445 nm	窄带
测量品红油墨(对绿光的响应)		
雷登58	约490-570 nm	宽带
雷登61	约500-560 nm	宽带
窄带	约515-545 nm	窄带
测量青油墨(对红光的响应)		
雷登25	约580-640 nm	宽带
雷登29	约590-640 nm	宽带
窄带	约605-630 nm	窄带

1) 宽波带密度计

作为颜色视觉,色彩是一种宽波带感觉现象,宽波带密度计与人眼观视有很好的相关性,而且重复性很好。因此对于色相的评价、灰平衡的判断、颜色校正、透射光检测等,一般选用宽波带密度计。

现在越来越多使用到“T”状态密度计,“T”状态响应就是指一个特定的宽波带响应,美国国家标准协会将其定义为印刷工业标准(ANSI PH 2.18-1984)。“T”状态响应的特征是光源、滤色片、传感器三者的光谱乘积对数值的分布必须符合标准规定。“T”状态响应有一个重要特点,所有按标准制造的密度计,经定标之后,能够得到相互一致的测量值,这是用户沟通密度计测量值的前提。

美国图像传播协会(GCA)的T-Ref测试条用SWOP油墨印刷,让用户确定一个宽谱反射密度计接近真正状态T宽谱反射的程度。T-Ref由青、品红、黄和黑色油墨所印成的样本,用户用密度计检查T-Ref上的测量块,将这些读数与T-Ref的校验值相比较,用11个读数实现T状态响应的校准。

2) 窄波带密度计

与宽波带密度计相比,窄波带密度计的光谱的传输频带的宽度大约只有宽波带的1/3。如果这些光谱区位于最大吸收波长的中心,窄波带密度计就越敏感。窄带滤色片的通带较窄,所以传感器的光谱灵敏度的差异对仪器的影响可

以忽略。因此用不同的密度计测量同一样本时,可得到较一致的测量结果,对网点面积率和叠印的测量也更精确。

但是,窄谱密度计的传输频带中有死区,设备感受不到要测量样本。如果有两种样本的光谱特性在死区内不同的话,人眼可以察觉不同,但窄谱密度计在 50 nm 带宽之内测得这两个样本可能一致。使用窄谱滤色片的密度计不能与人眼有很好的相关性。

2.2 读数孔径的比较

读数孔径大小是指测量点的大小。通常测量点的大小是 1/16 英寸或 1/8 英寸(1.6 mm 或 3.2 mm)。

如果在样品上无小面积测量的需要,尽量选择大孔径仪器,光孔越大仪器覆盖的测量区域越大,测量值精确且重复性高。粗糙的纸张应该用大孔径的密度计测量,用较小的光孔直径进行的测量时容易受纸张平滑度的影响。

使用较小孔径的测量仪器进行测量,可以对样品进行多次测试,将测量仪器计在测试条上稍微偏转一下,或在其他印刷区域进行测试,然后取平均值,这样可以提高测量的精确性。如果样品的加网线数高,可以使用较小孔径的测量仪器进行测量,加网线数越高,每英寸内网点数目越多,这就提高了小孔径密度测量结果的一致性。

2.3 湿墨与干墨测量比较

湿墨具有相对平滑、光亮的表面。干燥过程中,油墨在一定程度上会适应纸张表面的结构,在不平滑的粗糙表面,会失去一些光泽。在测量湿墨与干墨时,

湿墨比干墨所测得的密度值要高。

为了对这种现象补偿,在光路中置入两块交叉的偏振滤色片。偏振滤色片的作用是对来自所有方向的光只允许其中某个方向的光通过。第一块偏振滤色片对部分光线进行偏光处理,然后一部分光线 a 因为油墨表面反射而不改变光线偏振方向。与第一块偏振滤色片成 90°的第二个偏振滤光镜阻挡了偏振光 a, 因光线处于不同的偏振平面上,这样在测量时,就克服了表面反射带来的密度变化。但是,透过墨膜达到印刷纸后被反射出来的光线(b)失去了原有的偏振,因而能够通过第二偏振滤光镜。所以,只有那些经墨膜内部反射出来的光才能被接收器接收。通过阻止湿墨表面反射部分的光线,可以大致得到干湿油墨一样的读数。

3 色彩测量仪器的特点的应用

密度测量以墨膜厚度为基础,密度的大小直接反映了印刷品、胶片反射的光量多少,因而从该数值可以直接判断颜色的深浅、油墨的厚薄,这对于指导操作人员正确地控制每个印刷机组上给墨量是非常重要的。但是,只有在作业中使用相同的纸张与油墨,这些参考数值才成立,如果样张和产品采用的材料不同时,密度测量法就不适合。

色度测量是建立在一个标准观察者的光谱反应上,这些测量值可以绘制在一个视觉一致的色度图中,如 CIE L*A*B* 色空间。色度测量值的比较,反

映了色彩位置的偏差。

色度值并不能完全表达色彩复杂样品的反射特性。在这个测量意义上,需要使用分光光度计。一条分光光度曲线的制作是指在可见光谱范围内,以极小的光谱间隔(如 10 nm)记录样品的反射特性。分光光度测定法用于校验油墨与标准的匹配,如 NAPIM/SWOP 油墨校验程序。如果两个颜色在分光光度特性上完全匹配,则在任意的光源下,它们都匹配。使用分光光度计可以察觉同色异谱现象等。因此,三类测量仪器分别适用于在印刷中的不同的环节。

参考文献

- [1] Handbook of Print Media
- [2] Digital Sheetfed Test Form 4.1 User Guide
- [3] 胡成发. 印刷色彩与色度学. 北京: 印刷工业出版社.
- [4] 刘世昌. 印刷品质量质检测与控制. 北京: 印刷工业出版社

收稿日期: 2004-10-02 ◆

责任编辑: 郭平 ◆◆

欢迎投稿

投稿信箱:

YSZL@chinajournal.net.cn