

灰平衡数据获得方法

龚修端, 李小东

(东莞职业技术学院, 广东 东莞 523808)

摘要: **目的** 解决特定工艺条件下灰平衡数据的再现问题。**方法** 通过在一定工艺条件下, 获得青、品、黄、黑等4色阶调复制曲线, 并拟合曲线方程, 根据方程求取同一密度(理论密度)条件下青、品和黄色的网点面积率, 据所得青、品、黄网点面积率设计样本色, 检测其色度和密度值(实际密度)。**结果** 经验证, 样本色色度值趋近于0, 即证明样本色块趋于中性灰。建立了理论密度值与实际密度值之间的数学模型, 再通过该模型和阶调复制曲线方程, 获得了该工艺条件下灰平衡数据参数。**结论** 该方法可以准确获得特定条件下的灰平衡数据参数, 为特定工艺条件下灰平衡数据的数字化建模提供了理论依据。

关键词: 灰平衡; 中性灰; 阶调复制曲线; 曲线拟合

中图分类号: TS801.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)23-0279-04

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.23.039

Method for Acquiring the Data of Gray Balance

GONG Xiu-duan, LI Xiao-dong

(Dongguan Polytechnic, Dongguan 523808, China)

ABSTRACT: The work aims to solve the problems regarding on the gray balance data reproduction under specific process conditions. The tone reproduction curves about cyan, magenta, yellow and black under certain process condition were acquired and the curve equations were fitted. The dot area coverage of cyan, magenta and yellow under the same density (theoretical density) were calculated according to the equations. After that, the sample color blocks were further designed based on the obtained dot area coverage and their corresponding chromatic value and density value (actual density) were measured. The results demonstrated that the chromatic value of the designed color blocks was estimated to be 0, which confirmed the neutral gray property of these studied color blocks. Therefore, a mathematical model between the theoretical density value and the actual density value was established, followed by combining the model with color tone reproduction curve equation, hence the parameter data of gray balance under the certain process condition was obtained. This work not only provides a possible way for obtaining the gray balance data under specific process condition, but also offers a theoretical reference for the corresponding digitization modeling of gray balance data.

KEY WORDS: gray balance; neutral gray; color tone reproduction curve; curve fitting

灰平衡是指黄、品红和青3个色版按不同网点面积率在印刷品上生成中性灰。在印刷彩色复制过程中, 灰平衡是彩色复制的基础, 黑版数据的获得与灰平衡数据有密切关系(UCR和GCR工艺)^[1-4]。在实际印刷中, 由于纸张、油墨和印刷工艺等因素的限

制, 一种工艺条件下的灰平衡数据, 不一定应用于另一种工艺条件^[5-8], 因此, 在不同工艺条件下获取正确的灰平衡数据对于提升色彩还原准确性有重要意义。在传统工艺中, 往往通过将C、M和Y三色按照不同网点面积率叠印出不同的色块, 随后进行组合,

收稿日期: 2020-03-08

作者简介: 龚修端(1976—), 男, 硕士, 东莞职业技术学院讲师, 主要研究方向为印刷质量监控。

最后在一定的工艺条件下输出设计原稿。通过测量叠印色块的色度值,选择其色度值接近于 0 的叠印色块所对应的三原色网点面积值作为灰平衡的标准数据。该方法需要设计、打样和测量大量色块数据值,以获得一定数量的灰平衡数据参数,这种方法获得的数据参数精确,但效率不高^[9-12]。此外,还有很多学者提出各种方法获得灰平衡数据^[13-18]。文中提出一种方法,以获得在特定条件下灰平衡数据参数,旨在为灰平衡数据的数字化提供一种思路。

1 研究方法

首先采用平面设计软件(Adobe Illustrator)设计青、品、黄、黑 4 色 10 级梯尺,每个色块的面积为 10 mm×10 mm,采用惠普 indigo 30000 数码印刷机,157 g 双面铜版纸,打印输出,输出结果采用 aXact Standard 色度计测量各级梯尺密度值。打印色块示意图 1。

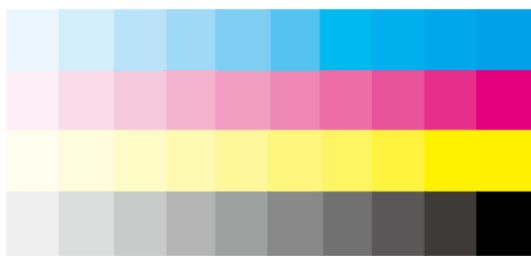


图 1 四色十级梯尺

Fig.1 Schematic diagram of four-color ten-step ladder ruler

根据所测数据,绘制青、品、黄 3 色梯尺阶调复制曲线,据散点图特征,采用二次多项式最小二乘法拟合曲线方程。其拟合曲线见图 2。曲线颜色分别代表青、品、黄 3 种颜色的阶调复制曲线。拟合曲线方程见式(1)。

$$\begin{aligned} D_c &= 0.034 + 0.004x + 0.000064x^2 \\ D_m &= 0.034 + 0.005x + 0.000058x^2 \\ D_y &= 0.002 + 0.007x + 0.000011x^2 \end{aligned} \quad (1)$$

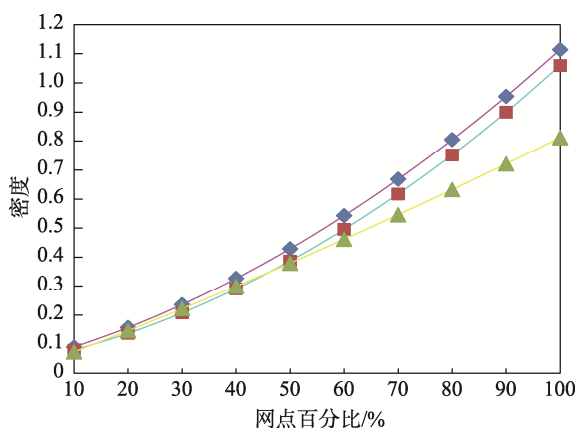


图 2 青、品、黄三色阶调复制曲线

Fig.2 Tone reproduction curve of cyan, magenta and yellow

式中: x 为网点面积, D_c , D_m 和 D_y 分别为青、品、和黄色的密度值。

由图 2 可以看出;由密度轴作水平线分别交于 3 条阶调复制曲线,因此可以推论由 3 个交点所对应的网点百分比叠印后,即可获得相应的中性灰。由此,将通过密度轴上点的水平线与 3 条阶调复制曲线的 3 个交点的值域范围(0.1~0.8)等分为 8 份,据式(1)求取相应三色网点面积率值(其值域在 0~100),见表 1。

表 1 密度值确定时对应青、品、黄三色网点面积
Tab.1 Dot area of cyan, magenta and yellow corresponds to the exact density value %

颜色	密度							
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
黄	14	27	39	52	64	76	87	98
品	13	25	36	46	55	63	71	78
青	14	29	41	51	60	68	76	83

按照表 1 所示青、品、黄 3 色网点面积值,利用 Adobe Illustrator 设计青、品、黄 3 色叠印色块,按照所述实验条件输出色块,见图 3。

采用色度计测量其色度值,见表 2。由表 2 数据可以看出,叠印色块基本表现为中性灰,其密度值列于表 3。

据图 1 中十级黑梯尺,绘制阶调复制曲线,并根据散点的趋势,依然采用二次多项式拟合曲线,该曲线方程该表现了黑色网点面积率和密度之间的函数关系,其阶调复制曲线见图 4。拟合方程见式(2)。

$$D_{bk} = 0.069 + 0.002x + 0.000094x^2 \quad (2)$$

式中: D_{bk} 为黑色块密度值; x 为网点面积率。

根据表 1 中所表述的密度值(表示为理论密度值)与表 3 所表述的密度值(定义为实际密度值),建立两者之间函数关系。根据散点图形态,可以采用线性方程拟合。线性拟合方程见式(3)。拟合曲线见图 5。



图 3 据表 1 所列网点面积率数据叠印青、品、黄三色所得色块

Fig.3 Overprinting cyan, magenta and yellow according to the data of Tab.1

表 2 图 3 所示色块输出色度值
Tab.2 Chromatic value of output color block on Fig.3

色度值	色块序号							
	1	2	3	4	5	6	7	8
a	1.98	1.12	0	1.09	0.98	-0.24	-0.22	-0.86
b	-0.39	1.64	1.19	2.13	1.56	1.87	1.13	1.66

表 3 图 3 所示色块输出密度值
Tab.3 Density value of output color block on Fig.3

色块序号	密度值
1	0.18
2	0.31
3	0.43
4	0.55
5	0.75
6	0.9
7	0.98
8	1.25

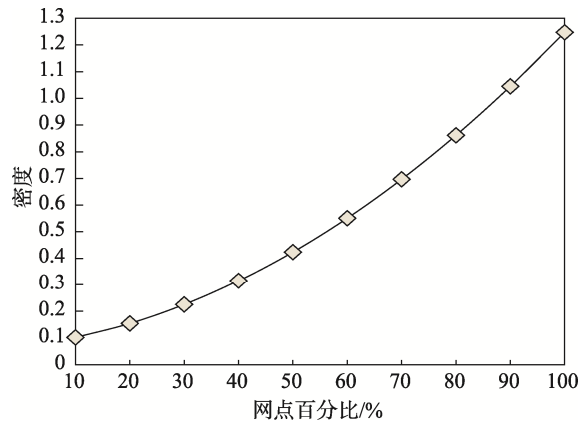


图 4 黑色阶调复制曲线
Fig.4 Tone reproduction curve on black

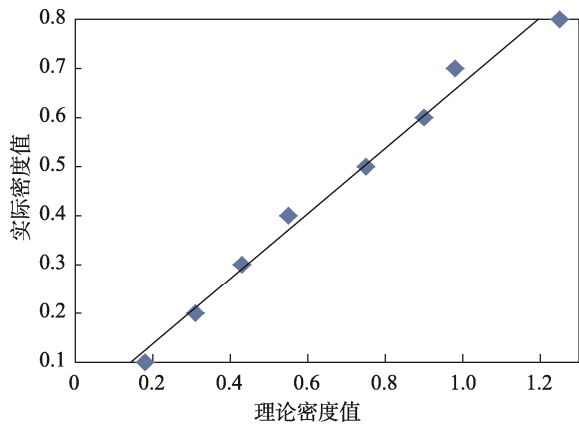


图 5 理论密度与实际密度拟合曲线
Fig.5 Fitting curve of theoretical density and actual density

$$D_y=1.48D_x+0.002 \tag{3}$$

式中： D_y 为实际密度值； D_x 为理论密度值。

由此，要得到与某一中性灰密度（或与某一中性灰网点面积率，可通过式（2）相互转化）等效的青、品、黄三色网点面积率，可以通过式（3）先计算理论密度值，再根据式（1）推导出在该理论密度值下青、品、黄三色网点面积率。

2 实验验证

以实例说明灰平衡数据的获取过程。在相同印刷条件下，求取与中性灰密度值 0.24，0.68 和 1.08 等效的青、品、黄数据值。

根据式（3）求取理论密度值 D_x ，解得对应的密度值为 0.16，0.46 和 0.73。再根据式（1）求取 D_c ， D_m 和 D_y 分别为 0.16，0.46 和 0.73 时，所对应的网点面积值（其取值范围在 0~100）见表 4。利用中性灰数据，采用 Adobe Illustrator 设计的色块见图 5。在相同条件下打印输出中性灰色块，见图 6，测量其色度和密度值，结果见表 5。

表 4 检验色块中性灰数值
Tab.4 Neutral gray values of test color block

密度	网点面积/%		
	黄	品	青
0.16	22	20	23
0.46	60	53	57
0.73	91	75	78

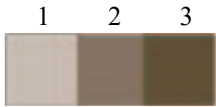


图 6 表 4 中性灰数据还原的中性灰色块
Fig.6 Color blocks of neutral gray created by the data of Tab.4

表 5 打印输出图 6 色块密度值和色度值
Tab.5 Density value and chromatic value of outputting color blocks of Fig.6

色块	密度	色度（a 值）	色度（b 值）
1	0.27	2.55	1.32
2	0.66	2.36	2.26
3	1	1.04	-1.24

由表 5 数据可以看出，计算所得网点面积能够还原中性灰，并可以准确地还原所需得到的中性灰密度值 0.24，0.68 和 1.08。

3 结语

通过印刷阶调复制曲线，获得特定印刷条件下的印刷特性，得到等密度（理论密度）青、品、黄三色网点面积值。在相同印刷条件下，据该三色网点面积值输出中性灰色块，测得其密度值（实际密度），建立理论密度和实际密度关系方程，从而在实际应用中，根据该方程确定特定印刷条件下灰平衡数据。实验证明，通过该方法获得的青、品、黄三色网点百分

比,叠印后,其色块表现为中性灰,其密度值接近实际密度值。该方法为不同印刷条件下灰平衡数据的数字化建模提供一定的理论依据。

参考文献:

- [1] LI Meng-yu, CHEN Guang-xue. Research on Gray Balance in Ink-Jet Printing Based on Paper Color Characteristic[J]. Applied Mechanics and Materials, 2015, 731: 308—311.
- [2] 黄余海. 数码印刷质量控制中灰平衡的应用分析[J]. 轻工科技, 2017(11): 113—114.
HUANG Yu-hai, Application Analysis of Grey Balance in Quality Control of Digital Printin[J]. Light Industry Science and Technology, 2017(11): 113—114.
- [3] 赖见吕. 合理使用 GCR 和 UCR 工艺稳定报纸广告色相[J]. 广东印刷, 2018(6): 22—25.
LAI Jian-lv. Rational Use of GCR and UCR Technologies to Stabilize the Colour of Newspaper Advertisement[J]. Guangdong Yinshua, 2018(6): 22—25.
- [4] 李文育, 张倩. 色彩管理中灰平衡数据控制[J]. 包装工程, 2014, 35(13): 123—127.
LI Wen-yu, ZHANG Qian. Adjustment and Optimization of Gray Balance in Color Mangement[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(13): 123—127.
- [5] 申冉, 陈威, 王聪聪. 印刷灰平衡的影响因素及控制方法研究[J]. 印刷质量与标准化, 2015(5): 28—32.
SHEN Ran, CHEN Wei, WANG Cong-cong. Research on Influencing Factors and Control Methods of Gray Balance in Printing[J]. Printing Quality & Standardization, 2015(5): 28—32.
- [6] 陈妮. 基于光谱的灰平衡实现方法研究[D]. 杭州: 杭州电子科技大学, 2015: 6—9.
CHEN Ni. Research on the Method to Achieve Gray Balance Based on Spectral[D]. Hangzhou: Hangzhou Dianzi University, 2015: 6—9.
- [7] 阳冰清. 色彩管理中如何正确使用灰平衡[J]. 印刷技术, 2015(9): 36—37.
YANG Bing-qing. How to Use Gray Balance Correctly in Color Management[J]. Printing Technology, 2015(9): 36—37
- [8] 陈丽娜, 刘真. 多色分色模型中中性灰的调控[J]. 包装工程, 2013, 34(7): 81—83.
CHEN Li-na, LIU Zhen. Gray Balance Setting Method for Multi-color Separation Model[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(7): 81—83.
- [9] ZHAO Chen-fei. Prediction of Gray Balance Spectral Data in Digital Printing Advanced Graphic Communications[J]. Packaging Technology and Materials, 2016(369): 111—116.
- [10] 李娜, 李小东. 色彩还原中的灰平衡[J]. 广东印刷, 2017(4): 21—24.
LI Na, LI Xiao-dong. Gray Balance in Color Restoration[J]. Guangdong Print, 2017(4): 21—24.
- [11] 杜梦霞, 成刚虎. 灰平衡的加网依赖性[J]. 印刷杂志, 2016(12): 49—55.
DU Meng-xia, CHENG Gang-hu. The Dependence of Adding Network on Grey Balance[J]. Printing Field, 2016(12): 49—55.
- [12] 曾台英, 邵雪, 汪祖辉. 基于灰平衡的印刷质量控制和评价[J]. 包装学报, 2015(7): 41—46.
ZENG Tai-ying, SHAO Xue, WANG Zu-hui. Printing Quality Control and Evaluation Based on Gray Balance[J]. Packaging Journal, 2015(7): 41—46.
- [13] 唐偲. 基于 G7 灰平衡控制的色彩修正方法[J]. 出版与印刷, 2015(4): 37—40.
TANG Si. Color Correction Method Based on G7 Gray Balance Control[J]. Publishing & Printing, 2015(4): 37—40.
- [14] 庞珊. 基于亮度参考的中性灰法色偏矫正[J]. 中国科技投资, 2018(27): 260—290.
PANG Shan. Correction of Color Deviation by Neutral Gray Method Based on Brightness Reference[J]. China Venture Capital, 2018(27): 260—290.
- [15] 赵桐. 基于 G7 工艺的印品质量控制方法分析[J]. 印刷质量与标准化, 2015(11): 25—28.
ZHAO Tong. Analysis of Printing Quality Control Method Based on G7 Process[J]. Printing Quality & Standardization, 2015(11): 25—28.
- [16] 汪丽霞, 牟笑竹. 灰平衡在数码印刷质量控制中的应用[J]. 印刷质量与标准化, 2015(6): 32—36.
WANG LI-xia, MU Xiao-zhu. Application of Grey Balance in Quality Control of Digital Printing[J]. Printing Quality & Standardization, 2015(6): 32—36.