

色度检测技术在包装印刷中的应用研究

□ 吴雪梅

摘要: 本文旨在探讨色度检测技术在包装印刷中的应用,以及色度检测技术对印刷品质量和生产效率的影响;介绍了色度检测技术的基本原理,包括人眼对颜色的感知机制、色度空间的概念以及色差计算方法;分析和比较了色度计、光谱仪和色彩分析仪在包装印刷领域的应用优势。通过实验研究,展示了色度检测技术在油墨配色过程中的具体应用,能够有效地指导油墨配色,以达到预期的颜色效果。

关键词: 色度检测技术;包装印刷;油墨配色

近年来,消费者对产品外观和质量的要求不断提高,印刷品的色彩表现和色彩一致性成为包装印刷中的关键因素。为了保证印刷品的质量符合客户的要求,色彩控制和管理显得尤为重要。色度检测技术作为一种重要的检测手段,在包装印刷中发挥着至关重要的作用。本文将重点阐述色度检测技术在包装印刷中的应用研究,以帮助读者更深入地了解色度检测技术在印刷品质量控制中的作用和优势。通过对色度检测技术的深入研究和探讨,可以帮助印刷厂提高印刷品的质量和效率,满足市场的需求和客户的要求。

1 色度检测技术简介

色度检测技术是一种用于测量和评估颜色的科学方法,被广泛应用于各种领域,如印刷、纺织、涂料、电子显示等。本文主要介绍色度检测技术在包装印刷领域的应用及其相关原理。

1.1 色度检测技术的基本原理

人眼感知颜色的原理是基于视网膜上的视锥细胞对不同波长光的敏感性。视锥细胞分为3种类型,分别对红色、绿色和蓝色光最为敏感,因此人眼对颜色的感知是通过对这3种基色的组合进行调整实现的。色度检测技术的核心原理是通过测量物体表面的光谱反射率来获取颜色信息的,并将其转换为数值表示,以便于进行颜色分析和比较。光谱反射率是物体表面对于不同波长光的反射能力。通过测量光谱反射率,可以得到物体颜色的精确信息。

色度检测技术首先需要通过色度计或光谱仪等设备,对物体表面的光谱反射率进行测量。色度计可以直接测量物体表面的三刺激值,即X、Y、Z值,用于描述颜色的基本信息。光谱仪则可以测量物体表面的光谱反射率,提供更为精确的颜色数据。得到光谱反射率或三刺激值后,需要将这些数据转换为色度空间中的坐标值,以便进行颜色的分析和比较。

1.2 色度空间

色度空间是一种用于表示颜色的三维坐标系统。常见的色度空间包括CIE XYZ、CIE Lab*、CIE Luv和

CIECAM02等。其中,CIE XYZ色度空间是由国际照明委员会(CIE)于1931年提出,是最早的色度空间。CIE XYZ色度空间采用X、Y、Z坐标轴来表示颜色,分别对应红色、绿色和蓝色的三刺激值。CIE XYZ色度空间的主要优点是与人眼的色觉响应相一致,但其缺点是颜色之间的距离不直观,难以直接用于颜色的分析和比较。

为解决CIE XYZ色度空间的缺陷,CIE于1976年提出了2种新的色度空间:CIE Lab*和CIE Luv。这2种色度空间都是基于CIE XYZ色度空间的均匀色度空间,颜色之间的距离更加直观。

1.3 色差计算

色差是指2种颜色在色度空间中的距离,用于衡量颜色之间的相似度或差异。颜色差异对于许多领域至关重要,例如在印刷和纺织行业,颜色匹配和一致性是关键的质量控制因素。

常用的色差计算方法包括CIE Lab*色差公式和CIECAM02色差公式。CIE Lab*色差公式基于CIE Lab色度空间,较为简单。其中,L代表黑白色、a*代表红绿色、b*代表黄蓝色。这种方法适用于快速计算颜色差异,但在某些情况下可能不能完全符合人眼对颜色差异的感知。

CIECAM02色差公式则更加符合人眼感知特性,适用于更广泛的应用场景。CIECAM02是一种基于对比度、亮度和色度等多个因素的颜色外观模型,可以更好地模拟人眼在不同照明条件下的颜色感知。CIECAM02色差公式首先将颜色从CIE XYZ色度空间转换到CIECAM02色彩外观空间,然后计算颜色在该空间中的差值,并综合考虑颜色对比度、亮度和色度等因素,得到最终的色差值。这种方法可以更准确地评估颜色差异,但计算过程较为复杂。

1.4 色度检测设备

色度检测设备主要包括色度计、光谱仪和色彩分析仪。这些设备在各个领域具有广泛的应用,如印刷、纺织、涂料和电子显示等。色度计用于测量物体表面的三刺激值。它通常采用特定的光源照射物体表面,然后

通过内置的光电传感器测量反射或透射光的强度。色度计适用于快速颜色检测,但可能会受到光源和观察角度等因素的影响,导致测量结果出现误差。光谱仪可以测量物体表面的光谱反射率,提供更为精确的颜色数据。

2 色度检测技术在包装印刷中的应用

在这个过程中,首先使用光谱仪来测量标准样品和实时印刷品的光谱反射率。这是一种用于定量描述物体反射光线的方法。然后,将这些测量到的光谱反射率转换为 CIE XYZ 色空间的值。CIE XYZ 色空间能准确地描述人眼所能感知的颜色。接下来,将 CIE XYZ 色空间的值转换为 CIECAM02 JCh 色彩空间的值。CIECAM02 是一种更高级的色彩模型,它考虑了人类视觉系统对光照和周围颜色的适应情况,而 JCh 则是该模型中的一个组成部分,代表亮度(J)、色彩度(C)和色调(h)。最后一步是计算标准样品和实时印刷品之间的色差 $\Delta E_{\text{CIECAM02}}$ 。这是一种用于测量 2 种颜色之间视觉差异的方法。通过计算,可以精确地评估实时印刷品的颜色质量,确保其与标准样品的一致性。

本次进行印刷纸色差检测实验,实验目标是评估和比较使用 CIECAM02 色彩外观模型进行印刷颜色控制的效果。实验过程中,分别对凸版印刷纸、新闻纸、书皮纸、胶版印刷纸进行印刷和色度检测。每种纸张都进行了多次测试,分别记录了平均色差 $\Delta E_{\text{CIECAM02}}$ 、色差的波动范围以及使用 CIE Lab* 模型进行相同实验的结果进行比较,结果如表 1 所示。

如果色差超过预先设定的阈值,调整印刷参数以改善印刷品的颜色稳定性。

在这个方法中,色差 $\Delta E_{\text{CIECAM02}}$ 的计算公式如下。

$$\Delta E_{\text{CIECAM02}} = \sqrt{(\Delta J)^2 + (\Delta C)^2 + (\Delta h)^2}$$

式中, $\Delta J = J_1 - J_2$; $\Delta C = C_1 - C_2$; $\Delta h = h'_1 - h'_2$; J_1 、 J_2 、 C_1 、 C_2 、 h'_1 、 h'_2 分别为样品色彩值。

在实际应用中,使用 CIECAM02 色彩外观模型进行印刷颜色控制可以提高颜色匹配的准确性,提高印刷品质量。该方法适用于对颜色要求较高的印刷领域,

例如艺术品印刷、高级包装印刷等。

“平均色差 $\Delta E_{\text{CIECAM02}}$ ”这一列为印刷品与标准样品之间的平均色差,基于 CIECAM02 模型计算得出;“色差波动范围”这一列展示了在实验过程中,印刷品与标准样品之间的色差波动范围;“与 CIE Lab* 对比”这一列对比了基于 CIECAM02 模型的方法与基于 CIE Lab* 模型的方法在颜色稳定性方面的表现。从实验结果来看,CIECAM02 模型优于 CIE Lab* 模型。

根据实验结果可以明显看出,无论是哪种类型的纸张,使用 CIECAM02 模型进行颜色控制都能够在较大程度上保持颜色的稳定性。此外,与传统的 CIE Lab* 模型相比,CIECAM02 模型在颜色控制上具有更高的准确性,平均色差 $\Delta E_{\text{CIECAM02}}$ 都在 1.6 以下,显示出相对较小的色差。

特别需要指出的是,使用 CIECAM02 模型进行印刷颜色控制,对于色彩要求高的印刷颜色,如艺术品印刷和高级包装印刷,表现出极佳的稳定性和准确性。对于这些领域的印刷品,颜色的稳定性和准确性对于印刷品质量的提高至关重要。在所有的纸张类型中,胶版印刷纸和凸版印刷纸的平均色差最低,而书皮纸的色差波动范围相对较大,这与纸张的材质、光泽度和吸墨性等因素有关。

3 结论

色度检测技术在包装印刷中起着关键的作用,能够准确地测量和控制印刷品的颜色,从而确保与标准样品的一致性。当色差超过预设阈值时,可以调整印刷参数以改善印刷品的颜色稳定性。实验结果表明,CIECAM02 色彩模型在控制印刷颜色方面比 CIE Lab* 模型更为准确。CIECAM02 模型考虑了人类视觉系统对光照和周围颜色的适应情况,能更好地模拟人眼在不同照明条件下的颜色感知。通过使用色度检测技术和 CIECAM02 模型,不同类型的纸张在印刷颜色控制上都取得了明显的改善。这种方法对于颜色要求较高的印刷领域(如艺术品印刷、高级包装印刷等)尤其能够发挥重要作用。

参考文献

- [1]陈喜胜.基于图像处理的污水排放色度检测方法研究[D].广州:广东技术师范学院,2018.
- [2]刘倩,李利,陈静,等.机动车灯具色度检测研究综述[J].中国照明电器,2016(6):33.

(作者单位:深圳市玲珑印刷有限公司)

表 1 实验测试

纸张类型	调整次数/次	平均色差 $\Delta E_{\text{CIECAM02}}$	色差波动 范围	与 CIE Lab* 对比
凸版印刷纸	6	1.2	0.8 ~ 1.6	较稳定
新闻纸	8	1.4	0.7 ~ 2.1	较稳定
书皮纸	10	1.6	1.1 ~ 2.3	稍不稳定
胶版印刷纸	5	1.1	0.6 ~ 1.5	较稳定