

解析 G7 与其他印刷设备校准法

刘瑞芳

(天津科技大学, 天津 300222)

摘要: 阐述了 G7 的定义、工艺原理及其应用领域, 介绍了传统 TVI(Tone Value Increase)法与四维 CMYK 转换法, 将 G7 与它们进行了对比研究, 分析了各自的优点和局限性, 发现 G7 对于印刷工艺过程控制具有明显的优势。最后讨论了 G7 认证的真正价值, 以给印刷企业提供帮助。

关键词: G7; 灰平衡; TVI 法; 四维 CMYK 转换法; NPDC 曲线

中图分类号: TS803; TS801.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)05-0080-04

Analysis of G7 and Other Calibration Methods of Printer

LIU Rui-fang

(Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

Abstract: The definition, technical principle, and application field of G7 was introduced. TVI method and 4-D CMYK Transform method were introduced. Their advantages and disadvantages were further analyzed by comparative study on the above methods. It was found that G7 has obvious advantages in printing process control. The value of G7 certification was discussed. The purpose was to provide reference for printing enterprises.

Key words: G7; gray balance; TVI; 4-D CMYK transform; NPDC curve

G7 proof-to-print (打样到印刷) 流程, 是由 GRACoL 委员会在印刷特性研究工作组的协助下开发的一个新的过程控制方法, 主要针对以 CTP 直接制版为本的商业印刷流程, 简单有效地实践了 ISO 12647-2 印刷标准。G7 的核心理念是旨在通过定义灰平衡、中性印刷密度曲线 NPDC(Neutral Print Density Curve), 并结合传统方法中测量各色的网点扩大值, 在不同的印刷条件下, 实现趋于一致的印刷质量。

1 GRACoL 简介

GRACoL 是美国商业平版胶印应用普通要求的英文缩写。GRACoL 是 IDEAlliance(美国国际数字企业联盟)最初于 1996 年成立的一个特别工作组, 希望能为高质量的商业胶印开发一套操作指南和规范。当时, 出版印刷界已有 SWOP(轮转胶印出版规范)和 SNAP(新闻纸广告印刷规范)。这 2 项规范为与印刷生产流程有关的公司间的交流有效设置基准。由此人们想到, 商业印刷市场也应配备类似规范, 于是

GRACoL 便应运而生了。SWOP 和 GRACoL 均为 IDEAlliance 的注册商标。

2 G7 工艺

2.1 G7 的含义

G7 也是 IDEAlliance 的注册商标, 是一种支持 GRACoL7 规范的新的校正方法, 即“打样—印刷校正方法”, 而 GRACoL7 的设计是为了帮助印刷业者实现 ISO 标准。G7 与现有的 ISO 印刷标准兼容, G7 之所以被命名为“G”, 是因为灰色 Gray, 7 指 ISO 12647-2 规定的 7 种实地油墨, 即 CMYKRGB。

G7 定义了用于使多个设备、多个流程和多种媒介间达到一致灰平衡再现的因素。G7 的主要创新是直接测量组合的 CMY 中性灰梯尺, 而不是测量每一 CMY 色版的网点扩大(TVI)值。允许将灰平衡和曝光控制这些久经考验的摄影原理应用到 CMYK 四色印刷中, 确保无论活件在哪里印或怎么印, 印刷图像间的视觉效果都能达到一致。虽然 G7 最初为商业胶印

收稿日期: 2010-11-08

作者简介: 刘瑞芳(1978—), 女, 山西阳泉人, 硕士生, 天津科技大学讲师, 主要从事印刷与数字出版方面的教学及研究。

打样开发,但现在已成功应用于涂布和非涂布纸胶印、新闻纸、柔印、凹印、喷墨、染料升华、喷墨打印和电子照相印刷中,而且也可用在调频和调幅加网上^[1]。

G7 主要应用于 2 个不同的领域。首先,G7 可用作开发其他标准特性化数据集的基础。在 G7 规范范围内定义的灰平衡和中性灰梯尺,已作为开发标准特性化数据集 TR003 和 TR005 (SWOP)、TR006 (GRACoL)和 TR007 (FIRST/Flexo)的基础。这些规范和基于 G7 开发的任何其他印刷规范均可达到“同貌(shared appearance)”效果,这使得不同成像工艺间的图像文件与样张交换过程变得更加容易,并更具可预见性。其次,G7 原理可用于校准全球印刷机和打样系统。

2.2 G7 工艺原理

G7 规范基于中性灰和色调的比色法定义,中性灰和色调一起控制了图像灰成分的视觉外观。

2.2.1 G7 灰平衡

G7 将灰平衡定义为:CMY 灰梯尺上的每个叠印色块应达到的理想 CIELab a^* 和 b^* ,该值与该色块青网点百分比($C\%$)、纸张的色度 a^* 和 b^* 值有关,关系如下:

$$a_{\text{理想}}^* = a_{\text{纸张}}^* \times (100 - C\%) / 100$$

$$b_{\text{理想}}^* = b_{\text{纸张}}^* \times (100 - C\%) / 100$$

可以看出,当灰梯尺变暗时,每个灰梯尺等级的理想 a^* 和 b^* 值会朝着零减少。可以用 2 条直线画图表示,一个是 a^* (图 1 的曲线 1)与 $C\%$,一个是 b^* (图 1 的曲线 2)与 $C\%$ 。当 $C\% = 0$,这 2 条线的起点是纸张的 a^* 和 b^* 值。当 $C\% = 100$,2 条线的终点都为 0。印刷在色度值为 $a^* = 2, b^* = -5$ 的非标准纸张上的理想灰梯尺的理想 a^* 和 b^* 值见图 1。

G7 CMY 灰平衡 3 个一组网点百分比基于传统中间调 50C,40M,40Y 的配比,然后沿着阶调灰梯尺的 2 个端点非线性改变。CMY 灰梯尺规定了 25 个色块的 CMY 3 个一组的网点百分比值,比如(25.1 C,18.82M,18.82Y)、(49.8C,40M,40Y)、(74.9C,65.88M,65.88Y)等色块,在此不一一列举。

有一点必须说明,起初 G7 在定义灰平衡时,并没有考虑印前流程,即印前文档里没有 IDEAlliance 的相关设置。可是,灰平衡的实现必须依赖于文档的标准 ICC,只要印出标准 ICC 所定义的颜色,就可实现灰平衡。直到 Adobe Acrobat 9.0 才第一次在 Adobe 产品中加载 Coated GRACoL 2006 ICC 特性

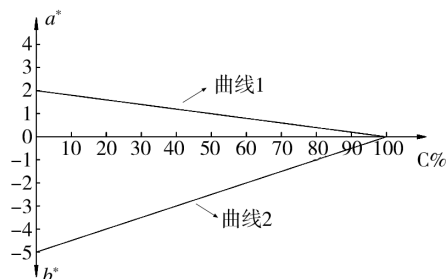


图 1 $a^* = 2, b^* = -5$ 的非标准纸张上

印刷的理想灰梯尺的理想 a^* 和 b^* 值

Fig. 1 Ideal a^* and b^* values for an ideal gray scale printed on non-standard paper with $a^* = 2, b^* = -5$

文件。所以,要想使用 G7 实现灰平衡,最好使用 Adobe CS4 或更高版本。

2.2.2 NPDC 曲线

G7 规范用 NPDC 曲线定义色调。G7 NPDC 是指印刷灰梯尺上测量的中性灰密度和原始半色调网点百分比间的关系。GRACoL 提供了一套专门的数据(包含在 P2P 样张中)用来做 NPDC 曲线。G7 规范定义 2 个标准的 NPDC,一个是组合的 CMY 灰梯尺,一个是单黑灰梯尺。由于中性灰密度是一个绝对测量值,而网点扩大值是一个和实地密度相关的相对量,因此这个概念更能保证印刷阶调和密度的测量结果与表观感受一致性。为了简化过程控制和样张评估,G7 从 NPDC 曲线中提取出 3 个新指标:HR(亮调范围),SC(暗调反差)和 HC(亮调反差),简单来说,HR 反映印刷品整体阶调和灰平衡,SC 检查暗调灰平衡,HC 检查亮调灰平衡。这就可以很快监测 G7 校准过程的 NPDC,而不必测量一个完整的灰梯尺。为方便起见,HR,SC 和 HC 均以中性密度(ND)表示,ND 可以用密度计的 K 或视觉密度通道衡量,ND 也可以用 CIE XYZ_Y 依据式 $ND = \lg(100/Y)$ 计算出来。

3 G7 与其他校准方法的比较

G7 出现前,校准 CMYK 设备,使其匹配其他设备或参考印刷条件的最常见的 2 种方法为:

- 1) TVI 法。使用 4 个一维曲线,调整标准 CMYK 着色剂的 TVI 值。
- 2) 四维 CMYK 转换法。通过基于 ICC 特性文件或设备链接的四维查找表,转换 CMYK 像素值。

这 2 种方法本质上完全不同,因为 TVI 法只是单独控制每个着色剂,而设备链接法控制整个色空间。这二者都可用 G7 法替换或增强。

3.1 G7 与 TVI

大多数传统的 CMYK 校准法都是通过测量每种着色剂的 TVI,然后生成校正曲线,以绘制一些与参考曲线相似的 TVI 曲线。

3.1.1 TVI 法的优点

TVI 很容易测量,大多数手持式密度计就能计算出 TVI;实地密度或纸张密度的变化不会带来计算困难;TVI 对确定最佳胶印机性能非常有用;在达到规定的实地油墨密度值后,检查 TVI 以确保每个机组在正常印刷,否则可能会引入曲线校正来纠正本该在印刷机上被修正的物理或化学异常;印刷期间,每当颜色问题不能通过简单的油墨调整得到解决时,测量各个墨区的 TVI 值,就可以指示印版是否存在印刷错误^[2]。

3.1.2 TVI 法的缺点

1) TVI 法基于密度测量,彩色密度主要只测量原色黄、品红、青等少量颜色密度值,而视觉密度则只能反映颜色的深浅明暗程度,不能反映具体颜色的色度情况,即具有同一密度值的颜色有许许多多,密度测量对颜色缺乏唯一性^[3],TVI 与色度数据没有直接关系。

2) TVI 不能控制由油墨色相变化、两色和三色叠印引起的灰平衡误差,也不能控制由三色叠印变化引起的中性灰密度变化,灰平衡和密度会随着油墨色相、油墨叠印牢度、不透明度和加网方法等的很小变化而发生很大变化,这 2 个组合起来对 CMY 灰梯尺有影响。

3) TVI 产生不同的中间调暗度,与密度范围有关。

4) TVI 控制网点的大小,但网点大小并不控制视觉外观效果,它无法具体说明至关重要的灰平衡、图像对比度和图像颜色饱和度的视觉标准。

因此,太多的 TVI 曲线,会导致多种印刷外观,而这些外观并不是客户想要的。

3.1.3 G7 优于 TVI 之处

1) 相比 TVI,G7 的主要优势是提供更一致的灰梯尺外观。这部分是因为 G7 用 CIELAB 而不是通过任意 CMY 的 TVI 曲线定义灰平衡,部分是因为 G7 用直接的中性灰密度单位而不是用 CMY TVI 曲

线来定义中性灰梯尺中对视觉起关键作用的亮调反差,即 G7 用 2 个 NPDC 曲线替换传统印刷规范中的 4 个 TVI 曲线。NPDC 包含 CMY 叠印色和 K 单色 2 种曲线,反映了在中性灰梯尺上,测量所得到的中性灰密度和原始网点百分比之间的关系。G7 法通过比较印刷的灰阶密度与参考灰阶密度间的差异来得到校正值得(网点百分比)。通过这个值得对 RIP 过程进行校正,从而使印刷的曲线逼近标准的 NPDC 曲线。校正值得可以通过在特定的绘图纸上手绘绘图计算,也可以由 IDEALink™ Curve 软件自动计算得到。当 2 个或更多设备的 NPDC 精确匹配时,这些设备的视觉外观,至少在灰色和近中性色调处,应密切匹配。

2) G7 产生具有可预测性的灰平衡、色调和反差。由于 G7 利用视觉外观方法,控制色度值及 NPDC 曲线来评价色彩,采用 G7 能更简单地实现 ISO 12647-2 的印刷标准,更精确地再现灰平衡,更有效地保证不同印刷条件下的“同貌”,而不用担心不同的印刷工艺、纸张、油墨量、加网方式和图像技术造成的影响。

3) G7 控制中间调 HR 的密度和色度,与密度范围无关。HR 有 2 个值,一个是 CMY (‘HR_cmy’),一个是单黑 (‘HR_k’)。HR_cmy 是通过测量 CMY 叠印灰色块(50C,40M,40Y)处的中性灰密度,并减去纸张中性灰密度计算而成。G7 通过对实地密度、网点扩大和 CTP 等传统工艺,并结合 G7 的特性数值的综合控制,确保 HR 点得以准确获得^[4]。在商业印刷中,不管任何承印物,G7 的要求就是,HR_cmy 是 0.54(该值为常数),色度 a^* 和 b^* 分别为纸张 a^* 和 b^* 的一半,同时单色 K 的 HR_k 为 0.50(该值也为常数)。由于中间调的密度和颜色有了保证,中亮调处的密度变化也就有了保证,牺牲的只是人眼反应迟钝的暗调,因而实现了不同承印材料的“同貌”印刷^[5]。

4) 相比 TVI,G7 减少了控制环节。因为 G7 只需单击 2 次,就能监测灰平衡和绝对 HR,一次是 CMY 叠印灰色块,一次是 50% 黑色块,而不像在 CMYK TVI 中,需单击 9 或 12 次,也还是不确定灰平衡情况。

3.1.4 G7 劣于 TVI 之处

当实地密度变化时,NPDC 曲线更难绘制,需要使用分光光度计,一般来说分光光度计价格昂贵,且很少用于科学研究、测量油墨特性、特种印刷品以外的领域,因此在实际生产中往往很少使用,仅依靠密

度计或是人眼直接判断,而密度计或人眼对于判断颜色是极其不准确的。

然而,无论是 G7 还是 TVI 校准,并不能保证完美模拟参考 CMYK 色空间。G7 法控制的是灰平衡和中性灰密度,而不是色彩复制。一个合适的 G7 校准设备应产生非常类似于任何其他校准设备的灰色色调,但有色区域可能由于油墨颜色、油墨叠印等变化,会有所不同(也适用于 TVI 校准)。因此,还有必要增加一些色彩管理来补偿油墨或加网变量。

3.2 G7 与四维 CMYK 转换技术

今天大多数打样系统用基于 ICC 特性文件或自定义设备链接的四维 CMYK 转换法来管理颜色的准确性。设备链接的四维 CMYK 转换法中原值和目标值都是直接以 CMYK 计算得到(不同于 ICC Profile 色彩转换工艺中使用 CIELab 进行色空间的转换),使得原值数据的黑通道特性也始终保持非常均衡的转换,这样确保了在目标 CMYK 色空间中得到一致的、高质量的视觉影像^[6],GMG 采用的就是这种独特的四维色彩转换技术。

3.2.1 四维转换法的优点

四维转换法共同控制图像的所有特征,包括色调、灰平衡和色彩;使用 ICC 或专有解决方案,实现起来相对简单;允许使用迥然不同的媒质、着色剂等,以获得相对比较好的匹配。

3.2.2 四维转换法的缺点

四维转换法要求生成模拟设备和参考设备的特性文件要极好;好的印刷机特性文件很难生成,而不好的特性文件,非但没有解决问题,反而带来更多的问题;如果输出设备本身非常暗或亮或不是中性灰,那么特性文件的绝大部分将被浪费来解决这些问题,只留下很小一部分用于细微的色彩调整;在色调方面,尤其在柔和的亮调部分,设备链接转换可能比 RIP 校准表精度低;涉及到图像百分比值的变化,有些用户不愿意接受意想不到的副作用,如“起脏网点”;所有的 RIP 或工作流程软件都没有普遍支持四维转换法;与简单的一维校准曲线相比,处理速度慢;如果重新校准导致不同的灰平衡,那么可能需要一个全新的特性文件或四维转换,这取决于设备校准的可重复性^[7]。

3.2.3 G7 优于四维转换法之处

相比设备链接,G7 更有能力实现灰平衡和色调校准;G7 校准后,一般没必要进行四维转换;用 G7 预

校准提高了后续 ICC 特性文件的精度,比如,在一个明显偏品红的设备特性文件中,品红精度的大部分用于抵消偏绿色,留下很少精度用于品红色,然而若在 G7 预校准后制作特性文件,会保持所有颜色的全部精度;允许更大的色调精确性,特别是在柔和的亮调处;G7 消除了通常由 ICC 色彩管理或设备链接所做的很多工作。

3.2.4 G7 劣于四维转换之处

在缺乏 CMYK 校准曲线的 RIP 上,G7 是不可能实现的。

4 结语

如今,GRACoL 认证已成为一种高品质印刷的象征,目前国内多家公司已通过认证,还有更多的企业正在申请认证。由于 G7 认证对纸张、油墨和设备稳定性有严格的要求,考虑到国内实际情况,即使通过 G7 认证的企业,实际生产时也很少严格按 G7 要求去做,大多数企业还是把 G7 当作一个市场营销的卖点。其实 G7 真正的价值在于过程控制,企业应该在 G7 认证的过程中学会如何去做,如何自己控制印刷过程,并自己使用它去维持和校正印刷条件,以保持恒定的外观^[8]。

无论是 G7 法还是其他校准法,都是通过利用某种手段来达到“同貌”效果,只是与其他校准法相比,G7 法确实具有一定优势,能够更可靠地控制灰平衡和亮度,过程控制更加容易。它基于摄影和光谱测量技术,这就意味着,任何人都可以通过维持整个阶调范围内的灰平衡和阶调形状这一可重复的方法来控制印刷机^[9]。

参考文献:

- [1] 李凯,刘琳琳,周淑娟. G7 工艺的实际应用研究[J]. 印刷质量与标准化,2008(7):30—33.
- [2] International Digital Enterp Rise Alliance, Inc. IDEAlliance 2007 Guidelines & Specifications[J]. Graphic Arts Monthly(S),2007(5):50.
- [3] 刘武辉. 包装印刷中的密度研究[J]. 包装工程,2008,29(6):48—51.
- [4] 柳婵,张自强. 印刷质量控制工艺 G7[J]. 印刷质量与标准化,2010(3):41—44.

表 1 墨量变化及相应的荧光纸基
Clapper-Yule 光谱预测模型精度的验证

Tab.1 Ink flow variation and verification of corresponding
Fluorescent Clapper-Yule spectral prediction accuracy

墨量的变化	平均色差	最大色差	色差大于 3 的比率/%
理论值	1.80	5.47	15.02
C+	1.31	4.28	2.95
C+ M+	1.27	5.11	1.51
M+ Y+	1.46	6.44	4.06
Y+	1.48	5.76	3.75
Y+ K+	1.52	6.93	6.48
K+	1.46	5.94	3.19
C+ K+	1.42	5.21	2.05
C+ M+ K+	1.62	5.23	10.02
C+ M+ Y+ K+	1.57	5.71	5.05
M- K+	1.99	5.62	20.76
C- M- K+	1.42	5.77	2.65
C- K+	1.85	6.24	15.19
C-	1.36	5.42	2.93
C- M-	1.32	5.80	3.26
M-	1.31	5.11	2.37
M- Y-	1.30	4.51	2.21
Y-	1.27	4.81	1.36
Y- K-	1.21	5.06	1.51
K-	1.31	5.57	2.04
C- M-	1.19	5.12	1.38
C- M- K-	1.23	4.51	1.82
C- M- Y- K-	1.13	5.32	2.67

4 结论

通过荧光基 Clapper-Yule 光谱反射预测模型来预测荧光纸基印刷品的墨层厚度变化。根据光在荧光纸基内部的多重内反射以及墨层厚度和油墨透射率的关系,对荧光纸基 Clapper-Yule 光谱预测模型进行了扩展,同时引入相对墨层厚度参数和墨层厚度变

化系数来表示墨层厚度的增加和减少量。最后,采用最小二乘参数估计法求出了相应的相对墨层厚度以及墨层厚度变化量。此模型为实现色彩的精确控制与调节提供了一个理论模型,为彩色印刷品的呈色规律分析和印刷品质量检测系统的研制与开发提供了一定的理论依据。

参考文献:

[1] 胡成发. 印刷色彩与色度学[M]. 北京:印刷工业出版社, 1993.

[2] HERSCH R D. Deducing Ink Thickness Variations by a Spectral Prediction Model[J]. Color Research and Application, 2009, 34(6): 432-442.

[3] ROGERS G. A Generalized Clapper-Yule model of Half-tone Reflectance[J]. Color Research and Application, 2000, 25: 402-407.

[4] 杜艳君, 张逸新. 经典色彩呈色模型[J]. 包装工程, 2006, 27(2): 99-101.

[5] 张逸新, 易丽芳. 荧光基半色调彩色图像的 Clapper-Yule 光学反射率[J]. 光子学报, 2007, 36(12): 2386-2389.

[6] HEBERT M. HERSCH R D. Extending the Clapper-Yule Model to Rough Printing Supports[J]. Journal of the Optical Society of American, 2005, 22(9): 1952-1967.

[7] HERSCH R D. Spectral Prediction Model for Color Prints on Paper with Fluorescent Additives[J]. Applied Optics, 2008, 47(36): 6710-6722.

[8] HERSCH R D F. Improving the Yule-Nielsen Modified Spectral Neugebauer Model by Dot Surface Coverages Depending on the Ink Superposition Conditions[J]. Color Imaging X: Processing, Hardcopy and Applications, 2005, 5667(2): 434-445.

(上接第 83 页)

[5] 陈伊凡. 新型印刷工艺方法——G7[J]. 印刷世界, 2009(2): 33-34.

[6] 谢铁生. 色彩管理新视点[J]. 印刷技术, 2005(5): 8-12.

[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] ELLIS Ron. Good G7 is not Cheap; Cheap G7 is not Good[EB/OL]. [2010-10-15]. <http://www.freeprocesscontrol.com/goodg7.html>.

[9] GERLACH Gerry. Bringing GRACoL Around the World[EB/OL]. [2010-10-15]. http://www.pine.org/nepp/2009/01_09/lead_7.html.