

基于相对色度匹配方法的专色误差分析模型

盛超^{1,2}, 史瑞芝¹, 徐小东², 邓锦春¹

(1. 解放军信息工程大学 测绘学院, 河南 郑州 450052; 2. 75719 部队, 湖北 武汉 430074)

摘要: 分析了当前印刷生产过程中使用专色出现的一些问题, 并对相对和绝对色度匹配方法进行了分析比较, 提出了基于相对匹配算法的专色误差分析模型。该模型强调了测色的准确性, 通过色差和色域的判断, 给出专色的处理方案。如果色差小于 6NBS 且处于打印范围内, 则用四色叠印代替专色。否则, 就利用常用油墨配置专色。为了验证该模型的正确性和有效性, 研制了专色处理系统, 并通过采集的专色数据进行了试验, 取得了较好的效果。

关键词: 相对匹配; 专色误差分析; 专色处理系统; 叠印; 配色

中图分类号: P288

文献标识码: B

文章编号: 1671-3044(2010)06-0044-04

1 引言

在目前印刷生产中, 由于油墨本身的缺陷, 通过叠印的方法无法得到所有的色彩, 为了获得 CMYK 色域外的色彩, 通常由油墨生产厂家根据需要配置专色油墨来实现。目前, 国际上普遍采用美国潘通公司的 PANTONE 配色系统。通过潘通专色混色色谱, 使用者凭着色样和 PMS 标号就可以用任何一台印刷机印出相应的颜色^[1]。但同时也会出现一些问题, 一是潘通专色色谱的制作是依据国外的印刷设备、材料、工艺制定的, 与国内的印刷状况不太适应。二是印刷单位为了保证生产, 通常会采购一批专色油墨储备起来以供印刷之用, 如果油墨放置时间太长, 必然使得油墨的质量下降, 严重影响印刷品的效果。三是社会对地图印刷质量的要求越来越高, 而传统使用的专色油墨是有限的, 当地图生产需要新的专色时, 通过油墨生产厂家配置油墨成本太高, 这就要求印刷部门能够根据任务的要求独立的配置专色油墨。另外, 在海德堡四色印刷机引进之前, 印刷部门都是利用双色印刷机进行地图的印刷, 由于印版套合精度不够, 使得一些位于 CMYK 色域内的色彩(如地形图中的棕色等高线)不能通过四色叠印来代替, 而只能配置相应的专色以满足地图印刷的需要, 这就增加了印版的数量, 增加生产成本和工作量。因此有必要寻求解决这些问题的方法途径, 根据国内印刷生产的实际状况, 本文提出了基于相对色度匹配方法的专色误差分析模型, 从而为印刷部门对专色的处理提供依据。

2 色域匹配方法的分析比较

在颜色复制过程中, 源设备色域与目标设备色域一般是不同的, 需要使用合理的色域映射算法, 将源设备中位于目标色域外的颜色映射到目标色域内^[2-3]。ICC 定义了四种不同的色域匹配方法, 即知觉色匹配法、相对色度匹配法、绝对色度匹配法和饱和度匹配法^[4]。由于知觉色匹配法强调的是颜色的相对位置关系, 再现的颜色是从整个平衡的角度用其他颜色代替, 因此颜色值已经不准确了, 不适合于测色一致性。饱和度匹配法重视颜色的饱和度和亮度, 而不重视色彩的精确性。用四色叠印代替专色以及配置专色油墨则注重的是颜色值的准确性, 因此在进行色域映射时, 应该考虑相对和绝对色度匹配方法。下面将会对这两种匹配方法进行分析比较。

2.1 试验设计

考虑到目前国际上普遍采用潘通专色混色色谱, 选择 Photoshop 色库中的 PANTONE® solid coated 专色查找表中的专色作为采集对象。在采集数据前利用 Access 数据库建立两张数据表, 分别记录在绝对和相对匹配方式下所采集的数据, 由于 L^*a^*b 色空间是与设备无关的匀色空间, 可以产生与各种设备匹配的颜色, 同时也是颜色模式转换中的中间色空间颜色模式, 只有使用 L^*a^*b 来表示颜色才能做到视知觉的一致性^[6]。所以, 数据表记录的是颜色的 L^*a^*b 值。数据表从左至右依次记录颜色的编号、颜色空间转换前潘通色的 L^*a^*b

值、颜色空间转换后潘通色的 L^*a^*b 值、色差、色域(标志该色块是否在可打印色域内,0 表示在色域外,1 表示在色域内)。数据表建好后,启动 Photoshop,通过菜单命令编辑->颜色设置进行设置,将工作空间的 CMYK 设置为 Europe ISO Coated FOGAR27,在转换选项的匹配方式选择相对比色(绝对匹配选择绝对比色),设置完成后选择图像->模式->CMYK 模式,在“信息调板选项”中将第一种颜色模式设置为“实际颜色”,将第二种颜色模式设置为“Lab”。软件环境设置完成后,选择文件->新建,在自定义颜色对话框选择 Photoshop 色库中的 PANTONE® solid coated 专色查找表,在对应的数据表中记录每一个专色色块的名称和 L^*a^*b 值,然后选择相应的色块用油漆桶工具填充,将鼠标移到填充区域,在“信息”对话框就会显示色域变换后的 L^*a^*b 值,将这些值记录到数据表相应的字段。最后根据记录的两组值计算出色差,并标识该色块是否在打印色域内。

2.2 试验结果及分析

在两种匹配方式下,对专色色块的色差、饱和度和、明度进行了统计分析,从而定量的分析经过色域匹配后,颜色损失的程度。图 1~3 分别表示在相对和绝对匹配方式下各色块的色差、明度、饱和度的分布。其中,深色线表示色块在相对匹配方式下的分布,浅色线表示色块在绝对匹配方式下的分布。表 1 表示在相对和绝对匹配方式下色块在不同的色差阈值范围内的分布情况。

表 1 相对与绝对匹配的色差分段统计						
色差范围	相对匹配色块个数			绝对匹配色块个数		
	标记 0	标记 1	总计	标记 0	标记 1	总计
<6.0	66	675	741	88	497	585
>6.0	302	93	395	482	69	551

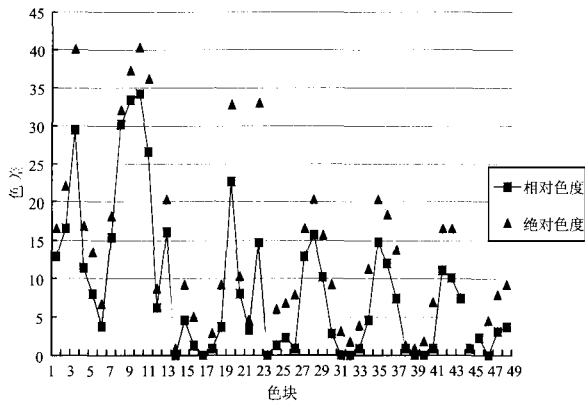


图 1 相对匹配和绝对匹配的色差比较分布图

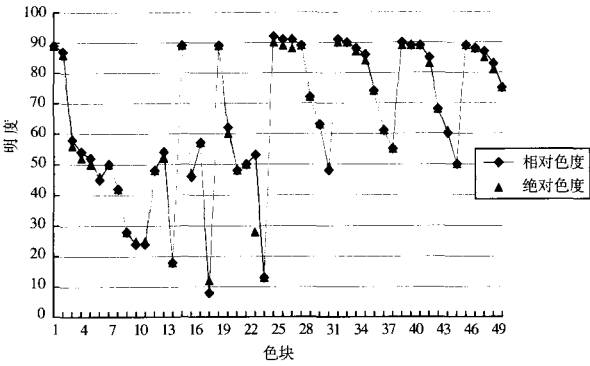


图 2 相对匹配与绝对匹配的明度比较分布图

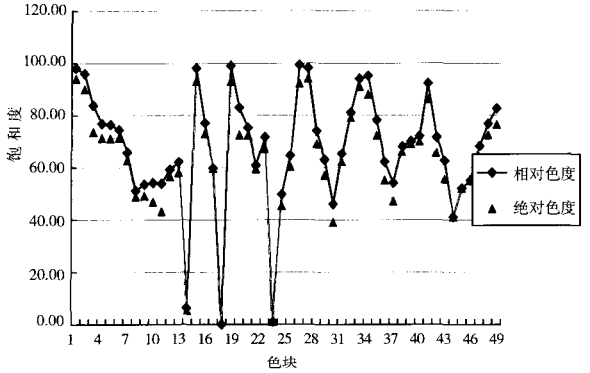


图 3 相对匹配与绝对匹配的饱和度比较分布图

通过统计分析,可以发现,经过相对和绝对匹配后,两者的明度相差不大,而前者的饱和度大于后者,前者的色差值总体小于后者。这说明,对于大部分色域在输出色域内部的图像输出时,相对匹配算法能够很好的保证了颜色的准确还原,这是由于相对匹配算法的颜色复制是相对于纸白的,即中性部分 a 和 b 的值不为 0,而是和白纸一样有同样的色彩偏差,使用这种方法颜色会被均匀地、精确地复制^[5]。绝对匹配算法则使得色空间转换后色域外的颜色和亮度在一定程度上被裁减了,并且使用了和它最近的颜色来代替,源色空间的白点被投影到标准观察者的白点上,颜色的损失比相对匹配大。从表 1 可以得知,在相对匹配方式下,色差小于人眼色差阈的色块要比绝对匹配多得多,因此在指导专色使用方面,相对匹配比绝对匹配有一定的优越性。

3 基于相对匹配算法的专色误差分析模型

在实际印刷生产中,专色是通过配置相应的专色油墨来实现的,通过采集潘通专色数据发现,很大一部分的专色色块处于可打印的色域范围内,并且色差小于 6NBS。根据印刷生产的要求,当两个色块的色差小于 6NBS 时,可以认为它们取得视觉上的

一致性。另外,海德堡四色印刷机的套合精度很高,对于处于打印色域范围内且色差小于6NBS的专色色块完全可以用青、品、黄、黑四色油墨叠印来代替,对于打印色域外的专色则配置专色油墨。这样可以既节省大量的人力物力,又可以提高生产效率。基于相对匹配算法的专色色差分析模型就是为了指导专色的使用而提出来的。该模型利用 Photoshop 软件进行专色数据采集,采集的颜色数据按 2.1 节的方式录入到数据库中,对于处于打印色域范围内和范围的专色,数学模型库中有相应的数据处理算法来对应,当用户选择某个颜色时,模型依据数据处理结果提供理想的专色方案。图 4 为基于相对匹配算法的专色误差分析模型流程图。

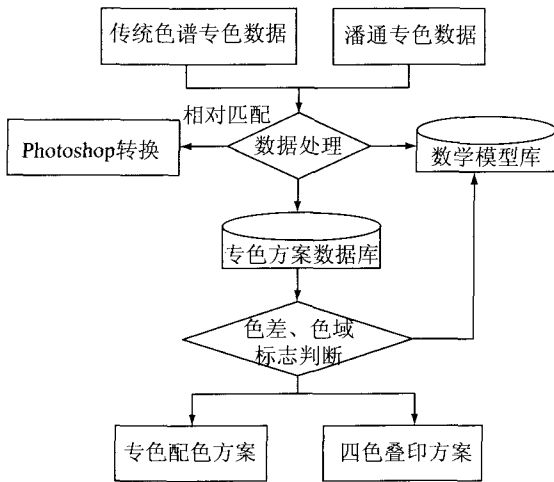


图4 基于相对匹配算法的专色误差分析模型流程图

4 模型的应用

5.1 基于专色误差分析模型的专色处理系统的设计

为了指导专色的使用,我们根据专色误差分析模型编制了专色处理系统。系统采用 VC++ 为开发平台,在 Windows xp 上编程实现。系统主要有色彩管理模块、数据处理模块、专色方案显示模块三部分组成。色彩管理模块采用相对匹配算法实现颜色空间的转换,数据处理模块用来计算色块的色差和色域标记(0 标识不可打印,1 标志可打印),专色方案显示模块则是依据数据处理的结果提供合理的方案。系统结构见图 5。

我们选用传统色谱使用的专色和 Photoshop 色库中专色查找表中的专色作为研究对象,对于专色查找表中的专色,按照 2.1 节介绍的数据采集方法记录到数据表中,当操作人员选择了所需要的专色时,系统会根据色差值和色域标记,系统会给出专色

处理方案。如果色差小于 6NBS,且色域标志为 1,系统就会给出代替专色的四色的网点百分比,如果色差大于 6NBS 或不可打印,系统则会给不同的印刷条件下专色油墨的配置方案。图 6 是四色叠印方案的界面。

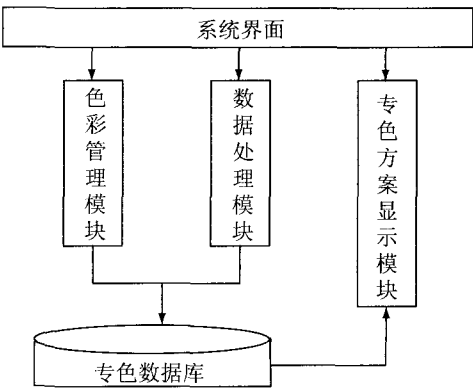


图5 专色处理系统结构图

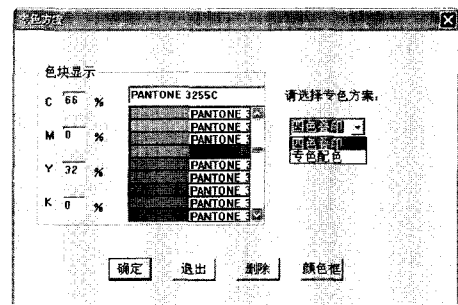


图6 四色叠印方案界面

5.2 模型应用实例

为了检验该模型的准确性,分别针对潘通色和传统色谱的专色进行了实验。对于色域内的专色,选择了 Photoshop 色库中的 PANTONE® solid coated 专色查找表中位于打印色域内的若干色块,根据系统提供的网点百分比,使用 128g/m² 铜版纸,上海 DIC 新金冠油墨,在 Epson Style color 7800 八色喷墨打印机上进行打样,结果见表 2。对于传统色谱中的专色,选取了地形棕、地形绿、地形蓝,利用荷兰 IGT 的 c1 系列印刷适性仪,美国 X-Rite 的 Colormaster 3 系统以及 X-Rite530 分光光度仪,进行了配色实验,结果见表 3。

表 2 四色叠印网点百分比及色差		
专色名称	叠印网点百分比	实际色差
PANTONE106C	C:8 M:5 Y:76 K:0	45
PANTONE1345C	C:3 M:25 Y:55 K:0	2.14
PANTONE1815C	C:42 M:94 Y:85 K:44	2.31
PANTONE255C	C:72 M:96 Y:27 K:7	2.51
PANTONE297C	C:57 M:4 Y:1 K:0	2.23

表3 专色配色数据(油墨质量:%)

专色	填充剂	深蓝	天蓝	黄	绿	大红	深黄	洋红	色差
棕	16.68		38.64			9.87	33.52	1.29	0.53
绿	58.36			24.23	17.41				0.56
蓝	79.67	3.37	16.96						0.97

从表2~3可以看出,通过叠印的方式得到的色块的色差小于3NBS,而通过配色得到的专色色块的色差小于1NBS,都小于人眼的色差阈值。由此可以推知位于打印色域范围内的专色完全可以用四色叠印代替,传统色谱专色也可以用深蓝、天蓝、黄、绿、大红、深黄、洋红中的几种基色油墨配置出来,并且完全满足印刷生产的要求。

5 结束语

传统的色彩管理流程中的颜色转换都是与图像内容无关的基于设备-设备的颜色转换,随着输出设备色域的不断扩大和图像内容的日益多样化,这种以速度换取精度的转换方式也日益显现出不适应。为了得到更好的复制效果,应该使用基于图像色域的色域映射算法^[6~12]并借助于色域的可视化技术来比较图像色域与输出设备色域的关系从而能够确定更好的色域映射策略。

通过对色域映射过程中相对和绝对两种匹配算法的分析比较,提出了基于相对匹配算法的专色误差分析模型,用于指导专色的使用。为了验证该模型的正确性和有效性,开发了地图专色处理系统,通过实验,取得了较好的效果。基于相对匹配算法的专色误差分析模型对于现实生产有着重大的意义。通过用四色叠印代替专色,可以节约成本,极大地提高生产效率。同时,当印刷部门遇到特殊情况时,也可以利用模型给出的专色油墨配色数据参数,自行配置所需的专色油墨,从而保证任务的顺利进行。

参考文献:

- [1] 刘武辉,胡更生,王琪.印刷色彩学[M].北京:化学工业出版社,2004.182~184.
- [2] 蔡圣燕.基于ICAM和实时颜色转换方式对ICC色彩管理机制的改进[D].郑州:解放军信息工程大学,2006.
- [3] Morovic J. To Develop a Universal Gamut Mapping Algorithm[D]. University of Derby, Derby, 1998.
- [4] 刘真,史瑞芝,魏斌,等.数字印前原理与技术[M].北京:解放军出版社,2003.184~191.
- [5] 史瑞芝.地图设色辅助决策系统的建立与颜色传输理论的应用[D].郑州:解放军信息工程大学,2001.45~47.
- [6] Chen H S, Omamiuda M, Kotera H. Gamma-Compression Gamut Mapping Method Based on the Concept of Image-to-Device[J]. Journal of Imaging Science and Technology, 2001, 45(2): 141~151.
- [7] Sun P L. Influence Of Image Characteristics On Colour Gamut Mapping For Accurate Reproduction, Ph. D. Thesis, University of Derby. 2002.
- [8] Giesen J, Schuberth E, Simon K, et al. Toward image-dependent gamut mapping: fast and accurate gamut boundary determination[J]. Proceedings of SPIE, 2005, 5667: 201~210.
- [9] Giesen J, Schuberth E, Simon K, et al. Image-Dependent Gamut Mapping as Optimization Problem[J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2006, 16(10): 2401~2410.
- [10] Jan Morovic. Color Gamut Mapping[M]. John Wiley & Sons Ltd, 2008.
- [11] 皇家飞利浦电子股份有限公司.图像色域映射[P].中国专利:200780030395.8, 2009.08.12.
- [12] Andreas, Paul Petschik, Benno. Method for optimised colour reproduction of a coloured original image[P]. US Patent: 20060096483, 2006.05.11.

The Model of Spot Color Error Analyzing Based on Relative Chroma Matching Method

SHENG Chao^{1,2}, SHI Rui-zhi¹, XU Xiao-dong², DENG Jin-chun¹

(1. Institute of Surveying and Mapping, Information Engineering University, Zhengzhou, Henan, 450052;

2. 75719 Troops, Wuhan, Hubei, 430074)

Abstract: This paper analyzed some problems in the process of printing, compared relative chrome matching method with absolute one, and presented the model of spot color error analyzing based on relative chroma matching method. The model emphasized color validity, and presented spot color disposal formulae with judging chromatism. If choromatism was less than 6NBS, and the color was in the print range, the spot color was replaced by cyan, yellow or black printing ink, whereas the spot color ink was collocated with printing ink in common use. The spot color disposal system was studied in order to validate the validity of the model. The experiment showed better effect, which has been made with spot color data.

Key words: relative chrome matching; spot color error analyzing; spot color disposal system; superimposition; color scheme