

多色分色模型中中性灰的调控

陈丽娜, 刘 真

(上海理工大学, 上海 200093)

摘要: 利用颜色分区理论将多色色空间进行分区,在各分区内设计色块确定 K 与 CMY 的等效关系,结合灰成分替代率,确定了多色分色模型中中性灰调控的方法。实验证明,分色时不考虑灰平衡会影响最终颜色复制的效果,分色模型中灰平衡方法的确定是非常必要的。

关键词: 颜色空间; 分区; 灰成分替代; 灰平衡

中图分类号: TS801.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)07-0081-03

Gray Balance Setting Method for Multi-color Separation Model

CHEN Li-na, LIU Zhen

(University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: We used subareas method of multi-color space and then designed color targets in order to determine equivalent relationship between K with CMY. Combining with gray component replacement, we determined the gray balance setting method for multi-color separation model. The experiment proved that it will affect the final color reproduction if we do not consider the effect of gray balance, and the determination of gray balance of multi-color separation model is very necessary.

Key words: color space; subarea; gray component replacement; gray balance

灰色平衡发挥的是把握颜色复制中各个颜色的相对比例关系,防止出现偏色的作用^[1-4]。它可以衡量分色是否准确,是色彩正确再现的基础。在现有多色分色模型中,很多文章只是简单提及或是直接忽略对灰平衡的控制,这样必将影响分色印刷后的结果,至今多色复制中灰平衡的确定并无相应的较系统完整的方法^[5-7]。笔者将颜色分区理论与灰成分替代相结合,以确定多色印刷中灰平衡的设置方法。

1 七色分色模型中中性灰的调控

复制品中的中性色是由黑版独立生成的,黑版与明度的对应关系可以通过模拟人类视觉的明度曲线来实现。彩色中的中性灰成分由三基色共同生成,在实际应用中,它是根据复制品的需求进行部分替代的。传统四色分色在色空间转换时是一对一的映射关系,而高保真多色分色时,由于增加了其他原

色,也增加了转换过程的复杂度,因为色空间的转换不再是一对一而是由三维转向多维^[7]。首先使用目前在超四色分色模型常用的分区理论,将多色色空间进行分区,以 CMYKRGB 7 色分色模型为例,可以将其色空间划分为 RYK, YGK, GCK, CBK, BMK, MRK 6 区,这样原稿中的每一个颜色都可以根据其色相角判断其所在的分区。然后设计制作色块建立 CMYK 四色灰平衡曲线,找出 K 与 CMY 三色的等效替代关系。在进行分色时先求出各分区内灰成分全部替代时的分色值,当给出灰成分替代率后,就能够求出部分灰成分替代后的分色值,这样就确立了多色复制时灰平衡的计算方法。确定替代关系的流程见图 1。

1.1 基础数据的获取

用 HPZ3200 打印机输出 CMYK 四色单色网点梯尺,见图 2,其中梯尺各级标定网点面积率分别为 5% ~ 100% 中平均分为 20 级,级差为 5%。并用密度计

收稿日期: 2012-10-11

基金项目: 上海市研究生创新基金项目

作者简介: 陈丽娜(1986-),女,河南人,上海理工大学硕士生,主攻印刷色彩管理、数字图文信息处理。

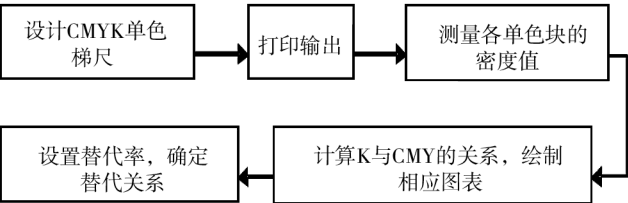


图1 灰成分替代流程

Fig.1 Flow chart of gray component replacement



图2 单通道色块

Fig.2 Color targets of four single channels

测量各色块分别在 R 滤色片、G 滤色片、B 滤色片下 的密度值,可多次测量求平均值,结果见表 1。

表 1 各级网点面积率对应的密度值

Tab.1 Density corresponding to all levels of dot area

网点/%	C			M			Y			K
	D_{CR}	D_{CG}	D_{CB}	D_{MR}	D_{MG}	D_{MB}	D_{YR}	D_{YG}	D_{YB}	
5	0.044	0.016	0.007	0.011	0.038	0.028	0.005	0.009	0.038	0.030
10	0.116	0.043	0.019	0.023	0.082	0.051	0.007	0.015	0.080	0.076
15	0.147	0.059	0.028	0.032	0.097	0.069	0.014	0.019	0.091	0.126
20	0.178	0.081	0.038	0.039	0.120	0.096	0.017	0.028	0.109	0.153
25	0.209	0.096	0.047	0.051	0.163	0.112	0.018	0.032	0.153	0.187
30	0.261	0.112	0.052	0.060	0.182	0.141	0.018	0.037	0.174	0.214
35	0.283	0.134	0.061	0.076	0.221	0.168	0.019	0.045	0.211	0.275
40	0.308	0.149	0.067	0.081	0.254	0.196	0.021	0.049	0.252	0.303
45	0.366	0.166	0.072	0.088	0.298	0.223	0.024	0.053	0.298	0.367
50	0.406	0.178	0.081	0.099	0.343	0.243	0.025	0.058	0.336	0.408
55	0.457	0.217	0.096	0.124	0.412	0.296	0.025	0.068	0.369	0.484
60	0.520	0.249	0.104	0.131	0.476	0.341	0.027	0.072	0.423	0.537
65	0.589	0.254	0.112	0.147	0.569	0.454	0.029	0.081	0.543	0.698
70	0.638	0.261	0.118	0.169	0.680	0.489	0.033	0.088	0.607	0.760
75	0.732	0.303	0.124	0.180	0.754	0.573	0.036	0.096	0.685	0.833
80	0.824	0.321	0.142	0.198	0.866	0.611	0.038	0.109	0.758	0.986
85	0.985	0.348	0.153	0.207	1.088	0.694	0.041	0.112	0.899	1.226
90	1.076	0.374	0.159	0.229	1.167	0.760	0.042	0.121	0.960	1.378
95	1.408	0.412	0.170	0.252	1.672	0.791	0.046	0.127	1.07	1.612
100	1.520	0.439	0.188	0.255	1.682	0.737	0.046	0.129	1.103	1.773

1.2 K 与 CMY 关系的确定

先按灰成分全部替代的情况,确定 K 与 CMY 的关系,这可由灰平衡曲线^[1-2,4]得出。根据等效中性密度算法可计算得出达到中性灰平衡时,适量的黄、品红、青油墨的比例系数。求出梯尺各级的比例系数后,将各级比例系数与对应的主密度相乘,可以得到构成各级中性灰平衡所需要的青、品红、黄的密度值。然后运用尤尔-尼尔森公式来计算各色块的网点面积率,取修正指数值为 2.0。结果见表 2,并绘制 K 与 CMY 的关系,图中横纵坐标均为网点面积率,见

图 3。

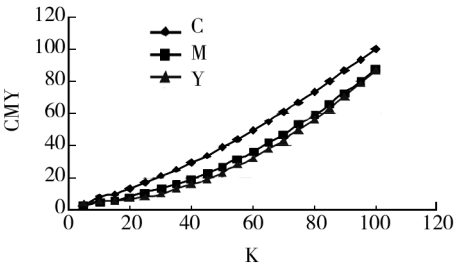


图3 四色灰平衡曲线

Fig.3 Gray balance curve for four-color

表2 灰平衡时的各级网点面积率

Tab.2 All levels of dot area for gray balance

K/%	C/%	M/%	Y/%	K/%	C/%	M/%	Y/%
5	4	3	3	55	44	32	28
10	8	5	5	60	50	36	32
15	10	6	6	65	55	42	38
20	13	8	7	70	61	47	43
25	17	11	8	75	67	53	50
30	21	13	10	80	74	59	56
35	25	16	13	85	80	66	63
40	30	19	16	90	87	73	71
45	34	23	19	95	94	80	79
50	39	27	23	100	100	88	87

利用多项式拟合得到 K 与 CMY 的等效替代关系:

$$\begin{cases} C = -0.0042K^2 + 1.388K + 1.7246 \\ M = -0.0091K^2 + 1.8496K + 4.7384 \\ Y = -0.112K^2 + 1.9989K + 6.4175 \end{cases} \quad (1)$$

1.3 灰成分替代方程的确定

假设某一颜色处于 GCK 区,分色数则为 GCK 三色,灰成分全部替代后的分色值为 c_0, g_0, k_0 ,假设以灰成分替代率 h_k 进行部分替代后,其分色数变为 CMYKG 5 色,分色值变为 c, m, y, k, g 。此时被替代的 K 值为 $k_0 \cdot h_k$,代入式(2)可得到灰成分替代率为 h_k

表3 灰平衡对分色精度的影响

Tab.3 Influence of gray balance on color separation precision

	ΔE							$\Delta E_{\max}$	$\Delta E_{\min}$	$\Delta E_{\text{均}}$
	0 ~ 2	2 ~ 4	4 ~ 6	6 ~ 10	10 ~ 15	15 ~ 20	20 ~			
全部替代	8	17	22	29	12	5	7	27.33	1.30	4.73
部分替代	11	20	36	15	8	6	4	25.22	1.06	3.82

平均色差值均小于未做灰平衡的色块;在色差小于 6 范围内的考虑灰平衡的色块个数占其总个数的一半以上,整体色差亦小于未做灰平衡的色块。可见灰平衡确实影响颜色复制的最终效果,分色过程中考虑灰平衡,可以提高分色精度,使颜色套合更加准确。

3 结论

结合传统四色中性灰的调控以及分区理论,提出了多色复制中灰平衡的确定方法。在实际的分色过程中由于图像类型不同,其适合的灰成分替代量也是

时的等效 CMY 值 c_k, m_k, y_k :

$$\begin{cases} c_k = -0.0042(k_0 \times h_k)^2 + 1.388(k_0 \times h_k) + 1.7246 \\ m_k = -0.0091(k_0 \times h_k)^2 + 1.8496(k_0 \times h_k) + 4.7384 \\ y_k = -0.0112(k_0 \times h_k)^2 + 1.9989(k_0 \times h_k) + 6.4175 \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} c = c_0 + c_k \\ m = m_k \\ y = y_k \\ k = k_0(1 - h_k) \\ g = g_0 \end{cases} \quad (3)$$

由式(2)与(3)可计算得替代后的各分色值。

2 实验验证

在 GCK 区任意取 100 个颜色,记录其 Lab 值及网点面积率。根据灰平衡曲线计算出在各网点面积率下黑所对应的 C, M, Y 三基色的网点面积率,设定灰成分替代率为 0.2,采用上述替代方程,计算出这些颜色被替代后的颜色值,然后控制 HPZ2300 打印机分别输出灰成分替代前后的色块,测量它们的 Lab 值,并与原色块的 Lab 值计算色差,以比较灰平衡对^[7]分色精度的影响,结果见表 3。

由表 3 发现,考虑灰平衡的色块,其最大、最小、

不同的,对于多数类型的图像,适合较少的替代量。进行灰成分替代,确保颜色复制中达到灰平衡,能够提高分色模型的精度。

参考文献:

[1] 陈威,薛国新. 印刷灰平衡曲线的确定[J]. 印刷杂志, 2008(12):76-78.
CHEN Wei, XUE Guo-xin. Determination of The Printed Gray Balance Curve[J]. Print Magazine, 2008(12):76-78.
[2] 王小燕. 绘制灰平衡曲线的方法[J]. 广东印刷, 2007(1):29-30.

渗透性;不同的加网算法对直线的处理方法也不一样等原因,这也正是反应印刷质量的一个方面,可以专门对这个问题来进行讨论。

4 结论与展望

通过图像处理的方法实现了对 ISO 13660 规定的线条各个属性的测量计算,从图像处理的角度实现了对数字印刷线条质量的检测,其中使用了包括 Hough 变换、边缘跟踪在内的一系列经典算法,实现了通过数字成像设备评价数字印刷线条质量的目的,可应用于数字印刷线条质量的评价。线条的质量与线条的暗度、粗糙度、模糊度以及线宽 4 个客观属性之间存在一定的关系;特别是,线条的质量与粗糙度、模糊度呈负相关的关系。如果想进一步确定线条质量与各客观指标的关系,必须测量更多的质量存在较大差异的线条数据,并且设计相应的主观评价实验,最终通过数学方法建立两者之间的联系,这是下一步继续研究的内容。

参考文献:

- [1] ISO/TEC 13660, 2001 Information Technology Office Equipment of Image Quality Attributes for Hardcopy Output-Binary Monochrome Text and Graphic Image[S].
- [2] PIATSM-II A Second Generation Portable Image Analysis System, QEA. www. qea. com or info@ qea. eom.
- [3] 孔玲君,刘真,姜中敏. 基于 CCD 的数字印刷质量检测与分析技术[J]. 包装工程,2010,31(3):92-95.
KONG Ling-jun, LIU Zhen, JIANG Zhong-min. CCD-based Digital Print Quality Measurement and Analysis Techniques [J]. Packaging Engineering, 2010, 31(3):92-95.

- [4] 姚海根. 线条边缘质量建议测量规程[J]. 中国印刷与包装研究, 2011, 3(5):28-33.
YAO Hai-gen. Proposed Test Regulation to Edge Quality of Lines [J]. China Printing and Packaging Study, 2011, 3(5):28-33.
- [5] 金张英,郑亮,管雯珺. 基于 ISO 13660 的数字印刷线条质量分析与评价[J]. 包装工程, 2012, 33(15):97-103.
JIN Zhang-ying, ZHENG Liang, GUAN Wen-jun. Line Quality Analysis and Evaluation of Digital Printing Based on ISO 13660 [J]. Packaging Engineering, 2012, 33(15):97-102.
- [6] TSE M K. A Predictive Model for Text Quality Analysis: Case Study [C]. Alaska: 22th International Conference on Digital Printing Technologies and Digital Fabrication 2007 Anchorage, 2007:419-423.
- [7] 包明,路小波. 基于 Hough 变换的车牌倾斜检测算法[J]. 交通与计算机, 2004, 22(2):57-60.
BAO Ming, LU Xiao-bo. Plates Lean Detection Algorithm Based on Hough-transform [J]. Computer and Communications, 2004, 22(2):57-60.
- [8] 贺忠海,王宝光,廖怡白. 图像处理中的边缘跟踪法研究[J]. 仪器仪表学报, 2001, 22(3):261-2621.
HE Zhong-hai, WANG Bao-guang, LIAO Yi-bai. Study on Boundary Tracking Method Used in Image Processing [J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2001, 22(3):261-262.
- [9] 丁克良,沈云中,殴吉坤. 整体最小二乘法直线拟合[J]. 辽宁工程技术大学学报(自然科学版), 2010, 29(2):44-47.
DING Ke-liang, SHEN Yun-zhong, OU Ji-kun. Methods of Line-fitting Based on Total Least-squares [J]. Journal of Liaoning Technical University (Natural Science), 2010, 29(2):44-47.

(上接第 83 页)

- WANG Xiao-yan. Method for Drawing Gray Balance Curve [J]. Guangdong Printing, 2007(1):29-30.
- [3] 陈永利,陈文霞. 灰平衡工艺数据规范的研究与分析[J]. 包装工程, 2004, 25(4):26-28.
CHEN Yong-li, CHEN Wen-xia. Study on Gray Balance Printing Specifications [J]. Packaging Engineering, 2004, 25(4):26-28.
- [4] 李文育,周世生. 关于灰平衡数据的计算[J]. 包装工程, 2004, 25(1):65-67.
LI Wen-yu, ZHOU Shi-sheng. The Calculation of Gray Balance [J]. Packaging Engineering, 2004, 25(1):65-67.
- [5] 刘真,周倩,朱明. 高保真多色分色模型中间色的设置

- [J]. 包装工程, 2011, 32(15):18-21.
- LIU Zhen, ZHOU Qian, ZHU Ming. A Mid-color Setting Method for Hi-Fi Color Separation Model [J]. Packaging Engineering, 2011, 32(15):18-21.
- [6] 曹朝辉. 多色印刷分色模型研究[D]. 郑州:中国人民解放军信息工程大学, 2007.
CAO Zhao-hui. Study on Multi-color Printing Separation Model [D]. Zhengzhou: PLA Information Engineering University, 2007.
- [7] 熊康鹏. 分色方法的建模研究与误差分析[D]. 西安:西安理工大学, 2010.