



21世纪高校计算机教材

计算机 图形图像 处理技术

主 审：游志胜
主 编：罗代升 刘成安
副主编：唐向阳 肖阳春
黄 敏 江 锐

JI SUANJI
TUXING TUXIANG
CHULI JISHU



西南交通大学出版社
<http://press.swjtu.edu.cn>

中国美术学院美术考级教材

创·算·机

图形图像

处理技术

中国美术学院美术考级教材
中国美术学院美术考级教材

中国美术学院美术考级教材
中国美术学院美术考级教材

创·算·机
图形图像
处理技术

中国美术学院美术考级教材
中国美术学院美术考级教材

计算机图形图像处理教程

主 编 罗代升 刘成安 主 审 游志胜
副主编 唐向阳 肖阳春 黄 敏
编 委 张 平 周洪娟 蔡锦成 章伟煊 徐笑宇
施智雄 刘 毅 杨海中 何元清 陈华英
王 欣 刘晓东

西南交通大学出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

计算机图形图像处理教程 / 罗代升, 刘成安主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2005.6
ISBN 7-81104-072-7

I. 计... II. ①罗...②刘... III. 计算机图形学—教材 IV. TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 044411 号

内 容 提 要

本教程介绍了计算机处理图形图像的各种应用技能, 是美术工作者、广告行业工作者、网络工作者、编辑、文秘人员的就业通行证。

计算机图形图像处理教程

主编 罗代升 刘成安

责任编辑	王 婷 唐 晴
特约编辑	孙康江
封面设计	支鑫淼
出版发行	西南交通大学出版社 (成都二环路北一段 111 号)
邮 编	610031
发行部电话	028-87600564 87600533
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
电子邮箱	cbsxx@swjtu.edu.cn
印 刷	四川煤田地质制图印刷厂
成品尺寸	185 mm × 240 mm
印 张	17.625
字 数	421 千字
版 次	2005 年 7 月第 1 版
印 次	2005 年 7 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 7-81104-072-7/TP · 017
定 价	29.00 元

版权所有 盗版必究 举报电话: (028) 87600562

目 录

第1章 描述图形图像的基本要素与概念	1
1.1 图形与图像的概念与特点	2
1.2 图形与图像的类型	4
1.3 分辨率与像素	6
1.4 图像色彩模式	7
1.5 图形图像文件格式	14
第2章 常用绘图工具软件的通用基本知识	20
2.1 文件操作基本方法	21
2.2 图层、页、场景与背景	23
2.3 对象选取与选取工具及方法	23
2.4 调色板	24
2.5 图形操作基本方法	25
第3章 图形与图像素材的计算机收集和采集	27
3.1 计算机屏幕抓图	28
3.2 成像系统输入	36
3.3 网上图片资料的收集	43
第4章 图形的创建	46
4.1 CorelDRAW 基础知识	47
4.2 图形的创建	52
4.3 图形的查看	56
4.4 图形的编辑	58
4.5 文本编辑	74
4.6 综合应用	82

目 录

第5章 图形的色彩和效果	90
5.1 填充工具	91
5.2 轮廓工具	98
5.3 交互式工具	100
5.4 综合应用	108
第6章 图像处理	116
6.1 Photoshop图像处理的基本功能和特点	117
6.2 图文编辑工具 Toolkit	123
6.3 图像处理(Image)	141
6.4 图层与选择	156
6.5 滤镜(Filter)	167
6.6 视图(View)	189
6.7 窗口(Window)	193
第7章 图形与图像的作品合成	199
7.1 图形图像工具和合成工具的选择	200
7.2 CorelDRAW与Photoshop间文件的相互导入	201
7.3 图形图像的合成	202
7.4 图形图像作品的印前调整和设置	225
第8章 动画的计算机制作	234
8.1 动画的基础知识	235
8.2 Flash MX系统及工作环境	235
8.3 Flash MX的时间轴、帧与图层	237
8.4 Flash MX绘图工具	240
8.5 Flash MX动画的设计	245
8.6 3DS MAX 动画实例	249

第1章 描述图形图像的基本要素与概念

1.1.1 本章导读

本章导读

在学习计算机图形图像处理技术之前，应首先了解计算机图形图像的一些基本要素和概念，以便于为后续的学习作好铺垫。

本章介绍的图形图像的基本概念和对其进行描述的相关知识，是学习本教材的必备知识点，同时也是有关图形图像的基本知识点。它是学习图形图像设计、处理和编辑的理论基础，当然也是对图形图像进行描述的基本要素。



计算机图形图像处理技术

第一章

1.1 图形与图像的概念与特点

1.1.1 图形与图像的概念

图像：一个区域内带有属性的像素点集合。图像是由输入设备捕捉的实际场景画面。在日常生活中，当人们在某点观察某一景象时，来自物体的光线进入人眼，在人眼的视网膜上成像，这就是人眼所看到的客观世界，可将它称之为“像”。这个“像”反映了客观景物的亮度和颜色随空间位置和方向的变化特征，因此“像”是空间坐标的函数。视网膜成像是一种自然生理现象，人类文明发展到一定时期才意识到它的存在，并设法用各种手段将其记录下来，这种记录下来的各种各样的“像”则称之为图像。

现代图像既包括可见光范围的图像(能被人眼观察到的各种图像)，也包括不可见光范围内借助于适当转换装置转换成人眼可见的图像(如红外成像技术)；还包括人眼无法观察的其他物理图像和空间物体图像，以及由数学函数和离散数据所描述的连续或离散图像。

在空间图像信息中，光强(Light Intensity)是其基本要素，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

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

二维平面图像隐式地包含着景深 z 的信息，它以 x 和 y 的某种函数的形式，即 $z=f(x, y)$ ，隐含在 x, y 平面之中。因此平面图像同样可表示为

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

在大多数情况下，实际图像是连续的。因为计算机只能处理离散的数字图像，所以要对连续图像采样和量化以得到离散的数字图像。

数字图像是由模拟图像经过采样和量化后的以二进制表示的二维函数。人们生活在自然界中，用肉眼所看见的自然事物都是成像于人的视网膜上的图像画面。在实际生活中所遇见的物体是实体。当人们将实体概念化后，就上升为图形。

图形是用几何形状表述的物体表象。图形含有几何属性，它是由场景的几何模型和景物的物理属性共同组成的。

计算机图形学是采用计算机和计算机科学与技术研究图形的一门学科。它用点、线、面、体等几何结构元素生成物体模型，存放在计算机里，并可对模型进行修改、处理、显示等操作。



1.1.2 图形与图像的特点

从图形与图像处理的发展历程和表示方式看,图形和图像有着较大不同,不能混为一谈。直到目前为止,计算机图形学和数字图像处理仍然是计算机图形图像处理理论与技术的两个分支。

数字图像处理技术是对计算机外部辅助设备(如扫描仪、数码相机或视频采集装置等)输入的图像像素数据进行数字化、变换、压缩、传输、处理等的一门计算机技术。就存储方式而言,数字图像纯指计算机内以某种形式,例如位图(Bitmap)形式存放的灰度或彩色信息图形的几何属性,应用面比图形更为广泛。

计算机图形学是指如何在计算机中表示图形,以及如何利用计算机进行图形的生成、处理和显示与之相关的原理与算法,构成了计算机图形学的主要研究内容。图形通常由点、线、面、体等几何元素和灰度、色彩、线型、线宽等非几何属性组成。从处理技术上来看,图形主要分为两类,一类是由线条组成的图形,如工程图、等高线地图、曲面的线框图等,另一类是类似于照片的明暗图(Shading),也就是通常所说的真实感图形。

图形与图像的区别主要表现在以下4个方面:

(1) 数据来源不同

图像数据来自客观世界;图形数据来自于人的主观思维,是人经过提炼和加工后的主观产品。

(2) 处理方法不同

图像处理方法包括几何修正、图像变换、增强、分割、理解、识别等;图形处理方法包括几何变换、开窗和裁剪、消隐、曲线和曲面拟合、明暗处理、纹理处理等。

(3) 理论基础不同

图像处理理论源于数字信号处理、概率与统计、模糊数学等;计算机图形学理论主要用于仿射与投影、透视变换、样条几何、计算几何、分形理论等。

(4) 用途不同

图像处理主要用于遥感、医学、工业、航空航天、军事等;计算机图形学主要用于CAD/CAM/CAE、CAI、计算机艺术、计算机模拟、计算机平面动画、虚拟现实等。

图像处理是从已知的图像中提取物体的未知信息,包括图形信息;图形处理是由已知的物体信息,包括图形信息,重建物体的未知图像。

在实际应用中,图形、图像技术是相互关联的。把图形处理技术和图像处理技术相结合可以使视觉效果和质量更加完善,尤其是利用图形和图像相结合的技术能够进行立体成像。同时,真实感图形计算的结果是以数字图像的方式提供的,计算机图形学也就和图像处理有着密切的关系。所以另一个研究重点是如何将数据和几何模型转变成计算机图像。图形与图像关系见表1-1。



表1-1 图形与图像的对比和区别

特 点	图 形 (Graphics)	图 像 (Image)
占用存储空间	数据量少	数据量大
描述的复杂度	有结构, 便于编辑修改	无结构, 不便于编辑修改
对被描述对象的精度	能准确表示3D景物, 易于生成所需的不同视图	3D景物的信息已部分丢失, 很难生成不同的视图
对CPU的消耗	生成视图需要复杂的计算	生成视图不需要复杂的计算
对景物描述的难度	自然景物的表示很困难	自然景物的表示不困难
采用国际标准	GKS、PHIGS、OpenGL、WMF、VRML、CGM、STEP	JBIG、JPEG、TIFF
常用工具软件	编辑软件(绘图软件): AutoCAD、CorelDRAW	编辑软件(图像处理软件) Photoshop、Photo Style

1.2 图形与图像的类型

图可分为二类。一类是可见的图像, 如图片、照片、图纸和人们创作的各种美术作品等。另一类是抽象图像, 它们是用数学公式、数学模型等描述的图形。抽象图像文件是存储图形信息的矢量图(Vector graph), 可见图像文件是存储图像信息的位图(Bitmap)。

图形与图像还可以按色彩分类, 分为灰度图和彩色图两种。

1.2.1 矢量图

矢量图是用矢量表示的图形。矢量图中的图形元素被称为对象, 每个对象都是一个独立的实体, 它具有颜色、形状、轮廓、大小和屏幕上的位置等属性。它的特点是, 在维持原有清晰度和弯曲度等不变的同时多次移动和改变属性, 而不会影响图形中的其他对象。这些属性和特点使基于矢量的图形处理程序特别适用于图案设计和三维建模, 因为图案设计和三维建模通常要求能创建和操作单个对象。

矢量图的特点是精度高、灵活性大。矢量图在计算机中的存储格式大都不固定, 要视各个软件的特点由开发者自定。矢量图文件的大小主要取决于图的复杂程度。

绘制和显示矢量图的软件通常称为绘图程序(Draw Programs), 如CorelDRAW, AutoCAD, Flash等。

用矢量图设计制作出来的作品可以任意放大、缩小, 而图形不会因失真而变形。可以在任意输出设备上输出而不用考虑其分辨率。



1.2.2 位图

位图又称点位图,是由具有一定尺寸大小的元素——像素(Pixel)所组成的矩形点阵图。每一个像素具有位置、颜色、亮度、尺寸等属性。每个属性用若干个二进制位来指定。像素的尺寸大小由图形的分辨率决定。同样大小的图形,分辨率越高,像素尺寸越小,反之亦然。因此一幅图由许许多多描述每个像素的数据组成,这些数据通常称为图像数据,而这些数据作为一个文件来存储,这种文件又称为图像文件。如画点位图,或者编辑点位图,则用类似于绘制矢量图的软件工具,这种软件称为画图程序(Paint Programs),如Photoshop等。

在位图进行高倍放大后,图像会不可避免地方块化(马赛克化),即各矩形变大后,矩形与矩形间的颜色变化用肉眼可明显区分出来,视觉效果变差。

位图通常用扫描仪、摄像机、录像机、激光视盘与视频信号数字化卡等设备获取。通过这些设备把模拟的图像信号变成数字图像数据。

点位图文件占据的存储器空间比较大。影响点位图文件大小的因素主要有两个:图像分辨率和像素深度。分辨率越高,组成一幅图的像素数就越多,图像文件就越大;像素深度越深,表达单个像素的颜色和亮度的位数就越多,图像文件也就越大。

与位图相比,矢量图占用的存储空间较小,但在屏幕每次显示时,它都需要经过重新计算,故显示速度相对较慢。

矢量图与位图的关系,除表1中描述的内容以外,还具有如下特点:

① 矢量图的输出质量与输出设备的分辨率相关性小;而位图输出质量除自身的分辨率起决定因素外,与输出设备的分辨率也直接相关。

② 获取的矢量图质量与设备质量无关;获取的位图质量由扫描或摄像等获取设备的质量决定。

1.2.3 灰度图与彩色图

灰度图(Gray-scale Image)是指图像色彩只由黑色到白色逐渐变化的灰色构成。黑色到白色间的灰色分为不同的级别,称为灰度级。在计算机图形与图像处理中,常采用的灰度级有二级,(即黑和白两种颜色),256级,(即由黑到白之间的256种灰色)。

只有黑白两种颜色的图像称为单色图像(Monochrome Image)。图1-1是一幅标准单色图像。图像的每个像素值只有“0”或者“1”,用一个比特(bit,二进制中的最小单位)存储。一幅 640×480 的单色图像需要37.5 KB的存储空间。

图1-2是一幅标准256级灰度图像。图像的灰度值为0~255,每个像素用8个bit表示,灰度梯度为256(即 2^8)个级别。对于检测与观察图像而言,256级灰度已能足够表达图像黑白变化的层次。通



图1-1 标准单色灰度图像



图1-2 标准256级灰度图像



常人的眼睛能分辨大约64级灰度,借助计算机则能测出256级甚至更高级别的灰度。一幅 640×480 的灰度图像需要300 KB的存储空间。

彩色图像(Color Image)可按照颜色的数目来划分,有256色和真彩色($2^{24} = 16\,777\,216$ 种颜色)。图1-3是一幅标准真彩色图像。真彩色图像的每个像素可用R(Red-红色), G(Green-绿色)和B(Blue-蓝色)三个分量表示。每个分量的值为 $0 \sim 255$, 用一个字节(Byte, 即8 bit)来表示。一幅 640×480 的8 bit彩色图像(灰度图像)需要300 KB的存储空间;一幅 640×480 的真彩色图像需要900 KB的存储空间。



图1-3 标准真彩色图像

许多24 bit彩色图像是用32 bit存储的,这个附加的8 bit叫做(Alpha)信道,它的值叫做(Alpha)值,用来表示该像素如何产生特技效果。

使用真彩色表示的图像需要较大的存储空间,网络传输也很费时间。由于人的视觉系统的颜色分辨率不高,16 bit色的图像就满足人的视觉要求,因此在没有必要的情况下尽可能不使用真彩色而使用16 bit色的图像。

1.3 分辨率与像素

图形与图像在显示与输出时的清晰度,直接影响到图形与图像的品质与外观。而内在影响品质的因素是图形与图像的分辨率,外在的因素是输出图形与图像设备的分辨率。分辨率可分为显示分辨率与图像分辨率两种。

1.3.1 显示分辨率

显示分辨率是指显示屏上能够显示出的像素数目。例如,显示分辨率为 640×480 表示显示屏分成480行,每行显示640个像素,整个显示屏就含有307 200个显像点。屏幕能够显示的像素越多,说明显示设备的分辨率越高,显示图像质量也就越高(在屏幕尺寸相同的条件下)。除用液晶显示(Liquid Crystal Display, LCD)外,还可采用阴极射线管(CRT)显示,它类似于彩色电视机中的CRT。显示屏上的每个彩色像点由代表R,G,B三种模拟信号的相对强度决定,这些彩色像点就构成一幅彩色图像。

计算机用的CRT和家用电视机用的CRT之间的主要区别是显像管玻璃面上的孔眼掩膜和所涂的荧光物不同。孔眼之间的距离称为点距(Dot Pitch),常用来衡量一个显示屏的分辨率。电视机用的CRT的平均分辨率为0.76 mm,而标准SVGA显示器的分辨率为0.28 mm。早期用的计算机显示器的分辨率是0.41 mm。随着技术的进步,分辨率经由 $0.41 \rightarrow 0.38 \rightarrow 0.35 \rightarrow 0.31 \rightarrow 0.28$ 一直到0.24 mm。孔眼越小,分辨率就越高,这就需要更小更精细的荧光点。这也就是为什么计算机显示器比同样尺寸的电视机的制造成本高的原因。



1.3.2 图像分辨率

图像分辨率即图像中每单位打印长度显示的像素数目，通常用像素/英寸(dot per inch, dpi)表示。另一种描述图像分辨率的方法是采用一幅图像在横向和纵向上的像素数目乘积来表示，如 $1\,024 \times 768$ 。

图像分辨率是指组成一幅图像的像素密度的度量方法。一幅图的像素密度越高，则说明图像的分辨率越高，看起来就越逼真。相反，图像显得越粗糙。例如图像分辨率是72 dpi，即是指在每英寸长度内包含72个像素点。图像分辨率越高，意味着图像像素就越多，就有越多的细节，颜色过渡就越平滑。

图像分辨率和图像大小之间有着密切的关系。图像分辨率越高，所包含的像素越多，图像的信息量就越大，因而文件也就越大。通常文件的大小是以“兆”(MB)为单位的。一般情况下，一个幅面为A4(210×297 mm)大小的RGB模式的图像，若分辨率为300 dpi，则文件大小约为20 MB左右。

在用扫描仪扫描彩色图像时，通常要指定图像的分辨率DPI(Dots Per Inch)。例如，用300 dpi来扫描一幅 $8" \times 10"$ 的彩色图像，就得到一幅24 003 000个像素的图像。

图像文件的大小是指在磁盘上存储整幅图像所占的字节数，可以按如下计算公式计算：

文件字节数 = 图像分辨率(横向像素 $\times$ 纵向像素) $\times$ 图像深度 / 8

图像深度指图像中可能出现的不同颜色的最大数目，它取决于组成该图像的所有位平面中像素的位数之和，即位图中每个像素所占的位数。常用的位图深度有8, 16, 24和32。

通过扫描仪获取大图像时，设定扫描分辨率为300 dpi就可以满足高分辨率输出的需要。若扫描时分辨率设置比较低，扫描后利用Photoshop进行插值运算产生新像素来提高图像分辨率，则会造成图像模糊，层次差，不能忠实于原稿。若扫描时分辨率设置比较高，扫描后利用Photoshop来降低图像分辨率，则不会影响图像的质量。

图像分辨率与显示分辨率是两个不同的概念。图像分辨率是确定组成一幅图像的像素数目，而显示分辨率是确定显示图像的区域大小。如果显示屏的分辨率为 640×480 ，那么一幅 320×240 的图像只占显示屏的1/4；相反，一幅 $2\,400 \times 3\,000$ 的图像在这个显示屏上就不能显示完整的画面，只能显示约1/24。

1.4 图像色彩模式

在自然界中，万物是多姿多彩的，世界上的色彩从理论上说应该是无限种，但人们能分辨的色彩，大概只有几万种，计算机不可能完全照搬自然界中的所有色彩，它只能处理一部分我们人类常常需要用到的颜色。最初的计算机只有黑、白两色的显示和打印，我们只能把稍亮一点的色彩在计算机中对应为白色，其他对应为黑色；后来有了单显，可以显示256个灰度级的图像了，这时人们可以把各种色彩对应成计算机中的不同灰度；再随着计算机技术的不断发展，计算机能够认识的色彩越来越多，现在计算机能够表达的色彩完全超过了人眼的



分辨,已经能够满足我们的使用要求了。

色彩模式,即像素颜色的合成方法,是色彩的表达形式,用于描述和重现色彩。因为计算机处理颜色与我们人类所看颜色是不同的,所有的颜色在计算机看来,只不过是不同的数值而已,一定的颜色对应着计算机里的一定数值。这种对应关系就是色彩模式。色彩模式除了用于确定图像中显示的颜色数量外,还影响通道数和图像的文件大小。

色彩模型是一种将颜色表示为一组(一般三个或四个)数字的抽象的数学模型,这样所组成的色彩的集合被称为色彩空间。

1.4.1 颜色基本知识

人的色彩感觉信息传输途径是光源、彩色物体、眼睛和大脑,也就是人们色彩感觉形成的四大要素。这四个要素不仅使人产生色彩感觉,而且也是人能正确判断色彩的条件。

美国光学学会(Optical Society of America)的色度学委员会曾经把颜色定义为:颜色是除了空间的和时间的不均匀性以外的光的一种特性,即光的辐射能刺激视网膜而引起观察者通过视觉而获得的景象。

我国国家标准GB5698—85中,颜色的定义为:色是光作用于人眼引起除形象以外的视觉特性。根据这一定义,色是一种物理刺激作用于人眼的视觉特性,而人的视觉特性是受大脑支配的,也是一种心理反映。

自然界中的颜色可以分为非彩色和彩色两大类。非彩色指黑色、白色和各种深浅不一的灰色,而其他所有颜色均属于彩色。

任何一种彩色可以用三属性、三原色和色彩深度来描述。

1. 彩色三属性

彩色三属性包括色相、明度和饱和度。

(1) 色相 色相指颜色的基本相貌,它是颜色彼此区别的最主要、最基本的特征,它表示颜色质的区别,色相不等于色调。

从光的物理刺激角度认识色相:是指某些不同波长的光混合后,所呈现的不同色彩表象。从人的颜色视觉生理角度认识色相:是指人眼的三种感色视锥细胞受不同刺激后引起的不同颜色感觉。因此,色相是表明不同波长的光刺激所引起的不同颜色心理反应。例如红、绿、黄、蓝都是不同的色相。但是,由于观察者的经验不同会有不同的色觉。然而每个观察者几乎总是按波长的次序,将光谱按顺序分为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫以及许多中间的过渡色。

色相和主波长之间的对应关系,会随着光照强度的改变而发生改变,只有黄(572 nm)、绿(503 nm)、蓝(478 nm)三个主波长恒定不变,称之为恒定不变颜色点。通常所谈的色相是指在正常的照度下的颜色。

在正常条件下,人眼能分辨光谱中的色相有150多种,再加上谱外品红色30余种,共约



180种。为应用方便,就以光谱色序为色相的基本排序,即红(Red)、橙(Orange)、黄(Yellow)、绿(Green)、青(Cyan)、蓝(Blue)、紫(Purple)。包装印刷行业是以三原色油墨黄、品红(Magenta)、青为主色,加上其间色红、绿、蓝共六种基本色彩组成印刷色相环,如图1-4所示。在色环中,相距 90° 以内的两个颜色有共同的成分,称之为类似色;位于 $90^\circ \sim 180^\circ$ 之间的两个颜色由于他们的共同成分减少或消失,称之为对比色;位于 180° 上的两个颜色是互补色,在 0° 线上的所有颜色由于组成它们的是共同的色相和不同亮度,因此称它们为同种色。

在包装设计中,常将颜色分为三部分,一部分是长波长光,包括红、橙、黄等色相,叫暖色;一部分是短波长光,包括青、蓝、紫等色相,叫冷色;一部分是中波长光,即绿色光,叫中性色。

(2) 明度

明度不等于亮度。根据光度学的概念,亮度是可以用光度计测量的、与人视觉无关的客观数值,而明度则是颜色的亮度在人们视觉上的反映,明度是从感觉上来说明颜色性质的。

明度是表示物体颜色深浅明暗的特征量,是颜色的第二种属性。对于发光体(光源)发出的光的刺激所产生的主观感觉量,则常用“明亮度”一词。

反射或透射光的能量取决于两个量:物体的表面照度和物体本身的表面状况。物体的表面照度与入射光的强度有关;物体的表面状况是否光洁,将直接影响光的反射率或透射率的大小。

应用计算机图形图像工具软件所设计的图,大量的都需要印刷成成品进行展示。在彩色摄影、彩色印刷、彩色包装等色彩的应用中,色彩的明暗变化是十分重要的。一个画面只有颜色而没有深浅的变化,就显得呆板,缺乏立体感,不生动,从而失去真实性。因此,明度是表达彩色画面立体空间关系和细微层次变化的重要特征。

(3) 饱和度

饱和度是指颜色的纯洁性。可见光谱的各种单色光是最饱和的彩色。当光谱色加入白光成分时,就变得不饱和。因此光谱色彩的饱和度,通常以色彩白度的倒数表示。在孟塞尔系统中饱和度用彩度来表示。

物体色的饱和度取决于该物体表面选择性反射光谱辐射能力。物体对光谱某一较窄波段的反射率高,而对其他波长的反射率很低或没有反射,则表明它有很高的选择性反射的能力,这一颜色的饱和度就高。

非彩色只有明度特征,没有色相和饱和度的区别。

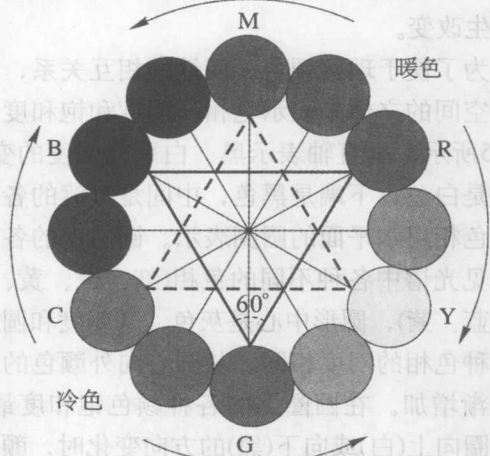


图1-4 色环图



(4) 颜色三属性的相互关系

颜色的三个属性在某种意义上是各自独立的,但在另外意义上又是互相制约的。一个颜色的某一个属性发生了改变,那么,这个颜色必然要发生改变。

为了便于理解颜色三属性的相互关系,可用三维空间的立体来表示色相、明度和饱和度。如图1-5所示,垂直轴表示黑、白系列明度的变化,上端是白色,下端是黑色,中间是过渡的各种灰色。色相用水平面的圆圈表示。圆圈上的各点代表可见光谱中各种不同的色相(红、橙、黄、绿、青、蓝、紫),圆形中心是灰色,其明度和圆圈上的各种色相的明度相同。从圆心向外颜色的饱和度逐渐增加。由圆圈向上(白)或向下(黑)的方向变化时,颜色的饱和度也降低。在颜色立体的同一水平面上颜色的色相和饱和度的改变,不影响颜色的明度。

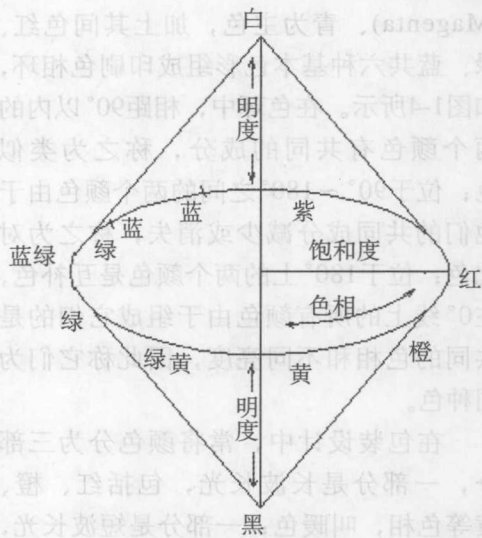


图1-5 颜色立体

2. 三原色的概念

人眼所见的各种色彩是因为光线有不同波长所造成的。经过实验发现,人类肉眼对其中三种波长的感受特别强烈,只要适当调整这三种光线的强度,自然界中各种颜色都能由这三种原色光按一定比例混合而成。

这三种颜色称为光的三原色(R,G,B),即红(Red)、绿(Green)、蓝(Blue)。所有的彩色电视机、屏幕都具备产生这三种基本光线的发光装置。因为这三种光线的混合几乎可以表示出所有的颜色,因此计算机里用R,G,B三种数值的组合来标示颜色。每种数值用8 bit来记录,共256个数值,三组数值组合起来就有 $256 \times 256 \times 256$,共1600多万种颜色,这也是我们常听到的24 bit全彩色。

因光线是越加越亮,因此两两混合可以得到更亮的中间色:黄(Yellow)、青(Cyan)、洋红(Magenta);三种等量相加可得到白色(White),如图1-6所示。学习计算机绘图与画图,对各种颜色的混合关系一定要了解,这样才能把影像按自己的意思加以调整,而不是凭空任意尝试。

补色,是指完全不含另一种颜色,例如黄色一定是由红绿两色合成,完全不含蓝色,因此黄色称为蓝色的补色。从色相图中可以看到两个补色隔着白色相对。将两个补色相加会得到白色。

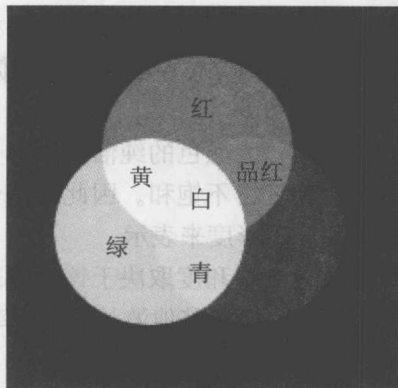


图1-6 三原色



3. 色彩深度

色彩深度是指存储每个像素颜色所用的位数，色彩深度是表达色彩丰富程度的度量，又称为色彩位数。它还可用来度量图像的分辨率。色彩深度决定彩色图像的每个像素可能有的颜色数，或者确定灰度图像的每个像素可能有的灰度级数。

色彩位数常用的有1位(Bit)、8位、24位和32位。1位有两个可能的数值：0或1。这些“位”是用来定义图像中每个像素的颜色的，随着用来定义颜色的“位”数的增加，每个像素的颜色范围也在增加。一个1位的图像包含2¹种颜色，所以1位的图像最多可由两种颜色组成，即每个像素的颜色只能是黑或白；一个8位的图像包含有2⁸种颜色，或256级灰阶，每个像素可能是256种颜色中的任意一个；一个24位的图像包含2²⁴种颜色；一个32位的图像包含2³²种颜色，但很少这样讲，32位的图像可能是一个具有Alpha信道的24位图像，也可能是CMYK色彩模式的图像，这两种情况下的图像都包含有四个8位的信道。图像色彩模式和色彩深度是相关联的(一个RGB图像和一个CMYK图像都可以是32位)，但不总是这种情况。Photoshop也支持16位信道，可产生16位的灰度模式的图像、48位的RGB模式的图像、64位的CMYK模式的图像。

例如，一幅彩色图像的每个像素用R,G,B三个分量表示，若每个分量用8位，那么一个像素共由24位表示，就说像素的深度为24，每个像素可以是2²⁴=16 777 216种颜色中的一种。在这个意义上，往往把色彩深度说成是图像深度。表示一个颜色的位数越多，它能表达的颜色数目就越多，而它的深度就越深。

虽然色彩深度或图像深度可以很深，但各种VGA的颜色深度却受到限制。例如，标准VGA支持4位16种颜色的彩色图像，多媒体应用中推荐至少用8位256种颜色。由于设备的限制，加上人眼分辨率的限制，一般情况下，不一定要追求特别深的色彩深度。此外，色彩深度越深，所占用的存储空间越大。相反，如果色彩深度太浅，那也影响图像的质量，图像看起来让人觉得很粗糙或很不自然。

1.4.2 色彩模型

简单说色彩模型是用于表现颜色的一种数学算法，即一副电子图像用什么样的方式在计算机中显示或打印输出。

下面介绍在计算机图形图像处理中常用的几种色彩模式。

1. 位图模式

使用两种颜色值(黑、白)表示图像中像素的模式。位图模式的图像也叫做黑白图像，或叫位图像，因为其图像深度为1。

2. 灰度模式

灰度图像的每个像素有一个0(黑色)到255(白色)之间的亮度值，共256个灰度级。灰度值也可以用黑色油墨覆盖的百分比来表示(0%等于白色，100%等于黑色)。使用黑白或灰度扫描仪产生的图像常以“灰度”模式显示。可以将位图模式和彩色图像转换为灰度模式。