数码打样色彩质量评价方法的研究

刘容[1]，王强[2]，戴俊平[2]
（1. 上海理工大学，上海 200093；2. 杭州电子科技大学，杭州 310014）

摘要：目的 研究数字化工作流程条件下数码打样色彩复制质量精准高效的评价方法。**方法** 将IT8.7/4色表1617个色块进行分区，并分析各分区色差、网点扩大和L值阶调复制曲线与数码样张色彩质量的内在关系，最后统计影响数码样张色彩质量的关键点。**结果** 实验表明1617色表各分区平均色差都在0.5左右，最大色差在3以内，且L值阶调复制曲线光滑平整，这说明色彩复制质量较好。但黄色的点色差比较大，复制曲线不光滑，阶调丰富性再现不好，故应调节与黄相关的参数，提高色彩复制质量。**结论** 综合色差、网点扩大和L值阶调复制曲线与数码打样色彩质量之间的关系，验证了色彩质量评价方案的可行性和精准性。

关键词： 数码打样；色彩质量评价；色差；网点扩大；阶调复制曲线

中图分类号： TS865　　**文献标识码：** A　　**文章编号：** 1001-3563(2014)01-0120-04

Research of the Digital Proofing Color Quality Evaluation Method

LIU Rong[1], *WANG Qiang*[2], *DAI Jun-ping*[2]
(1. University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China;
2. Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310014, China)

ABSTRACT: Objective To research the accurate and efficient evaluation methods of the digital proofing color reproduction quality at digital workflow. **Methods** The 1617 color piece of the IT8.7/4 color table was divided and intrinsic relations between the color difference of each partition, dot enlargement, *L* value replication curve and the digital proof color quality were analyzed. The key points which affect the digital sample color quality were counted. **Results** The experiment showed that the average color difference of each partition were around 0.5, with a maximum color difference of less than 3, and the L replication curve was smooth, which meant that the color reproduction quality was good. However, the yellow dot color difference was big, the replication curve was not smooth, and gradual richness reappearance was bad. Therefore, the parameters related to yellow should be adjusted to improve the color reproduction quality. **Conclusion** The relationship between color difference, dot enlargement, *L* value replication curve and the digital sample quality proves the feasibility and precision of the color quality evaluation scheme.

KEY WORDS: the digital proofing; the color quality evaluation; color difference value; dot enlargement; the replication curve

数码打样是通过数字化工作流程对印刷工艺流程进行模拟与高保真展示的关键，在整个数码打样过程中，打印机校准和匹配目标是最重要的2个过程。校准和匹配的精准是当前印刷色彩评价的主要依据，决定了印刷品的准确与否以及最终色彩保真的质量。其评价方法的准确性和快捷性成为决定其色彩质量优劣和印刷生产效率高低的关键因素[1—5]。

文中基于CGS数码打样软件来研究色彩质量评

收稿日期： 2013-09-15

作者简介： 刘容(1988—)，女，湖北荆门人，上海理工大学硕士生，主攻色彩管理。

价方法,利用密度和网点分析其线性化过程,然后通过分析 IT8.7/4 色表 1617 个色块的色差、网点扩大和 L 值的阶调复制曲线对数码样张色彩质量的影响,验证了色彩质量评价方案的可行性和精准性[6—9]。同时统计了影响数码样张色彩质量的关键点,为解决数码打样出现的质量问题提供了一定的参考依据,并最终对数码样张色彩质量做出合格与否的判断。

1　数码打样色彩质量评价方法设计

文中是基于 CGS 数码打样软件来研究色彩质量评价方法,与其他数码打样软件相似分 3 部分进行:打印机校准、匹配目标打样、循环校准[10—13]。其色彩质量评价方案的设计思路是以 IT8.7/4 色表数据为基础进行分析,评价数码打样系统当前样张的准确度。实施流程见图 1。

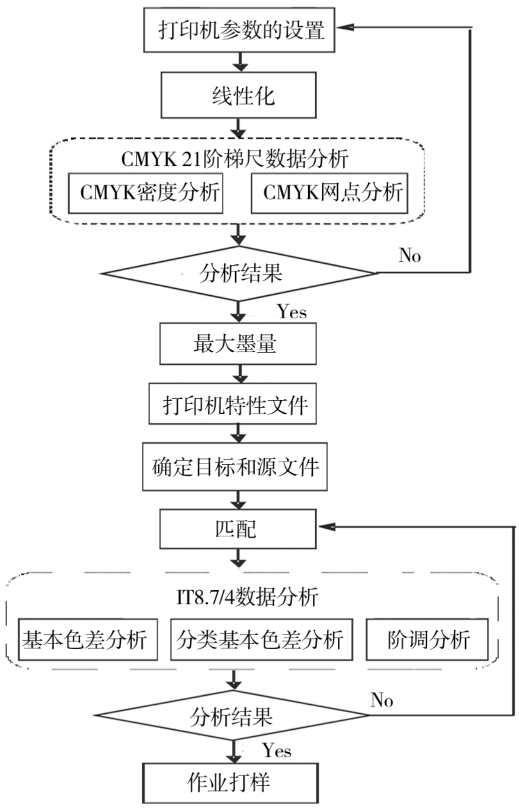

图 1　数码打样色彩质量评价分析流程

Fig. 1 Color quality evaluation analysis process of digital proofing

2　实验

2.1　设备及材料

测试硬件:EPSON7910 数码打印机、EPSON9880 数码打印机、I1ISIS 分光光度仪、X-rite 528 分光密度仪、放大镜。

测试软件:ORIS COLOR TUNER//WEB,ORIS PRESS MATCHER//WEB,Excel。

测试材料:FANTAC 数码打样专用纸、EPSON HDR 油墨。

2.2　过程及结果分析

2.2.1　打印机线性化

打印机线性化是实现数码打样的前提和首要任务,颜色模式和纸张类型是 2 个比较重要的打印机参数。实验设计了 4 种颜色模式下白色绸面打样纸 CMYK 的实地密度和照片黑(色域)下不同纸张类型 CMYK 的实地密度,见表 1—2。

表 1　不同颜色模式下的 CMYK 实地密度值

Tab. 1 CMYK density value of different color modes

颜色模式	照片黑	照片黑(色域)	照片黑(六色)	照片黑(八色)
C	1.54	1.8	1.47	1.78
M	1.38	1.56	1.05	1.68
Y	1.17	1.26	1.24	1.29
K	2.06	2.16	2.22	2.14

表 2　不同纸张类型的 CMYK 实地密度值

Tab. 2 CMYK density value of different types of paper

纸张类型	白色绸面	白色半哑光	白色哑光	高级光面相纸	高级打样纸
C	1.83	1.83	1.1	1.5	1.48
M	1.57	1.55	0.64	1.31	1.33
Y	1.29	1.28	1.22	1.09	1.15
K	2.12	1.97	2.12	1.88	2.07

从表 1—2 可以看出,不同类型的纸张和颜色模式,其对应的 CMYK 实地密度不一样,可能影响打印机的呈色性能和最终颜色匹配效果。在照片黑(色域)和照片黑(八色)2 种颜色模式下的 CMYK 实地密度明显比其他 2 种颜色模式的大,该实验选用参数为照片黑色域和白色半哑光。对应的线性化网点见图 2—3。

由图 2—3 可知,线性化较好,线性化后的网点线光滑平整,CMYK 的网点线聚焦在一起趋向于倾斜角为 45°的直线,类似于印刷中的复制曲线,其表征打印机的输入输出特性。

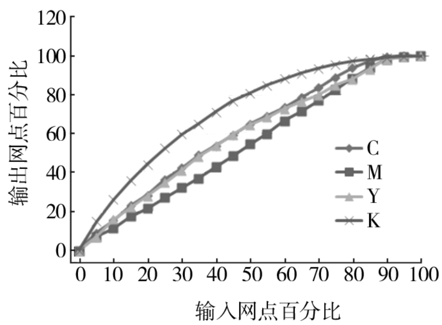

图 2 线性化前的网点

Fig. 2 Dot before linearization

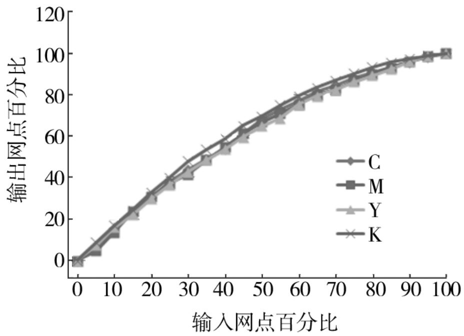

图 3 线性化后的网点

Fig. 3 Dot after linearization

2.2.2 打印机匹配目标

打印机匹配目标是软件能准确地进行数码打样最核心的功能，实验的参数设置：匹配目标文件为 ORIS_GRACoL2006_Coated1. icc，源文件为打印机校准文件，即打印机校准后的特性文件，K 起始点为 20；油墨覆盖率为 340，CMY 减为 60，呈色意向为绝对色度，应用过滤器为 8%。

软件进行了 3 次匹配，2 次循环校准匹配，其基本色差结果见表 3。

表 3 基本色差分析

Tab. 3 Analysis of basic color differences

匹配次数	平均色差	最大色差	最大色差点（CMYK）	均方差
第 1 次匹配	13.06	47	（55 0 100 0）	7.83
第 2 次匹配	1.2	5.59	（100 0 100 20）	0.83
第 3 次匹配	0.5	2.83	（0 100 100 80 ）	0.33

从表 3 中可以看出，经过第 3 次匹配后，基本色差都比较低，基本能满足要求。其分类色差见表 4。

从表 4 中可以看出，各分区的平均色差都在 0.5 左右，最大色差在 3 以内，对于印刷样稿来说满足要求。但与 Y 相关的色差比较大，且密度较大的地方色差大，这可能与墨水 Y 和打印机的色域在最底部包不住印刷色域有关。印刷复制质量除与色差有关外，还与网点扩大和 L 值的阶调复制曲线有关，其能表达是否能复制出阶调丰富的图像，见图 4—5。

表 4 分类基本色差分析

Tab. 4 Analysis of classified basic color differences

	新建校准包			
总计	最大色差	2.83		
	平均色差	0.50		
分类计算	色块	平均值	最大值	最大值点（CMYK）
	C	0.34	0.74	（95 0 0 0）
	M	0.38	1.15	（0 95 0 0）
	Y	1.10	2.24	（0 0 90 0）
	K	0.51	1.81	（0 0 0 100）
	CM	0.38	0.90	（100 40 0 0）
	CY	0.55	1.94	（100 0 100 0）
	CK	0.37	0.97	（40 0 0 100）
	MY	0.47	1.45	（0 20 55 0）
	MK	0.64	2.37	（0 100 0 80）
	YK	0.61	1.46	（0 0 70 80）
	CMY	0.46	1.78	（100 10 100 0）
	CMK	0.53	2.38	（40 40 0 100）
	CYK	0.57	2.20	（100 0 40 100）
	MYK	0.62	2.83	（0 100 100 80）
	CMYK	0.49	2.54	（40 100 100 100）

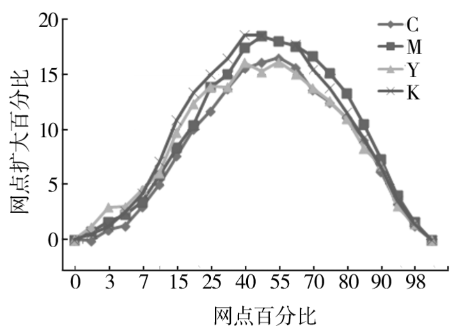

图 4 匹配后网点扩大图

Fig. 4 Dot enlargement after the match

通图 4 可以看出，Y 值的曲线相对来说不光滑，拐点比较多，复制时阶调的丰富性再现不是很好，这与测出的数据相符。由图 5 可以看出 CMYK 的整个阶调曲线光滑平整，说明对于整体阶调复制质量较好。综合色差、阶调复制曲线和 L 值变化曲线可以看出，其能满足数码打样的要求。

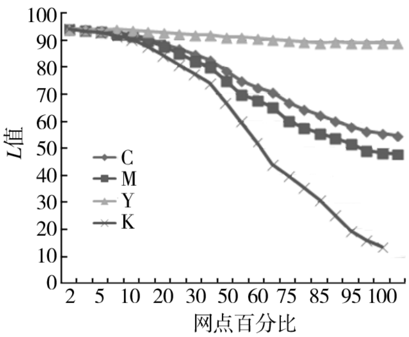

图 5　匹配后 L 值的阶调复制曲线

Fig. 5 The L replication curve after the match

3　结语

通过实验验证了数码打样色彩质量评价方案可行性和精准性,分析 IT8. 7/4 色表 1617 个色块的色差、网点扩大和 L 值的阶调复制曲线,对数码样张色彩质量做出评价,同时统计影响数码样张色彩质量的关键点,为解决数码打样出现的质量问题提供了一定的参考依据[14—18]。另外通过实验分析可知,线性化并不是输入输出网点对应相等的过程,它是通过各通道网点扩大模拟的印刷,并通过调节不同的参数使最终的效果不一样,并根据不同印刷方式选择参数,这也是今后的研究方向,对于印刷生产过程具有一定的实际指导意义。

参考文献:

[1] CHO Min-kin, CHOH Heui-keun, KIM Se-eun. Gamut Mapping Method for ICC Saturated Intent[J]. Proc SPIE, 2007. (余不详)

[2] FAIRCHILD M D, JOHNSON G M. The Icam Framework for Image Appearance, Image Differences and Image Quality [J]. Electronic Imaging, 2004(13):126—138.

[3] XU Hai-song, HIROHISA Y. Visual Evalution at Scale of Threshold to Supra Threshold Color Difference[J]. Color Research and Application, 2005, 30(3):198—208.

[4] 金洪勇,刘红芳. 透析数码打样中色彩管理的几个误区[J]. 印刷杂志,2007(3):137—138.
JIN Hong-yong, LIU Hong-fang. Some Mistakes about Digital Proof Color Management[J]. Gloabal Corrugated Industry, 2007(3):137—138.

[5] YAO Hai-gen. Subjective Evaluation and Objective Evaluation about Printing Quality[J]. Printing Magazine, 2005(7):41—42.

[6] 许向阳,王利婕,朱元泓. 数码印刷实现打样的可行性分析与测试[J]. 包装工程,2009,30(2):75—76.
XU Xiang-yang, WANG Li-jie, ZHU Yuang-hong. Feasible Analysis and Test of Digital Printing for Proof[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(2):75—76.

[7] 姚海根. 打样稿与印刷品匹配预测目前存在的问题[J]. 印刷工业,2007(2):78—80.
YAO Hai-gen. The Current Problem about Matching Between Proof and Printing[J]. Printing Industry, 2007(2):78—80.

[8] 刘浩学. 印刷色彩学[M]. 北京:中国轻工业出版社,2008.
LIU Hao-xue. Printing Chromatology[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2008.

[9] 钟云飞,周静. 基于 ICC 色彩管理的 1-bit TIFF 在数码打样中的应用[J]. 包装工程,2009,30(12):80—82.
ZHONG Yun-fei, ZHOU Jing. 1-bit TIFF Based on ICC Color Management in the Application of Digital Proofing [J]. Packaging Engineering, 2009, 30(12):80—82.

[10] 王志豪. 基于专色库循环校正的数码打样色彩控制方法[J]. 包装工程,2010,31(23):92—95.
WANG Zhi-hao. Method for Color Control of Digital Proof Based on Circular Correcting of Spot Color Libruary [J]. Packaging Engineering, 2010, 31(23):92—95.

[11] 罗红莲. 数码打样色彩管理系统的评估[D]. 西安:西安理工大学,2006.
LUO Hong-lian. Verification of Digital Proof Color Management[D]. Xi'an: Xi'an University of Technology, 2006.

[12] 梁静,张立辉. 数码打样色彩管理系统的研究[J]. 包装工程,2006,27(4):108—110.
LIANG Jing, ZHANG Li-hui. The Research of Digital Proofing Color Management System[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(4):108—110.

[13] 马洁. 数码打样规范管理方法建立与实现[D]. 武汉:武汉大学,2005.
MA Jie. The Design and Realization of Standard Control Methords in Digital Proof[D]. Wuhan: Wuhan University, 2005.

[14] 楚高利,成刚虎. 真空镀铝纸的制作及胶印工艺研究[J]. 包装工程,2007,28(5):179—181.
CHU Gao-li, CHENG Gang-hu. The Production of Vacuum Aluminum Plating Paper and Offset Printing Technology Research[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(5):179—181.

[15] 刘诗德. 数码打样质量控制理论与技术研究[D]. 郑州:解放军信息工程大学,2009.
LIU Shi-de. Digital Proofing Quality Control Theory and Technology Research[D]. Zhengzhou: The PLA Information Engineering University, 2009.

(下转第 147 页)

Turnover Box for Common Head Cabbage[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2011, 39 (35): 21772—21774.

[35] LADANIYA M,SINGH S. Influence of Ventilation and Stacking Pattern of Corrugated Fibre Board Containers on Forced -Air Precooling of ′Nagpur′ Mandarins[J]. Journal of Food Science and Technology-Mysore,2000,37(3):233—237.

[36] DE CASTRO L R,VIGNEAULT C,CORTEZ L A B. Container Opening Design for Horticultural Produce Cooling Efficiency[J]. Journal of Food,Agriculture and Environment, 2004,2(1):135—140.

[37] DE CASTRO L R,VIGNEAULT C,CORTEZ L A B. Effect of Container Openings and Airflow on Energy Required for Forced Air Cooling of Horticultural Produce[J]. Canadian Biosystems Engineering,2005,47:1—9.

[38] 董德发. 果蔬差压通风预冷理论与实验研究[D]. 济南:山东建筑大学,2008.
DONG De-fa. Theoretical and Experimental Study on Pressure Precooling of Fruits and Vegetables[D]. Jinan:Shandong Jianzhu University,2008.

[39] FERRUA M J,SINGH R P. Improved Airflow Method and Packaging System for Forced-air Cooling of Strawberries [J]. International Journal of Refrigeration, 2011, 34(4): 1162—1173.

[40] 李超. 不同容积开孔率对果蔬差压预冷效果影响的研究[D]. 天津:天津商业大学,2011.
LI Chao. The Study of the Influence on Different Volume Opening Rate to the Effect of Fruits and Vegetables Pressure Pre-cooling[D]. Tianjin:Tianjin University of Commerce,2011.

[41] De CASTRO L R,VIGNEAULT C,CORTEZ L A B. Cooling Performance of Horticultural Produce in Containers with Peripheral Openings[J]. Postharvest Biology and Technology, 2005,38(3):254—261.

[42] OPARA L U,ZOU Q. Sensitivity Analysis of a CFD Modeling System for Airflow and Heat Transfer of Fresh Food Packaging:Inlet Air Flow Velocity and Inside-package Configurations[J]. International Journal of Food Engineering, 2007,3(5):1263.

[43] DEHGHANNYA J, NGADI M, VIGNEAULT C. Transport Phenomena Modelling During Produce Cooling for Optimal Package Design:Thermal Sensitivity Analysis[J]. Biosystems Engineering,2012,111(3):315—324.

[44] 蔡景辉,刘斌,王艳红,等. 差压预冷外部遮挡开孔方式数值研究及实验验证[J]. 制冷学报,2011,32(1):51—57.
CAI Jing-hui, LIU Bin, WANG Yan-hong, et al. Numeral Study and Experimental Verification of Vent-Hole Type of External Cover on Differential Pressure Cooling[J]. Refrigeration,2011,32(1):51—57.

[45] 陈天及,郭亚丽,余本农,等. 番茄差压预冷速度影响因素的试验研究[J]. 农业工程学报,2001,17(5):105—107.
CHEN Tian-ji, GUO Ya-li, YU Ben-nong, et al. Experimental Study on the Pressure-difference Pre-cooling of Tomatoes in Cartons[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering,2001,17(5):105—107.

[46] FERRUA M J,SINGH R P. Improved Airflow Method and Packaging System for Forced-air Cooling of Strawberries [J]. International Journal of Refrigeration, 2011, 34(4): 1162—1173.

[47] 杨洲,陈朝海,段洁丽,等. 荔枝压差预冷包装箱内气流场模拟与试验[J]. 农业机械学报,2012,43(S1):215—217.
YANG Zhou, CHEN Chao-hai, DUAN Jie-li, et al. Simulation and Experiment of Airflow Field in Cartons of Pressure -Difference Pre-cooling for Litchi[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery,2012,43(S1): 215—217.

[48] 孙诚. 包装结构设计[M]. 北京:中国轻工业出版社,2008.
SUN Cheng. Packaging Structure Design[M]. Beijing:China Light Industry Press,2008.

[49] 成世杰. 欧洲果蔬运输瓦楞纸箱 CF 标准试解[J]. 印刷技术,2010(10):43—44.
CHWNG Shi-jie. The Introduction of Common Footprint Standard[J]. Printing Technology,2010(10):43—44.

[50] FERRUA M J,SINGH R P. Modelling Airflow Through Vented Packages Containing Horticultural Products[M]. Florida:CRC,2007.

(上接第 123 页)

[16] 黄敏,刘浩学,廖宁放. 基于匀色色块的色差主、客观评价[J]. 包装工程,2007,28(2):69—74.
HUANG Ming, LIU Hao-xue, LIAO Ning-fang. Subjective and Objective Evaluation of Color Difference Based on Uniform Color Patches[J]. Packaging Engineering, 2007, 28 (2):69—74.

[17] 刘浩学,朱明,黄敏. 从特性文件分析 ICC 色域映射机制[J]. 中国印刷与包装研究,2010,2(1):14-19.
LIU Hao-xue, ZHU Ming, HUANG Ming. Analysis of the ICC Color Gamut Mapping Mechanism From the Properties File[J]. Chinese Printing and Packaging Research,2010,2 (1):14-19.

[18] 王志豪. 数码打样色彩控制技术的研究与实现[D]. 南京:南京林业大学,2011.
WANG Zhi-hao. The Research and Implementation of Digital Proofing Color Control Technology[D]. Nanjing:Nanjing Forestry University,2011.