

颜色的密度检测与色度检测之比较

文 / 刘其红

密度检测一直是印刷工业中最常用的颜色测量形式,随着新型测量仪器的逐步推广,人们已经开始把目光投向色度检测技术。

彩色印刷的复制过程是原稿经色彩分解、传递、色彩再现的过程,彩色原稿经过分色、加网、修版、拼版、晒版等一系列加工工序后成为彩色印刷品。为了获得满意的印刷品,必须在印刷复制过程中对颜色进行测量,准确地分析色彩变化信息并进行有效的控制,才能实现印刷品色彩的准确再现。

目前,印刷行业中对颜色进行控制和检测的主要手段是采用颜色的密度检测技术和色度检测技术。本文将从几个不同的方面对色彩的密度检测和色度检测进行比较,分析两者在评价色彩方面的优缺点。

一、测量的原理及使用 的测量仪器

1. 密度测量法

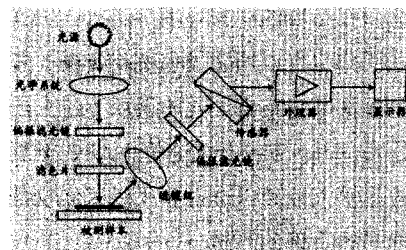
(1) 测量原理

在印刷业中,密度指的是色彩的“光学密度”。密度测量法是由美国国家标准委员会制定,规定颜色的光学

密度是阻光率以 10 为底数的对数。

当一束光线投射到一个物体上,将有一部分光被反射或透射,余下的光将被物体表面吸收。密度检测法就是比较表面反射(或透射)的光强度与照射在表面上的光强度,然后通过大家认可的逻辑关系来计算密度值。因而密度测量的实质是反射或透射光量的度量。在彩色印刷中,印刷油墨呈色实际上就是油墨印在反射率较高的白纸上,从照射其上的光线中选择性地吸收了一部分波长的光而反射剩余的光,此时密度反映了油墨对光波的吸收特性。习惯上所指的“彩色密度”是指测量时通过红、绿、蓝三种滤色片分别来测量黄、品、青油墨的密度。作为“密度”,它只是物理吸收特性的度量,只表示“黑”或“灰”的程度。从这个意义上说“彩色密度”测量也只是“黑度”的测量,是同一种油墨饱和度的相对值的反映。(见密度计工作原理图)

2. 测量仪器



密度计工作原理

密度测量通常是借助密度计来实现的。密度计有反射密度计和透射密度计之分,反射密度计主要是用于测密度计对实地色块的测量原理就是密度计内部光源发出的光经过滤色片后,照射在实地色块上,实地色块吸收一部分光,同时也反射一部分光。被反射的光由密度计的接收器接收,密度计内部的电子元件比较这两次光通量的差异,计算出密度值。密度值是一个没有单位的物理量。还可以利用内置的其他公式计算出网点面积百分比等数据。反射率(或透射率)也是能够影响到密度值的因素。物体对光线的吸收能力越强,物体的反射率也就越低,

那么该物体的透射率也就越高。这三者间的关系是确定的。

2. 色度测量法

(1) 测量原理

色度测量是根据色度学原理, 获取色彩色度信息的测色方法。色度学是研究人的颜色视觉规律、颜色测量原理、颜色测量仪器及其应用的科学。现已成为各行各业描述颜色、测量颜色、利用颜色的基础。

在色度系统中, 一个物体的颜色可由它的三刺激值来标志。为了准确地度量颜色, 需要测量颜色的三刺激值数据, 然后再由三刺激值转换成色度坐标系数, 从而在色度图上确认其颜色特征。在色度计算中, 颜色的三刺激值是采用等波长间隔法计算的。是通过颜色刺激函数 $\phi(\lambda)$ 分别乘以 CIE1931 标准色度观察者光谱三刺激值, 并在整个可见光谱范围内分别对这些乘积进行积分得到的。由此可见, 颜色的三刺激值取决于物体的颜色刺激函数 $\phi(\lambda)$ 。

对于反射物体而言, 颜色刺激函数 $\phi(\lambda)$ 等于光源的相对光谱功率分布 $S(\lambda)$ 与物体的光谱反射率 $\rho(\lambda)$ 的乘积, 即 $\phi(\lambda) = S(\lambda) \cdot \rho(\lambda)$ 。

对于透射物体而言, 颜色刺激函数 $\phi(\lambda)$ 等于光源的相对光谱功率分布 $S(\lambda)$ 与物体的光谱透射率 $\tau(\lambda)$ 的乘积, 即 $\phi(\lambda) = S(\lambda) \cdot \tau(\lambda)$ 。

从以上分析可知, 在颜色的三刺激计算中, 须要测量的只是 $\tau(\lambda)$ 和 $\rho(\lambda)$ 。

由此可见, 色度测色原理就是通过定量地比较“标准”与待测样品在同一波长上的单色辐射功率, 测出样品的反射率和透射率, 再计算出颜色的三刺激值之后, 将三刺激值转换成

不同色度系统的色度坐标, 从而在不同的色度图上精确地标志颜色。

(2) 测量仪器

色度测量可以使用色度计和分光光度计两种。

色度计是通过对被测颜色表面直接测量获得与颜色三刺激值 X、Y、Z 成比例的视觉响应, 经过换算得出被测颜色的 X、Y、Z 值, 也可将这些值转换成其他均匀色空间的色度参数。

分光光度计测量颜色表面对可见光谱各波长光的反射率, 将各波长光的反射率值与各波长之间关系描点连线可获得被测颜色表面的分光光度曲线。分光光度计是最精确、有用和灵活的仪器, 因为它集聚完整的色彩信息、可经过简单计算变成色度计或密度计资料。现在, 色度计和分光光度计无论是在价格、体积和易用性方面都没有太大的差异, 因此在大多数情况下选择分光光度计更为合理。

二. 密度检测与色度检测对颜色评价的内容

1. 密度评价方面的内容

在印刷过程中, 样张上的色彩主要取决于油墨、墨膜厚度及承印物, 但由于印刷过程中油墨及承印物已经确定, 因此墨膜厚度是印刷操作人员控制色彩的唯一变量。根据密度测量颜色的原理, 密度值的高低表明了颜色物体吸收特性。墨层的吸收特性取决于油墨的色调、墨层厚度和油墨色料的性质。基本上, 当墨层厚度逐渐增加时, 密度也随之上升, 但当墨层厚度到达一定限度时, 色彩开始饱和, 密度也不能再往上升。由于在实际印刷过程中, 各色油墨的着色力和配比均已明确, 因此控制各色油墨的

实地密度, 就是控制了各色印迹墨层的厚度, 从而就保证了印刷样张上色彩的稳定。

除控制墨膜厚度外, 通过对密度值的测量, 还可以换算出网点覆盖率及灰平衡数据、印刷相对反差值、油墨的色彩质量等。

2. 色度评价方面的内容

色度测量是直接对颜色的度量。通过测量颜色进行色度测量, 我们可以在不同的色度图上精确地标示颜色, 从而得出颜色的直观信息(如颜色的三属性), 还可以获得两个色样之间的差异(如色差)。因此通过色度的检测, 可以得出复制色与原稿色之间的颜色接近程度, 还可以分析匹配专色油墨的颜料组成, 分析油墨再现色域等。

三. 密度检测与色度检测在印刷中的应用优劣势比较

1. 密度评价在印刷中的应用优势

在彩色网点印刷的质量检测和生产流程控制中, 密度测量得到广泛应用。在印刷过程中, 利用印张上附加的测控条进行测量, 可以检测出黄、品、青、黑四色油墨的实地密度、网点增大值、相对反差以及叠印率等, 利用这些数据可以方便且有效地控制印刷过程中阶调和色彩的再现。

印刷过程中为了获得稳定一致的色相, 印刷操作人员一般是通过控制输墨量而实现。通过测量油墨的实地密度值, 间接地反映印刷样张上墨膜的厚度, 因此印刷操作人员可以通过控制油墨的实地密度值, 来控制印刷样张上的油墨量, 从而获得与标准样张上一致或近似一致的色相。

另外, 印刷操作人员还可以通过

对彩色样张的网目调密度值（不是实地密度值）把测量值作为该面印刷时的控制值或目标值。当印刷品通过印刷机时，对印张上对应部位进行测量，将测量值跟目标值进行比较，即可实现印刷品质量的自动化控制。

在彩色印刷过程中，密度值能很好地反映三原色油墨的比例关系和叠加性能，且检测设备简单，故被广泛应用。

2. 密度测量的劣势

通过密度测量，人们并不能直接获得有关色彩的信息，密度值反映不出色彩的色相。相同的密度值并不一定代表相同的色彩信息，采用光学密度作为印刷过程的监控和测量手段，只能从控制条上获得各单色油墨量的大小，并不能直接从图像中取得颜色误差的信息，这样就难与印刷客户交流，也不便对色彩再现进行精确控制，故密度测量只是一种间接的颜色测量方法。

由于密度测量是通过测量从待测样品中反射的红、绿、蓝三色光的量来确定印品的色密度。密度计的红、绿、蓝滤色片分别与青、品、黄三色油墨相对应，而专色油墨是除三原色以外的其他油墨，密度计没有与其对应的滤色片，因此密度测量技术不能用于检验专色油墨的颜色复制。

另外，测得数据受测量原理与仪器的影响，颜色的密度测量只能针对胶片和印刷品，而目前的颜色测量不再局限于胶片、印版、印刷品，也包括数字打样产品的评价、数字打样设备、液晶显示器和阴极射线管显示器的校准等。

3. 色度测量的优势

色度测量法是根据色度学原理，

以印刷图像重要部位的颜色作为监控点，直接测取颜色的三刺激值，获取颜色色度信息的测色方法。色度测量获得的颜色信息具有与视觉相关的特性，色度表色系统是一种公认的色彩语言。把色度测量引入印刷过程，那么在印刷车间就可以直接确定色彩，对任何一张原稿、预打样样张、印刷样张都可以进行测量，而这些测量值是可以比较的，这样就可以利用印刷机的输墨控制和调节系统进行快速调节，使印刷过程的色彩波动（色差）保持在公差范围内。

色度测量可准确表达标准样张与被测样张的色差与所需的接近量，不必另加检标或控制条。

近几年来，印刷工业应用色度测定法评测印刷品，尤其是在关系到标准化和数字生产链所有过程的色彩管理时，更适合使用这种方法。而在专色印刷时，通过色度测量分析可以更好地对最终达到的色彩效果进行精确地评定。

相比较密度测色而言，色度测量应用的范围较广。色度测量色彩不仅可以在印刷行业使用，而且在与色彩相关的行业，如染料、电视、纺织业、制药及食品行业中得到广泛使用。目前的颜色测量不再局限于胶片、印版、印刷品，也包括数字打样产品的评价、数字打样设备、液晶显示器和阴极射线管显示器的校准等。

4. 色度测量的局限性

尽管色度测量对颜色的评价较为直观，但目前未得到推广和普及，主要是因为该仪器价格高昂，对使用人

员有较高的色彩理论要求。

四. 密度评价与色度评价在印刷中的应用现状及未来

过去，由于测量仪器的限制，密度测量一直是印刷工业最常用的客观评价颜色质量的形式，印刷操作人员通常采用测量密度的方法来检测印张油墨厚度及浓度大小的信息，使用密度计测量胶片、印版和确定印刷特性。随着新型测量仪器的逐步推广，人们已经开始把目光投向色度测量技术。色度测量的应用逐渐普遍，从印前到印刷的整个工作流程。相比密度测量而言，色度测量提供了更多、更好的颜色信息。新型印刷设备的控制系统也是基于色度控制的，如海德堡的CPC色彩控制系统。

通过对颜色的密度检测与色度检测的对比，两者都有其对颜色评价方面的优势。近年来，一些印刷设备制造商综合其优势，研制出新型印刷油墨调节装置，整合了密度检测与色度检测的特点。如曼罗兰公司研制的Color-Pilot新型测量系统。密度测量是适合测定墨量的技术，这种密度与印张上的墨层厚度有直接的关系，通过密度调节重要的过程参数即墨层厚度，来保持印刷效果稳定不变。

而在印刷过程中，如果出现故障，有必要重新确认印样改变额定密度。在这种情况下，用Color-Pilot系统提供的色度测定补充密度测定，是一种合适的解决方案。可以预见，两种检测技术的结合，将会是颜色检测技术发展的新方向。■

（作者单位：江西省新闻出版学校）

责任编辑 李月莲 电子邮箱 liyuelian219@tom.com