

基于灰平衡优化的印刷标准化校正工艺

许向阳¹, 孟凡亚², 张良彩¹

(1. 深圳职业技术学院, 深圳 518055; 2. 海德堡印刷设备(深圳)有限公司, 深圳 518004)

摘要: 在分析 ISO 胶印工艺灰平衡控制方法的基础上, 以标准 ICC 为目标, 实现了基于灰平衡优化的印刷标准化校正工艺设计, 简化了校正工艺流程。实验中通过 ICC 特性文件制作软件与 CTP 印刷补偿技术的结合, 实现了该校正流程, 创建的新 ICC 特性文件与标准 ICC 具有高度的一致性, 能够满足印刷条件改变时, 印刷工艺的标准化。

关键词: 色彩管理; 灰平衡; 质量控制; 标准化

中图分类号: TS807 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)21-0104-04

Calibration Process of Printing Standardization Based on Gray Balance Optimization

XU Xiang-yang¹, MENG Fan-ya², ZHANG Liang-cai¹

(1. Shenzhen Polytechnic, Shenzhen 518055, China; 2. Heidelberg Shenzhen Ltd., Shenzhen 518004, China)

Abstract: Based on the analysis of the ISO adjustment methods "the use of near-neutral scales", standardized calibration process of based on gray balance optimization was designed with standard ICC as target to simplify the calibration process. The calibration process was realized via combination of ICC profile creation software and CTP process calibration techniques. The created ICC profile has good consistency with standard ICC profile, which can meet the requirement of printing process standardization when printing condition changes.

Key words: color management; gray balance; quality control; standardization

印刷灰平衡是保证彩色准确再现的基础, 实质是利用彩色油墨再现准确的灰色值。灰平衡数值是印刷质量评价的一个重要指标。在模拟彩色图像扫描仪和模拟打样设备应用时代, 灰平衡的控制是靠连接指定的输入值实现, 如 ISO 12647-2:1996 指定的参考值(25-19-19, 50-40-40, 75-64-64)^[1]。当彩色图像扫描仪、数码相机、数码打样系统、油墨预设以及光谱测量技术等应用于印刷, 彻底改变了印刷复制工艺, 灰平衡的控制变得容易, 从某方面说灰平衡好像失去了重要性, 致使 ISO 12647-2:2004 中灰平衡作为信息附件存在^[2]。实质上灰平衡是一个与工艺相关的因素, 其作用在 ICC 色彩管理体系中得到了明确的定位, 当生成特性化数据和 ICC 特性文件时, 上墨量在 ISO 标准范围内的稍微变动, 就导致灰平衡的改变。同样, 网点扩大值在 ISO 标准范围内的变化也导

致灰平衡的明显变化, 因此灰平衡不是失去了其重要性, 而是预示着新的 ISO 标准出现。

为推动印刷工艺标准化工作, 本文在分析印刷工艺校正方法基本原理的基础上, 以标准的 ICC 为目标, 采用灰平衡优化的方法实现印刷工艺的校正, 结果可直接达到期望的要求。尤其是在印刷设备、纸张类型或加网条件发生变化的情况, 创建的新 ICC 与标准具有高度的一致性。

1 印刷工艺校正的方法

ISO/TS 10128 规定了 3 种方法可以实现印刷工艺校正, 一是基于控制印刷网点扩大曲线(TVI)的方法; 二是基于控制印刷灰平衡的方法; 三是建立设备链接特性文件(Device-Link)的方法^[3]。

收稿日期: 2012-08-12

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(61108087)

作者简介: 许向阳(1979-), 男, 河南人, 硕士, 深圳职业技术学院教师, 主要从事印刷包装工程的教学与研究。

基于 TVI 的方法是一个传统的方法,应用最广泛,Fogra 推出的 PSO 就是应用该方法^[4]。其原理就是通过调整印刷压力、包衬量,以及适当的网点补偿来实现正确的网点再现,从而实现控制颜色色差在要求范围内。TVI 不能代表中性灰的变化,对中性灰的控制需要结合三条 TVI 的调整实现,工艺难度较大,有时 TVI 达到标准范围,灰平衡仍旧不能保证^[5]。

Device-Link 的方法,就是将两个设备的 ICC 链接起来,直接形成一个 CMYK-CMYK 的闭环颜色转换流程。该方法实施前必须要获得设备特性文件,即设备已经是经过校正达到某种标准状态了。严格来说该方法仅是定义了一个颜色转换的关系,对于设备校正过程作用不大。

基于灰平衡的方法就是“使用灰平衡梯尺”实现印刷工艺的校正。该方法的实施是在校正开始就要考虑灰平衡的需要,在油墨墨层厚度达到最佳的同时,调整阶调复制曲线,结果不但保证墨层厚度和网点扩大值在标准范围内,而且也达到了最佳的视觉灰平衡效果。灰平衡校正方法可以实现基于色度的印刷工艺校正,比基于 TVI 方法的基于密度的印刷工艺调整更加符合视觉感受。G7 就是采用基于灰平衡的校正方法,通过生成标准的 NPDC 曲线实现工艺的校正^[6-8]。

2 基于灰平衡优化的校正工艺

基于灰平衡优化的校正工艺是在灰平衡校正的基础上进行的,所不同的是灰平衡优化的方法将标准数据(如:ISO 标准特征化数据)作为参考,见图 1。

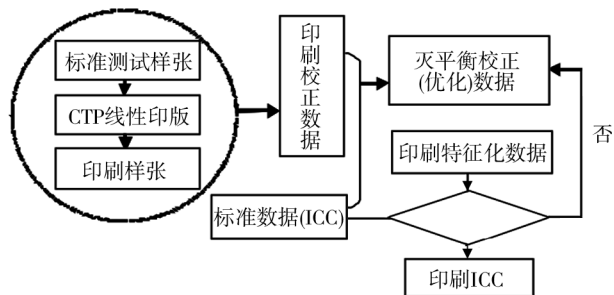


图 1 灰平衡优化校正工艺流程

Fig. 1 The gray balance optimization calibration process

基于灰平衡优化的校正工艺流程实施过程相对于其他方法简单易行。首先印刷标准测试样张。测试样张必须要包含灰平衡梯尺和用于制作 ICC 文件

的色靶两种元素。通过调整印刷工艺的相关参数印刷标准测试样张,当灰平衡梯尺各级灰色的色度值达到参考标准要求时,即认为印刷设备校正完毕。使用测量设备测得标准色靶的色度值和灰平衡梯尺各分色的网点百分比,获得当前工艺条件下印刷校正数据,并与标准数据进行比较得到灰平衡校正数据。在当前印刷条件下,使用灰平衡校正数据进行印刷补偿,制得印版,再次印刷得到印刷特征化数据。将该印刷特征化数据与标准数据进行对比,判断当前灰平衡数据是否符合标准要求,如果在标准范围内则创建当前印刷的特性文件。否则,生成新的灰平衡优化数据,印刷得到新的特征化数据。反复将特征化数据与标准数据进行比较,直到灰平衡数值在标准范围内为止。

基于灰平衡优化工艺采用的方法是将印刷特征化数据与 ISO 标准数据对比,优化出新的灰平衡数据,再印刷得到新的特征化数据。本工艺的一个创新点是采用标准的 ICC 文件作为参考。ICC 特性文件是描述设备颜色属性的标准化文件,特性文件中包含了灰平衡和印刷工艺的阶调值。将测量的灰平衡数据和标准 ICC 文件中的灰平衡数据进行对比,用与标准数据中色差最小一组网点配比作为视觉灰匹配时的灰平衡校正(优化)数据。灰平衡校正(优化)数据即为 CMY 各色版分色数据,通过插值计算可以得到灰平衡曲线,该灰平衡曲线其实就是满足标准要求的印刷补偿曲线。基于灰平衡优化的一般公式:

$$G(L, a, b) \rightarrow f(C, M, Y)$$

$$\min(\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}) \quad (1)$$

式中: $G(L, a, b)$ 表示灰平衡色块的 CIELAB 色度值, $f(C, M, Y)$ 表示灰平衡色块的原色油墨网点配比,这个关系式或者是计算模型,或者是查找表关系,依据 ICC 文件而定。 ΔE 表示测量灰平衡色块与标准灰平衡色块的色差。

3 实验与结果分析

3.1 实验条件

设备:海德堡 SM74-4 印刷机,海德堡 SupraSet-ter74 直接制版机,X-rite spectro-eye,X-rite Eye-One iO 分光光度计,ICPlateII。软件:Prinect Color Toolbox 3.5, Prinect Calibration manager。参考标准:ISO

12647-2, ISO Coated. icc。ISO 标准测试样张: 包含 IT8.7-4 和灰平衡测试对象。材料: DIC 亚洲之星油墨、157 g/m² 紫兴双铜纸。

3.2 数据测量与计算

印版线性化是基础保证, 使用 Prinect Calibration

Manager 完成印版的线性化工作。采用标准测试样张出一套线性版。待印刷稳定后, 抽样, 使用 Spectro-eye 测量得到油墨颜色数据见表 1, 测量条件: 白衬垫、T 状态、20 视场、绝对测量、无滤镜。

表 1 列出了当前印刷条件下实地油墨颜色数据、

表 1 油墨颜色测量数据与标准差数据
Tab.1 Ink color measurement data and standard deviation data

	实地油墨颜色						纸张			
	D	ΔD	L	a*	b*	ΔE	L	a*	b*	ΔE
C	1.53	0.13	55.56	-36.12	-52.38	2.60	94.74	0.02	1.78	1.22
M	1.61	0.21	46.51	75.67	2.23	5.69				
Y	1.36	0.06	88.43	-4.37	-95.16	2.32				
K	1.68	0.03	15.81	-0.23	2.03	2.05				

纸张色度数据以及与参考标准的差值。实地密度数据表明: 墨层厚度达到了 ISO 的标准要求。油墨色度数据表明: CYK 油墨颜色达到了 ISO 的标准要求, 仅品红油墨色差稍大, ΔE >5。纸张色度数据表明: 实验所用纸张和标准参考条件所用的纸张匹配, 达到了 ISO 的标准要求。测量测试样张上的阶调梯尺对象, 测得的网点扩大数据与参考标准的差值曲线见图 2。

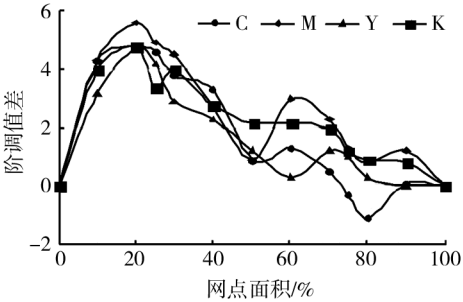


图 2 网点扩大与参考标准差值

Fig.2 Dot gain and the reference standard deviation

图 2 中横轴表示印版网点百分比, 纵轴表示当前印刷的阶调值与与参考标准的阶调值之差, C, M, Y, K 四条曲线变化趋势, 说明了在 30% 以下的阶调增加值浮动值超过了 4 个点。测量样张的灰平衡控制对象, 与相应标准灰平衡对象的色差是: G₂₅ 色块 ΔE = 3.56, G₅₀ 色块 ΔE = 3.01, G₇₅ 色块 ΔE = 5.48。按照 ISO 12647-2 的要求, 虽然实地颜色基本达到了标准要求, 但是网点扩大还不满足标准要求, 灰平衡的视觉色差偏大。

此时的印刷状态, 仅靠调整印刷设备很难使各个质量参数均达到标准的要求。鉴于灰平衡优化校正工艺的原理, 将测得的灰平衡数据与标准灰平衡数据进行比较, 用与标准数据中视觉差最小的灰平衡配比数据作为当前工艺的灰平衡校正数据。可从参考 ICC 的 BtoA 查找表中获得, 获得的灰平衡校正数据, 见表 2。

表 2 灰平衡数据

Tab.2 Gray balance data

	灰平衡标准数据				灰平衡校正数据				ΔE		灰平衡优化数据				ΔE	
	C	M	Y	K	C	M	Y	K	f(cmy)	K	C	M	Y	K	f(cmy)	K
G ₂₅	25	19	19	25	21.06	14.87	16.29	21.77	1.85	0.60	23.1	16.7	17.3	24.8	0.63	0.22
G ₅₀	50	40	40	50	48.04	35.16	38.77	47.56	3.12	1.51	48.1	37.7	37.2	50	1.09	0.42
G ₇₅	75	66	66	75	73.23	59.71	64.84	72.75	3.34	2.38	71.1	60.5	60	74	1.38	0.90

使用灰平衡校正数据再次制版, 在同样印刷条件下印刷测试样张, 抽样测量灰平衡控制对象, 计算相对于标准的色差, 见表 2。表 2 中 ΔE 数据左侧列表示三色叠印对象相对于标准的色差, 右侧列是单黑色对象相对于标准的色差。表 2 中的色差数据表明, 经过灰平衡校正后, 第二次印刷的灰平衡得到了明显的

改善, 仅是 G₅₀ 和 G₇₅ 的色差稍大, 在这种情况下还需进一步改善灰平衡。因此, 将第二次印刷测量的灰平衡数据与标准数据再次匹配, 计算出优化的灰平衡数据(见表 2)。在同样印刷条件下印刷测试样张, 抽样测量灰平衡控制对象, 计算相对于标准的色差(见表 2)。经过优化后, CMY 灰平衡有了较大的改善, 并且

此时的网点扩大也都满足了 ISO 的要求。

3.3 优化结果评价

本实验具体实施中,选择 ISO Coated. icc 作为标准参考特性文件,获取标准灰平衡数据。执行灰平衡优化后,计算得到的灰平衡数据就是满足 ISO 要求时,三原色油墨应达到的网点百分比组合。该数据能够换算为当前工艺条件的印刷补偿数据,通过与 CTP 工艺结合实现印刷补偿值曲线的创建。实验采用海德堡的 CTP 设备,将优化的灰平衡数据输入 Prinect Calibration manager,通过插值计算可得到印刷补偿曲线。制版印后,抽样测量测试样张上的 IT8.7-4,获得印刷特征化数据,使用 Prinect Color Toolbox3.5 创建印刷 ICC。当前工艺下,新 ICC 文件与 ISO Coated. icc 对比,色域图见图 3,分析数据见表 3。

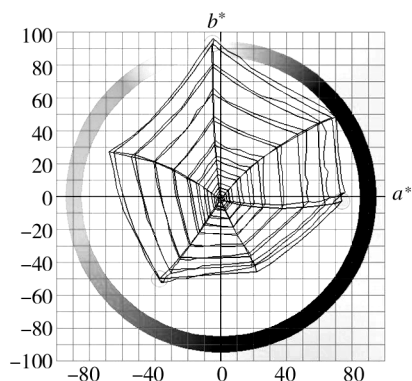


图 3 ICC 色域比较

Fig. 3 Comparison of ICC gamut

图 3 中靠内的线条围起来的区域是新 ICC 文件的色域,略小于标准 ICC,除品红颜色外,一次色的颜色值和二次色的颜色值都在 ISO 的标准容差内。从表 3 中主色的色差数据可知,M 油墨 $\Delta E > 5$,其他的

表 3 ICC 评价数据

Tab.3 ICC evaluation data

主色	ΔE	统计分析
C	2.65	平均色差: $\Delta E = 2.19$
M	5.63	
Y	2.39	标准偏差: $\Delta E = 1.22$
K	1.95	
R	3.10	最大色差: $\Delta E = 5.84$
G	2.94	
B	3.72	

均在标准范围之内, $\Delta E < 4$ 。从统计数据来看,平均色差和标准偏差都较小,说明新 ICC 与标准 ICC 的特征化数据在空间分布上很接近。最大色差稍大,解

决这个问题可以通过以后的印刷中加灰平衡测试条,抽样、测量,通过 N 次优化的方式进一步纠正。

4 结论

印刷工艺校正中,当颜色值达到标准范围内时,仅调节印刷参数很难实现网点扩大与灰平衡之间的均衡,通常是灰平衡达到要求时,网点扩大超出了要求的范围,网点扩大达到要求了,灰平衡的却难以保证。基于灰平衡优化的校正工艺流程操作简单,将印刷调整与 CTP 工艺结合可以轻松实现,灰平衡的数据可以直接转化为印刷补偿曲线,实现 TVI 的调整。并且优化的过程是一个不断逼近标准的过程,也可以和 TVI 校正方法结合进行标准化工作。该方法特别适合当相关印刷条件改变时的工艺校正,节省印刷物料、节约校正时间。

参考文献:

- [1] ISO 12647-2:1996, Graphic Technology—Process Control for the Manufacture of Half-tone Color Separations, Proof and Production Prints—Part 2: Offset Lithographic Processes[S].
- [2] ISO 12647-2:2004, Graphic Technology—Process Control for the Production of Half-tone Color Separations, Proof and Production Prints—part2:Offset Lithographic Processes[S].
- [3] ISO/TS 10128:2009, Graphic Technology—Methods of Adjustment of the Color Reproduction of a Printing System to Match a Set of Characterization Data[S].
- [4] 蒋青言,赵秀萍,袁尉. 基于 PSO 控制方法下不同油墨印刷性能的分析研究[J]. 包装工程,2011,32(17):115-118.
JIANG Qing-yan,ZHAO Xiu-ping,YUAN Wei. Research on Printing Performance of Different Ink Based on PSO Control Method[J]. Package Engineering,2011,32(17):115-118.
- [5] International Digital Enterprise Alliance, Inc. IDEAlliance 2007 Guidelines & Specifications [J]. Graphic Arts Monthly(S),2007(5):50.
- [6] 刘瑞芳. 解析 G7 与其他印刷设备校准法[J]. 包装工程,2011,32(5):80-83.
LIU Rui-fang. Analysis of G7 and Other Calibration Methods of Printer[J]. Package Engineering,2011,32(17):80-83.

5 结语

针对摩托车包装线各工序存在的不均衡现象,运用作业测定技术中的 MOD 法分析了包装线上各瓶颈工序,并结合包装线的作业特点以及周边设施的布局状况,设计了各瓶颈工序的改善方案。经过改善,平衡率提高了 22.2%,生产节拍降低了 5.43 s。该方法简单、实用,企业相关人员容易学习掌握,在不投资或较少投资的情况下,可以最大限度地降低成本,提高生产效率。

参考文献:

- [1] 杨萍. 基于动作研究的药品包装作业过程分析与优化[J]. 包装工程, 2010, 31(13): 66-70.
YANG Pin. Pharmaceutical Packaging Process Analysis and Optimization Based on Action Research[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(13): 66-70.
 - [2] BECKER Christian, SCHOLL Armin. A Survey on Problems and Methods in Generalized Assembly Line Balancing[J]. European Journal of Operational Research, 2006, 168(3): 694-715.
 - [3] BOYSENA Nils, FLIEDNER Malte, SCHOLLB Armin. A Classification of Assembly Line Balancing Problems[J]. European Journal of Operational Research, 2007, 183(2): 674-693.
 - [4] 易树平, 郭伏. 基础工业工程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
YI Shu-ping, GUO Fu. Fundamental Industrial Engineering[M]. Beijing: China Machine Press, 2007.
 - [5] 郭伏, 张国民. 工作研究在流水线平整中的应用[J]. 工业工程与管理, 2005(2): 120-124.
GUO Fu, ZHANG Guo-min. Application of the Work Study to Balancing Production Lines[J]. Industrial Engineering and Management, 2005(2): 120-124.
 - [6] 王晶, 葛安华. 液晶显示器装配生产线平衡优化研究[J]. 森林工程, 2009, 25(1): 28-32.
WANG Jing, GE An-hua. Balancing Improvement Study on Assembly Line of Liquid Crystal Display[J]. Forest Engineering, 2009, 25(1): 28-32.
 - [7] 陶鹏, 葛安华, 张玉巧. 采伐联合机作业效率研究[J]. 工业工程, 2010, 13(5): 117-120.
TAO Peng, GE An-hua, ZHANG Yu-qiao. Work Study for Improvement of Operation Efficiency of Combine Harvesting Machine[J]. Industrial Engineering, 2010, 13(5): 117-120.
 - [8] 刘洪伟, 齐二石. 基础工业工程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011.
LIU Hong-wei, QI Er-shi. Fundamental Industrial Engineering[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2011.
-
- (上接第 107 页)
- [7] International Digital Enterprise Alliance, Inc. The G7 Specification 2008[EB/OL]. (2008-09-12)[2010-10-15]. http://www.Idealliance.Org/Industry_Resources/Branding_Media_and_Color/g7/Specification/g7_Specification_2009_Draft.
 - [8] 胡媛, 司占军, 董雷. 基于 G7 方法的印刷标准化测试方法研究[J]. 包装工程, 2011, 32(19): 111-114.
HU Yuan, SI Zhan-jun, DONG Lei. Research on Printing Standardization Test Method Based on G7 Method[J]. Package Engineering, 2011, 32(19): 111-114.
-
- (上接第 124 页)
- ZHANG Cong-liang. Object-oriented Software Analysis and Modeling Based on UML[J]. 2010(4): 74-75.
 - [6] 梁玮. 基于 UML 的面向对象建模方法研究[J]. 软件导刊, 2009, 8(1): 47-49.
LIANG Wei. Approach on Object-oriented Modeling Method Based on UML[J]. Software Guide, 2009, 8(1): 47-49.
 - [7] 颜志军, 孙宝文, 王天梅. 基于 UML 的业务流程模型分析方法研究[J]. 计算机工程与应用, 2004(29): 226-228.
YAN Zhi-jun, SUN Bao-wen, WANG Tian-mei. Analysis Method for UML-based Business Process Models[J]. Computer Engineering and Applications, 2004(29): 226-228.