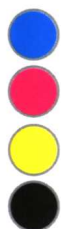


高等学校教材
印刷 工程专业系列教材



分色及制版工艺原理

陈永常 等编



化学工业出版社
教材出版中心

高等学校教材

印刷工程专业系列教材

分色及制版工艺原理

陈永常 等编



化学工业出版社
教材出版中心

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

分色及制版工艺原理/陈永常等编. —北京:化学工业出版社, 2006. 2

高等学校教材

(印刷工程专业系列教材)

ISBN 7-5025-8307-6

I. 分… II. 陈… III. ①照相分色-教材②印版制版-教材 IV. TS804

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 014249 号

高等学校教材
印刷工程专业系列教材
分色及制版工艺原理

陈永常 等编

责任编辑: 杨 菁

文字编辑: 朱 磊

责任校对: 郑 捷

封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
北京市彩桥印刷有限责任公司印刷
三河市前程装订厂装订

开本 787mm × 1092mm 1/16 印张 19 字数 467 千字

2006 年 3 月第 1 版 2006 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8307-6

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

分色及制版工程是现代印刷工程中的重要环节，但分色及制版工程包含的内容繁多，它既包括印前图文处理的内容，也包括分色及制版的内容。这些内容紧密联系，互相影响，是一个密不可分的整体。作为印刷类专业的必修课程，一般是将这门课程分为两门课进行讲述的，割断了这门课程的内在联系，目前也没有一本将印前图像处理、分色及制版工艺两门课程的内容有机地联系起来进行系统讲述的教材。而印刷厂的相关技术人员或技术工人想系统地学习这方面的知识也找不到一本合适的书籍。正是基于这样的考虑，作者从教学和生产实际的需要出发，编写了这本书。内容包括：印前图像处理、分色及制版工艺等方面的基础知识、基本原理和方法。第一至二章，其主要内容包括：图像的数字化过程和数字图像处理的基本方法。第三至五章，其主要内容包括：印刷品的复制原理及复制要点；电子分色与彩色桌面系统的加网技术；图像分色的基本原理；拼版、拼大版及胶片输出的原理与方法。第六至十一章，其主要内容包括：各种常用印版的制作工艺及相关技术。

在这本书的编写方法上，既注意到理论知识的讲述，又在实践性较强的环节上着重讲述了理论与印刷实践的结合，既可满足理论教学，又可供印刷厂的相关人员阅读学习。

全书共分十一章，其中第一至三章、第六至九章、第十章第一至三节由陈永常编写，第十章第四节、第四至五章、第十一章由刘筱霞编写，全书由陈永常主编。在编写过程中，得到了张昌辉、黄良仙、张琳、吴养育、张曼、赵郁聪、李国志、智川、梁巧萍、赵晨飞等同志的大力协助。

由于编写者水平有限，书中疏漏和不足之处难免，希望广大读者批评指正。

编者

2005 年 12 月

目 录

第一章 图像数字化与图文处理方法	1
第一节 图像的数字化	1
一、图像的数字化	1
二、数字图像的颜色模式和色域空间	5
三、数字图像的主要优点	8
四、图像原稿的输入途径	8
五、数字图像的存储格式	8
六、图像扫描仪的基本性能和工作原理	12
七、色位深度及其对图像的影响	15
第二节 扫描参数的计算与调整	15
一、扫描参数的设定	15
二、扫描参数的计算与调整	17
第三节 图像扫描的定标原则	19
一、全阶调定标法	19
二、特征阶调定标法	19
三、黑白场定标	20
第四节 扫描过程中经常遇到的问题	24
第五节 彩色桌面出版系统	25
一、彩色桌面出版系统的组成	25
二、页面描述语言的基本概念	26
三、彩色桌面出版系统使用的设备	28
四、彩色桌面出版系统图文复制工艺流程	28
第二章 图像的调节与校正	30
第一节 数字图像基础	30
一、数字图像的基本参数	30
二、控制图像分辨率、图像大小和文件大小的方法	32
第二节 图像调整的基础知识	35
一、颜色的基础知识	35
二、图像调节的内容	39
第三节 在 photoshop 中进行图像层次的调节	39
一、层次调节的必要性	40
二、photoshop 中重要层次调节工具的性能及用途	41
三、层次校正	44
第四节 颜色校正	47
一、颜色校正的必要性	48

二、在 photoshop 中的颜色校正	48
三、颜色校正方法	54
四、颜色校正中的其他问题	56
五、层次调节和颜色调节是否会有相互影响	60
第五节 图像清晰度强调	60
一、清晰度强调的必要性	61
二、清晰度强调原理	61
三、在 photoshop 中图像清晰度的强调	63
四、去网处理	65
第六节 在 photoshop 中使用专色通道创建印刷用专色色版	65
一、创建专色通道 (Spot Channel)	66
二、输出专色色版	67
三、将专色与印刷四色相混合	67
第三章 印刷品的阶调与色彩复制	69
第一节 阶调复制原理	69
一、有关图像复制的基本概念	69
二、阶调复制的必然压缩性	69
三、阶调再现曲线	70
第二节 色彩复制原理	71
一、色彩的分解与合成	71
二、色差的产生	73
三、颜色复制误差的校正	76
第三节 灰平衡	79
一、灰平衡的基本概念	80
二、灰平衡数据	80
三、灰平衡数据的具体应用	81
第四节 灰色成分替代与非彩色结构工艺	82
一、颜色的三维空间属性	82
二、彩色中的非彩色成分	83
三、灰色成分替代原理	84
四、非彩色结构工艺	84
第五节 黑版在图像复制中的作用	86
一、黑版的作用与类型	86
二、黑版生成原理与方法	87
第四章 电子分色与桌面出版系统的加网技术	90
第一节 加网的重要作用	90
第二节 网点与加网	91
一、网点的概念	91
二、网点的形状	91
三、网线角度和角度差	93
四、加网线数及其选择	95

五、网点测量与计算	96
六、网目调特征	97
第三节 调幅加网技术	98
一、数字网点的结构	98
二、图像处理软件的加网功能	106
第四节 龟纹产生机理与控制	108
一、龟纹产生的原因	108
二、龟纹产生机理及分布规律	109
三、龟纹的防止	110
四、阶调跳跃问题	111
第五节 网点增大及补偿性校正	112
一、网点增大的概念和性质	112
二、印刷网点增大及补偿措施	113
第六节 调频加网与混合加网技术	117
一、调频加网技术	117
二、混合加网技术	122
第五章 图像分色与感光胶片的输出	124
第一节 图像分色的基本原理	124
一、图像分色的基本原理	124
二、在 photoshop 中进行图像的分色	124
第二节 电子分色机的组成和工作原理	131
第三节 版面设计与排版规格	137
一、版面的基本知识	137
二、版面设计与排版规格	138
三、校对	138
第四节 拼版	139
一、页面拼版	139
二、拼大版	139
三、利用方正文合软件拼大版	141
四、套准系统	142
五、打样	144
第五节 桌面系统的 RIP 和激光照排机的工作方式	146
一、栅格图像处理器 (RIP)	146
二、记录图文信息的形态	149
三、图文记录输出设备及其工作方式	150
第六节 感光胶片的图像传递特性	153
一、感光特性曲线	153
二、感光胶片的细节传递特性	154
三、感光胶片的分辨力	154
第七节 感光胶片的显影与定影	154
一、显影	155

二、定影	164
三、定影之后的处理	167
第八节 如何正确使用照排胶片	167
第六章 平版印刷用 PS 版的制作	169
第一节 平版印刷的原理及特点	169
一、平版印刷的基本原理	169
二、平版印刷的特点	172
第二节 PS 版用分色片的类型	173
一、分色片的类型	173
二、分色片的质量指标与晒版要求	173
三、检查和测试分色片质量	174
第三节 PS 版的组成	177
一、版基材料	177
二、感光材料	179
三、感光层的涂布	181
第四节 PS 版晒版的基本原理及工艺过程	181
一、晒版的基本原理	181
二、阳图型 PS 版晒版的工艺流程	185
三、阴图型 PS 版晒版工艺	196
四、PS 版制版的标准化和规范化	198
五、PS 版晒版的常见故障及解决办法	199
第五节 PS 版质量检查	202
一、PS 版晒版质量指标	202
二、印版质量检查	202
第六节 印刷工艺流程的网点质量控制及印刷色序的安排	206
一、出片的网点控制	207
二、拷贝网点的控制	207
三、晒版的网点控制	207
四、印刷网点的控制	207
五、印刷色序的安排	208
第七节 印刷质量自动检测及控制系统	208
第七章 CTP 版材的制作技术	210
第一节 概述	210
第二节 CTP 版材的物理化学特性及结构特点	212
一、CTP 版材的物理及化学特性	212
二、CTP 版材的分类及结构, 图像的形成原理和特点	214
第三节 CTP 直接制版机的分类、工作原理、特点及光源	224
一、CTP 直接制版机的分类	224
二、直接制版的工作原理	224
三、直接制版的特点	227
四、直接制版的版材与光源	228

第四节 如何控制和检查 CTP 印版的阶调值	229
一、额定值转化	230
二、如何保证阶调值正确转移	230
三、测量 CTP 印版的阶调值	231
第八章 柔印制版的印前处理技术	232
第一节 柔性版印刷的基本原理及特点	232
一、柔性版印刷的基本原理	232
二、柔性版印刷的特点	232
三、柔性版版材的结构	233
第二节 如何进行正确的柔印印前设计	233
一、如何进行正确的柔印印前设计	234
二、如何正确使用印刷品原稿	237
三、原稿的选择及设计要点	237
第三节 柔印印前处理	238
一、柔性版网点传递规律	238
二、印版设计时的变形补偿	241
第九章 感光树脂柔性版的制版工艺	244
第一节 概述	244
第二节 柔性版版材的优点及组成	244
一、柔性版版材的优点	244
二、柔性版版材的组成	245
三、柔性版版材的种类	245
四、柔性版版材硬度的选择	246
第三节 感光树脂柔性版的制作过程的质量控制	247
一、感光性树脂版的制版原理	247
二、固体感光树脂柔性版的制作过程的质量控制	248
第十章 丝网印刷制版的印前处理技术与丝网印版的制作	253
第一节 丝网印刷的原理及特点	253
一、丝网印刷原理	253
二、丝网印刷的主要特点	253
三、丝网印刷的主要应用领域	254
四、丝网印刷按印刷方式的分类	255
第二节 丝网印刷的印前处理技术	255
一、丝网印刷的原稿与分色片	255
二、丝网印刷的彩色桌面系统的工艺流程	256
第三节 丝网制版用感光材料	257
一、丝网制版对感光材料的基本要求	257
二、丝网印刷制版感光材料分类	257
三、丝网印刷感光胶的主要成分	257
四、丝网印刷感光胶的类型及原理	258
第四节 丝网印版的制作工艺	261

一、概述	261
二、绷网工艺	262
三、丝网感光制版方法	266
四、丝网印版常见故障的原因及解决方法	272
第十一章 凹印制版的印前处理技术与凹版制版工艺	275
第一节 凹版印刷的原理及特点	275
一、凹版印刷原理	275
二、凹版印刷的特点	275
第二节 凹版印刷原稿的种类及要求	276
一、原稿的种类及要求	276
二、评估原稿质量的工具	277
第三节 凹版印刷的印前处理技术	278
一、凹印印前图像处理系统	278
二、凹印彩色层次版的两种分色工艺	278
第四节 照相凹版制版工艺(影写版)	281
第五节 网点凹版制版工艺	283
一、照相加网凹版	283
二、“布美兰”自动制版系统	284
第六节 电子雕刻的凹版制版工艺	285
一、电子雕刻机(电雕机)工作原理	285
二、凹版网穴的形状、角度和网线数	285
三、通沟(channel)——提高网穴储墨释墨能力	286
四、无软片电雕凹版工艺	286
五、Ohio 电子雕刻系统	287
第七节 激光雕刻凹版的制作工艺	289
第八节 如何提高凹印版的耐印率	289
一、影响凹印印版耐印率的因素	290
二、提高印版耐印率的途径	291
参考文献	292

第一章 图像数字化与图文处理方法

第一节 图像的数字化

一、图像的数字化

图像通常是指显示在纸上、相片上或屏幕上的所有具有视觉效果的画面。图像通常有如下几种分类方法。

1. 图像的种类

按图像的点空间位置和灰度的大小变化方式，图像可分为连续图像和离散图像两类。

① 连续图像 所谓连续图像是指在二维坐标系中具有连续变化的空间位置和灰度值的图像。连续图像的典型代表是由光学透镜系统所获取的图像，如彩色照片等，用眼睛观测连续图像时无不自然的感觉。

② 离散图像 离散图像在空间位置上被分割成一个个的点，在灰度值的大小上也分为不同级数的图像。数字图像就是离散图像。

根据图像记录方式的不同，图像可分为模拟图像和数字图像两类。

① 模拟图像 模拟图像是通过某种物理量的强弱变化来表现图像上各个点的颜色信息的。印刷品图像、相片、画稿上的图像都是模拟图像。印刷品是由承印物上油墨的浓淡或网点的大小来表示颜色的信息；相片则是通过染料的深浅表现图像上各个点不同的颜色；而画稿也是通过颜料的多少和浓淡来表示画面的颜色和意境；模拟图像是依赖于颜色媒体的，离开颜色媒体就不能表现图像。

② 数字图像 所谓数字图像是指把图像分解成被称作像素（pixel）的若干小离散点，并将各像素的颜色值用量化的离散值即整数值来表示的图像。数字图像完全是用数字的形式来表示图像上各个点的颜色信息的，它是依赖于计算机的，离开了计算机就无从谈数字图像。数字图像要用具体的颜色媒体才能显示和表现，也就是说数字图像最终还是要通过模拟图像来表现。数字图像可以长时间保存而不会失真。另外，数字图像是离散的，在深浅变化方面不连续。但是，我们必须清醒地认识到，人眼视觉系统是基于光的刺激的，数字图像最终还要以光的形式显示，这样才能被人们所感受。

模拟图像经过数字化过程（如扫描）可以转变为数字图像。

2. 数字图像的特点

众所周知，计算机所能处理的只是数字信息。不论从屏幕上所看到的是静态图片还是动画片，对于计算机来说都是一堆描述图像的数据，而用户是可以对数据进行任意修改的，这就意味着可以通过修改数据而将不同类型的图像进行任意组合和拼贴，因为对于计算机来说，它们都是同样的东西。

计算机的数字图像处理技术使大家对图像的处理变得非常简单，通常可以在 photoshop 的同一个工作区中同时浏览任何形式的图像，并可通过一组集成工具对它们进行加工处理，

还可以进行文字的输入。我们甚至可以凭借想像，创造出在现实世界里无法拍摄到的图像。

随着新的数字图像处理技术和相应的计算机图像处理软件（如 photoshop）的出现，传统的摄影艺术得到了极大的拓展。但是要想充分享受这一新技术的成果，必须首先树立起许多新观念。数字图像与传统的、依靠化学方法制成的照片之间并没有直接的相互联系，它们都各具特色，有各自的优势和不足。

利用数据信息所生成的图像与传统的摄影技术所拍摄到的照片相比，存在很多优越之处，比如，数字信息图像不会随着时间的延长而褪色，对其进行放大也非常容易，不会像胶卷底片那样，因底片格式的不同而使放大的照片出现异常明显的颗粒。其实，数字图像和摄影照片的主要区别在于它们生成方式的不同。但无论照片胶卷上的颗粒，还是数字图像中的像素都是为了实现一个共同的目标，即传播图像信息。实际上，从目前情况来看，数字图像与传统化学照片之间是相互依赖，互为补充的关系。一方面，化学照片是静止图像，一经产生就无法修改，而数字图像可以在 photoshop 里被任意修改和增强。另一方面，数字图像的原始图像信息大多数来自化学照片，离开了照相机的镜头，数字图像也会濒临枯竭。

3. 图像的数字化

数字图像是离散的，对一幅图像，沿 x 、 y 坐标轴把这幅图像划分成为棋盘式的网格，仅取离散的各个交点位置上的颜色值。网格的交点就是图像的像素。这样，通过全部像素的颜色值表示整个图像的信息。因为取样点无论如何是有限的，因此数字图像的信息比之原稿图像是有信息损失的。

一幅图像必须在空间和颜色值都是离散化的情况下才能被计算机处理，也就是说一幅图像必须经过数字化才能被计算机处理。空间坐标的离散化叫做空间采样，而颜色值的离散化叫做颜色值量化。数字图像基本上是采取二维平面信息的分布方式来表达的。要将这些图像信息输入计算机进行处理，则首先要把二维图像信号变换成一维图像信号，必须通过扫描来实现。最常用的方法是在二维平面上按一定间隔从上到下有顺序地沿水平方向或垂直方向直线扫描，从而获得图像灰度值阵列，即一组一维信号，再对其求出每一特定间隔的值，就能得到离散信号。假设一幅图像，若采样时其 x 方向上的像素数为 M ， y 方向的像素数为 N ，则该图像用离散的 $M \times N$ 个像素来代表，即对该图像处理时，仅需处理 $M \times N$ 个点的颜色值。这就是图像的离散。

一幅图像空间采样频率变化时，对于图像质量的影响是十分明显的。如一幅 $600\text{pixel} \times 500\text{pixel}$ 采样的图像，如若减小空间采样频率，分别按 $300\text{pixel} \times 250\text{pixel}$ 、 $150\text{pixel} \times 125\text{pixel}$ 、 $75\text{pixel} \times 63\text{pixel}$ 、 $38\text{pixel} \times 32\text{pixel}$ 频率采样，则得到的图像中的细节信息随着图像空间分辨率的减少在逐渐丢失。如何进行颜色值的量化？我们需讨论单色的灰度图像。在数字图像中各个像素的明暗程度是由灰度值的数值大小来表示。研究表明，人眼所能分辨的由白到黑的分辨级数为 256 级，即人能够分辨的灰度级数为 256 级。因此，可以把灰度图像的颜色值量化为 256 灰度级，每一级对应一个 $0 \sim 256$ 之间的一个值，即每一级对应一个灰度值。由于 256 为 2 的 8 次方，所以描述一个单色图像的一个像素需要 8bit 数据。对一个单色图像来说，256 灰度级的灰度变化足够描述它的各个细节。如果在量化时少于 256 级，则会发现原来图像上很清楚的部位会变得模糊，丢失许多图像细节。如果在量化时多于 256 级，理论上图像的信息量会增加，但由于人眼的分辨能力所限，实际上感受不到明显的变化。

对于彩色图像，由于其颜色可以分解为 RGB（红色，绿色，蓝色），即可以将彩色图像

分解为三个单色颜色通道。这样在量化时可按每个单色颜色通道来进行，每个通道同样地量化为 256 个灰度级。对彩色图像的每一个像素，通常要用 3 个字节来记录其颜色。就 RGB 模式图像的每一个像素而言，它有可能表现的颜色数为 $256 \times 256 \times 256$ ，约为 1670 万种颜色。就 RGB 模式图像来说，能表示的颜色数也就约为 1670 万种。

为了使数字图像和连续图像近似，需要尽量多的采样点和灰度级，常说的图像分辨率与这两个参数紧密相关。从理论上讲，这两个参数越大，离散图像与原始图像就越接近。但图像的存储空间和处理需求的时间将随着采样点和灰度级的增加而增加。所以为了传输、处理和存储方便，采样量和灰度级数也不能太大。

4. 数字图像的种类

数字图像包含两种类型：一种是位图图像；另一种是矢量图形。通常可以对这两类图像进行编辑处理，而且在印前系统中同一个文件中可能同时包含位图图像和矢量图形。下面来比较一下这两类图像。

(1) 位图图像。位图图像使用被称为像素的点来表示图像，每一个像素有确定的位置和颜色值。当在 photoshop 中处理位图时，编辑的是像素而不是图形或对象。由于位图能够表现连续调中细微的层次和颜色变化。位图图像是依赖于图像的分辨率，它包含固定的像素数。所以在屏幕上放大位图会出现锯齿现象，同样当使用低于图像分辨率的精度打印位图图像，也会出现丢失细节和边缘锯齿的现象。

(2) 矢量图形。矢量图形是由被称为矢量的、用数学对象定义的直线和曲线组成。矢量是根据图像的几何特性来描述的图形。矢量图形的特点是不依赖于分辨率的，它可以放大任意倍数，使用任何分辨率打印输出都不会丢失任何细节和清晰度。

(3) 矢量图形与位图图像之间的互相转换。

通常在 coreldraw 中可以将矢量图形转化为位图图像。转化过程如下。

在 coreldraw 中，对于一幅绘制好的图像。

① 单击“导出”按钮，可以得到图 1-1 所示的对话框，在图 1-1 所示的对话框中，选择文件保存的位置、文件名称和文件类型。

② 单击图 1-1 中的导出按钮，即可得到图 1-2 的对话框，在该对话框中可以选择位图的彩色模式、图像大小及分辨率。

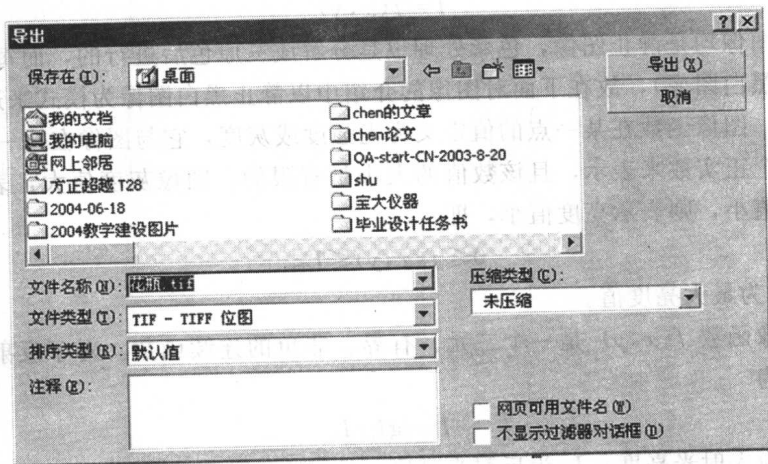


图 1-1 对话框（一）

③ 单击图 1-2 中的“确定”按钮，即可完成由矢量图形向位图图像的转换。

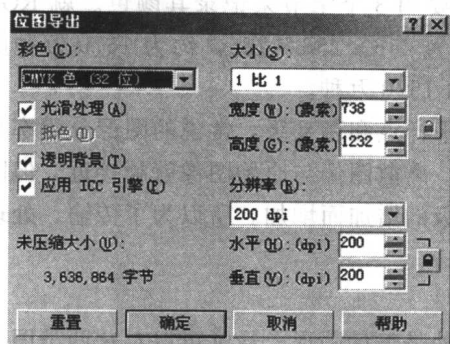


图 1-2 对话框 (二)

因为显示器是用格子点来显示图文的，所以，无论是位图图像还是矢量图形在计算机上显示时，都是用像素来显示。

5. 数字图像的表示

在一个空间图像信息中，光强度 I (intensity) 是其颜色本质，它随图像空间坐标 (x, y, z) 、光线的波长 λ 和时间 t 的变化而变化，因此空间图像函数可表示为

$$I = f(x, y, z, \lambda, t)$$

对于平面图像，则其表示为

$$I = f(x, y, \lambda, t)$$

若只考虑光的能量而不考虑其波长，图像视觉上则表现为黑白 (灰) 影像，称之为黑白图像或单色图像，其图像函数为

$$I = f(x, y, t) = \int_0^{\infty} f(x, y, \lambda, t) V_s(\lambda) d\lambda$$

式中， $V_s(\lambda)$ 为相对视敏函数。

若考虑不同波长光的彩色效应时，则图像在视觉上表现为彩色图像，其图像函数为

$$I = \{f_R(x, y, t), f_G(x, y, t), f_B(x, y, t)\}$$

其中

$$f_R(x, y, t) = \int_0^{\infty} f(x, y, \lambda, t) R_s(\lambda) d\lambda$$

$$f_G(x, y, t) = \int_0^{\infty} f(x, y, \lambda, t) G_s(\lambda) d\lambda$$

$$f_B(x, y, t) = \int_0^{\infty} f(x, y, \lambda, t) B_s(\lambda) d\lambda$$

$R_s(\lambda)$, $G_s(\lambda)$, $B_s(\lambda)$ 依次为红、绿、蓝三原色的视敏函数。

图像内容不随时间变化的图像，称之为静止图像，静止图像是印前技术研究的主要对象，其图像函数为

$$I = f(x, y)$$

由于印刷图像均是静止图像，色彩处理也是分解成三原色后进行的，而每个颜色又可视作为单色图像 (黑白图像)，故在下面对图像的介绍中以静止黑白图像为模式来进行。

综上所述，图像函数在某一点的值定义为光强度或灰度，它与图像在这一点的亮度相对应，并可用一个正实数来表示，且该数值的大小是有限的。图像灰度值大，表示亮度值大，反之图像灰度值小，则表示亮度值小，即

$$0 \leq f(x, y) \leq L_m$$

式中， L_m 为最大亮度值。

因此，图像函数 $f(x, y)$ 是一个二元、有界、非负连续函数。对于反射类型的图像，则其图像函数为

$$I = \lg I_i / I_o$$

式中， I_i 为入射光亮度； I_o 为反射光亮度。

在彩色复制的图像中，其版面都是由图像与文字组成，除用字模可排出的文字、符号之

外的版面部分,都可称之为图像。而且图像中的像素代表了图像的性质,设 $P(i,j)$ ($0 \leq i \leq M, 0 \leq j \leq N$) 为图像中的一个像素,则有如下特点。

(1) 若 $P(i,j) \in \{0,1\}$, 即表示图像只有二值,即图像的像素点非黑即白,这种图像在印刷业中称为线条图,在图像处理中称为二值图像。

(2) 若图像 $P(i,j) \in \{L | 0 \leq L \leq L_{\max}\}$, 表示图像的像素具有一定的亮度变化,这种图像在印刷业中称为连续调灰度图像,在图像处理中称为灰度图像,其中 $L_{\max} = 2^n, n=1, 2 \dots$ 。这种图像只有深浅浓淡的信息,没有彩色信息。

(3) 若 $P(i,j) \in \{(R,G,B) | 0 \leq R \leq R_{\max}, 0 \leq G \leq G_{\max}, 0 \leq B \leq B_{\max}\}$, 则表示图像不仅有亮度变化,而且有色彩变化。这样的图像均称为彩色图像,其表示方法有 RGB 系统、CMYK 系统、Lab 系统等。

二、数字图像的颜色模式和色域空间

1. 数字图像的颜色模式

数字图像的颜色模式也有多种。常用的颜色模式主要有 RGB 模式、CMYK 模式、HSB 模式、CIELab 模式等。其中 CMYK 模式和 RGB 模式是众多颜色模式中最常用的两种模式,很适合于各种数字化设计和桌面印刷系统。下面介绍一些常见的颜色模式。

(1) RGB 颜色模式。在计算机显示器上显示的成千上万种颜色是由 Red (红)、Green (绿)、Blue (蓝) 三种颜色组合而成,这三种颜色是 RGB 颜色模式的基本颜色。在 RGB 颜色模式中,所有的颜色都是由红、绿、蓝三种颜色按一定比例组合而成,每一种颜色都由一个字节(8位)来表示,取值范围为 $0 \sim 255$ 。RGB 值越大,所表示的颜色越浅;RGB 值越小,所表示的颜色越深。例如,如果 RGB 的值都是 255,则表示白色;如果 RGB 的值都是 0,则表示黑色。RGB 颜色模式通过增加光来产生颜色,被称为加色模式。显示器和扫描仪都可以使用加色模式,发出红、绿、蓝三色光并产生成千上万种颜色。RGB 颜色模式的局限性在于它受设备的影响,也就是说,由不同厂家生产的显示器或扫描仪所显示的颜色是不同的。不仅如此,即使是同一个厂家生产的设备,其颜色显示也是有区别的。所有的显示器都会随着时间的推移而产生颜色漂移。因此在设计作品之前,如果有必要的话,应该校准显示器的颜色。由于 RGB 颜色模式不能百分之百重现同一颜色,因而它不能作为一种颜色标准。

(2) CMYK 颜色模式。当把显示器上显示的图形打印或绘制到纸或其他材料(如幻灯片、胶片)上的时候,颜色将通过颜料来显示。不同的颜料吸收的光线不同,因此反射的光线也不同,从而看到的颜色也不同。最常用的办法是把 Cyan (青色)、Magenta (品红色)、Yellow (黄色) 和 Black (黑色) 四种颜料混合起来形成各种颜色,这四种颜色就是 CMYK 颜色模式的基本颜色。CMYK 颜色模式将四种颜色以百分比的形式表示,每一种颜色所占的百分比为 $0 \sim 100\%$, 百分比越高,颜色越深。理论上,当青、品红、黄所占的百分比都是 100% 时,产生的颜色应该是黑色。但实际上产生的颜色并不是黑色,为了弥补颜色的缺陷,必须添加黑色颜料。由于 CMYK 颜色模式是通过吸收光来产生颜色,因此它被称为减色模式。和 RGB 颜色模式类似,CMYK 颜色模式也依赖于输出设备,不能百分之百再现同一种颜色,因而也不能作为颜色标准。

(3) HSB 颜色模式。如果没有光线或观察者,那么周围的一切物体都是没有颜色的。只有当光线进入人体的视觉系统并被其感知后,才会产生颜色。正是基于人们对颜色的感知方式,HSB 颜色模式用 Hue (色度)、Saturation (饱和度) 和 Brightness (亮度) 来描述颜

色。Hue 是基本的颜色；Saturation 是指颜色的鲜明程度，或指颜色的浓度；Brightness 表示颜色中包含白色的多少。当亮度为 0 时，表示灰色。

(4) CIE Lab 颜色模式。许多专家和学者长期以来进行了大量的研究，致力于创建一种不依赖设备的可使颜色重现的颜色模式。1931 年，国际光线委员会（简称 CIE）定义了一个不依赖于设备的颜色模式，它依赖于人眼感知颜色的方式。CIE Lab 颜色模式基于这样的一种理论，即一种颜色不能同时为绿色和红色，也不能同时为蓝色和黄色。因此，可以使用单一的数值来描述任何一种颜色中绿色/红色和蓝色/黄色的组成。Lab 颜色模式使用三个值来描述颜色，Lightness（浓淡，用 L 表示）值和两个 Chromaticity（彩度）值——由绿到红（用 a 表示）和由蓝到黄（用 b 表示）的值。其中 L 值为 0~100，值越大颜色越淡。a 值范围为 -128~127；b 值范围为 -128~127。Lab 颜色模式提供了一套基于颜色值的定义颜色的方法，这种方法被作为公认的标准。

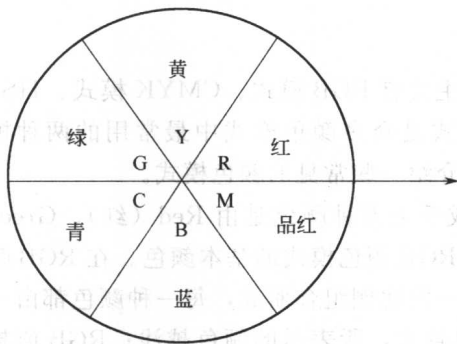


图 1-3 色相环

2. 色相环

为了直观地表示色相，可将光谱色的色带作弧状弯曲，形成一个色相循环渐变的封闭圈，称为色相环。色相环上每一个角度就表示了一种色相。为了方便区分色相，把色相进行分区，形成如图 1-3 所示的色相环。

3. 颜色模式之间的互相转换

RGB 图像和 CMYK 图像是图像处理软件中使用最多的图像模式，其中 RGB 图像适合于在计算机显示器或电视屏幕上观看，它可以直接传送到非 PostScript 彩色打印机上输出；CMYK 图像是与四色套印工艺一致的图像模式，它由四个颜色通道组成，每种颜色以 8 位表示，其中黑色版的生成方法取决于分色参数的设置（见第五章第一节 在 photoshop 中进行图像的分色）。

(1) RGB 图像与 CMYK 图像的相互转换。在从 RGB 图像转换到 CMYK 图像时，可在 photoshop 中通过：图像→模式→CMYK 颜色来实现（见图 1-4）。photoshop 的图像模式转换机制将 RGB 图像分解为四种颜色，原图像中的红、绿、蓝颜色值首先经过一个向 Lab 值的中间转换，然后再转换到 CMYK 值。由 RGB 图像转换为 CMYK 图像，实际上完成了图像的分色工作。

与 Lab 模式不同，在 RGB 和 CMYK 两种模式之间转换图像会改变原始颜色值。因此，在进行由 RGB 图像或索引彩色图像向 CMYK 图像转换之前，必要时需建立原图像的副本，以备重新转换时使用。由于在进行 RGB 和 CMYK 间的相互转换时，每次都要计算颜色值并按计算的颜色值圆整，从而导致颜色信息的丢失，所以不应当在这两种图像模式间多次来回转换。

① 准备 CMYK 转换 在把图像从 RGB 模式转换到 CMYK 模式前有两种方法了解最终的转换结果。

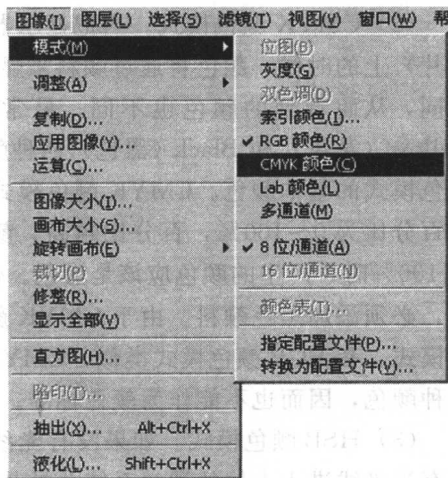


图 1-4 对话框（三）

a. 预视 CMYK 颜色 利用 CMYK Preview 命令可以预视当前的 RGB 图像转换为 CMYK 图像后的结果, 可以从该命令中选择 CMYK、C、M、Y、K 或 CMY 子命令分别预视转换后各主色版的转换结果、转换为 CMYK 后的综合结果或转换为 CMY (没有黑版) 的综合结果。

b. 超过色域警告命令 (gamut warning) 该命令用于了解当前 RGB 图像中超过色域的颜色, 并在其激活状态下用海绵工具纠正, 使 RGB 图像中超过 CMYK 色域的颜色进入 CMYK 色域。

② 分色方法 从 RGB 图像转换到 CMYK 图像的关键是如何定义 CMYK 颜色空间, 有三种方法来定义 CMYK 颜色。

a. 内置分色选项 photoshop 的内置分色选项允许用户规定油墨和分色参数, 软件按照输入的参数自动确定网点扩大值, 用户也可以利用自己的经验指定网点扩大值。如果打样结果表明需要改变分色参数, 则可以返回 CMYK Setup 对话框调整网点增大值、油墨特性和灰平衡等。

b. 用 ICC 样本文件定义 CMYK 颜色空间 这一图像模式转换方法以用户选择打印机打印的 ICC 样本文件为基础定义 CMYK 颜色空间, 软件的颜色管理模块 CMM (color management module) 将图像中的颜色映射到打印机色域或映射到打印机可打印的颜色。为了正确地把颜色映射到已经打印出的色域, 还得根据应用需要选择一种渲染方法 (rendering intent) 以实现颜色的正确转换。

c. 用分色表转换 利用内置的分色表或用户自定义的分色表也可以定义 CMYK 颜色空间, 分为从 RGB 到 CMYK (to CMYK table) 和从 CMYK 到 RGB (from CMYK table) 两种。

③ 颜色损失 当把一幅 RGB 图像转换到 CMYK 图像时, 如果采用不同的黑版生成方法将得到不同的转换结果。此外, 多次在 RGB 图像和 CMYK 图像间来回转换将引起颜色损失。因为 RGB 色域与 CMYK 色域并不完全等同, 对于 RGB 模式下超出 CMYK 色域的颜色, 即使用印刷方式无法再现的颜色, 在颜色转换过程中, 其颜色空间映射算法并不是完全可逆, 因此该部分颜色信息在转换过程中将导致部分损失。而对于 RGB 图像落在 CMYK 色域中的颜色信息, 则基本上没有丢失。因此, 对于一幅图像, 不适宜频繁的在 RGB 和 CMYK 格式之间转换。

(2) RGB 图像、CMYK 图像与 Lab 图像间的转换。Lab 图像模式是与国际照明委员会规定的均匀颜色空间相一致的图像模式, 它用数字方法描述颜色, 是与设备无关的色空间。通常, 软件在进行从 RGB 到 CMYK 模式的转换时, 以 Lab 模式为转换枢纽和基准以减少转换时的颜色损失。

RGB 图像被转换为 Lab 图像后虽然色彩通道仍然是三个, 但这时的三个通道不再是红、绿、蓝通道, 而是一个亮度 L 通道和两个颜色通道 a 和通道 b, 其中通道 a 是由绿色到品红间的颜色范围, 而通道 b 则是由蓝色到黄色间的颜色范围。

4. RGB、CMYK 和 Lab 的色域空间

在 RGB、CMYK 和 Lab 中编辑图像, 其本质的不同是在不同的色域空间中工作。色域就是指某种表色模式所能表达的颜色数量所构成的范围区域, 也指具体介质如屏幕显示、打印机输出及印刷复制所能表现的颜色范围。自然界中可见光谱的颜色组成了最大的色域空间, 该色域空间中包含了人眼所能见到的所有颜色。在色彩模式中, Lab 色域空间最大, 它