

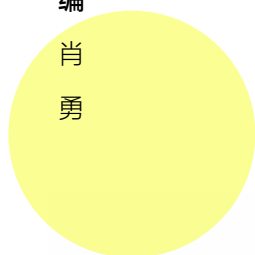


中国轻工业“十三五”规划教材  
Printing & Technology

# 印刷 与工艺

张 姝 胡晓曦 侯锐淼 编著

总主编  
肖 勇



## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

印刷与工艺 / 张姝, 胡晓曦, 侯锐森编著. —北京:  
中国轻工业出版社, 2018.5  
中国轻工业“十三五”规划教材  
ISBN 978-7-5184-1891-6

I. ①印… II. ①张… ②胡… ③侯… III. ①印刷—  
生产工艺—高等学校—教材 IV. ①TS805

中国版本图书馆CIP数据核字 (2018) 第043538号

## 内 容 提 要

本书从不同的角度与层次对印刷工艺进行全面而细致的讲解, 知识性与实务性相结合, 引导学生从理论走向实践。本书详细讲解了印刷的基本知识, 让读者对印刷行业有个简单但不粗略的框架式理解, 对现代四大印刷方式分专题进行细致全面的介绍; 对印刷中的重要物料、操作等实务知识进行深入描述。本书在编写的过程中力求体现严谨的科学性和鲜明的时代特色, 书中资料翔实准确, 所选图例都是来自国内外印刷领域的成果, 可读性与参考性较强。本书适用于高等院校艺术设计专业教学, 帮助学生全面掌握并了解印刷材料与工艺。

责任编辑: 王 淳      责任终审: 孟寿萱      封面设计: 锋尚设计  
版式设计: 锋尚设计      责任校对: 吴大鹏      责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街6号, 邮编: 100740)

印 刷: 北京富诚彩色印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2018年5月第1版第1次印刷

开 本: 889×1194 1/16 印张: 8

字 数: 250千字

书 号: ISBN 978-7-5184-1891-6 定价: 48.00元

邮购电话: 010-65241695

发行电话: 010-85119835 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: [club@chlip.com.cn](mailto:club@chlip.com.cn)

如发现图书残缺请与我社邮购联系调换

180129J1X101ZBW



印刷在生活中随处可见，纸、塑料、木材、金属都是常见的印刷媒介，但是印刷并不平凡。当回望印刷的发展历程时，会发现印刷带给我们的又何止是图案与文字，它是社会文明的进步。

我国古代，印刷的意义更多地体现在文化与知识的传承上。从最早的印章和拓印开始，印刷在人们的文化和社会生活中起到了越来越大的作用，隋唐时期，随着雕版印刷的成熟，中华文明也来到了在封建时代经济、文化、政治上的一个全面的盛世。在这之后，印刷的角色也悄然发生着转变。宋代，繁荣的商业发展随着活字印刷的发明，印刷开始更多地参与人们的经济、文化生活，不仅体现在纸币的印刷，其他形式的印刷也开始进一步发展，如一些简易的包装印刷、丝绸布料的印刷等。这种商业性印刷随着封建时代的终结和西方先进印刷技术的引进，在民国时期获得了

快速的发展，为新中国以后的印刷多元化发展奠定了基础。

改革开放后，我国的印刷进入了一个新的时代，报纸印刷、书籍印刷、广告印刷、包装印刷、特种印刷全面发展，印刷在经济中发展的作用也越来越大。随着数字印刷技术的发展，印刷开始向个性化、大众化的需求发展，并且随着互联网技术的不断成熟发展，未来印刷行业将进入一个新的阶段。

本教材从印刷工艺的基础知识讲起，遵循循序渐进的规律，逐步过渡到印刷工艺的实务。结合当前行业的发展现状，有选择地介绍了胶版印刷、柔性版印刷、凹版印刷、丝网印刷四大现代印刷方式，不仅涉及印刷中重要实用的材料知识，也对印刷过程中会出现的问题进行了专门的解析。本书不仅让读者对从原稿设计转入印刷环节的过程描述易于理解，而且以图为辅，使之清晰展现，

简洁明了，既便于课堂教学中的实际操作，也便于读者自修。

本书在肖勇教授的指导下完成，感谢为本书编写提供资料、图片的同事、同仁，他们是姚丹丽、柏雪、李平、张达、杨清、刘涛、万丹、汤留泉、刘星、胡文秀、向芷君、李帅、汪飞、张文轩、马文丹、史凡娟、祝旭东、王涛、袁郎、曹玉红、窦真、黄晓峰。

编者



# 目录 CONTENTS

## 第一章 印刷基本概念

第一节 印刷的历史渊源与发展.....	001
第二节 印刷概述.....	005
第三节 印刷工艺基础认知.....	008
课后练习.....	018

## 第二章 胶版印刷

第一节 概述.....	019
第二节 印版制作.....	020
第三节 印刷工艺.....	025
第四节 无水胶印技术.....	028
第五节 胶版印刷常见问题.....	031
课后练习.....	032

## 第三章 柔性版印刷

第一节 概述.....	033
第二节 柔性版印刷原理.....	035
第三节 印刷油墨.....	036
第四节 柔性版制版方法.....	036
第五节 印刷工艺.....	041





第六节 柔性版印刷常见问题.....	045
课后练习 .....	048

#### 第四章 凹版印刷

第一节 概述 .....	049
第二节 凹版印刷工艺原理 .....	051
第三节 凹版制版方法 .....	053
第四节 印刷工艺 .....	059
第五节 凹版印刷常见问题 .....	061
课后练习 .....	064

#### 第五章 丝网印刷

第一节 概述 .....	065
第二节 制版方法 .....	067
第三节 印刷工艺 .....	073
第四节 丝网印刷常见问题 .....	076
课后练习 .....	077

#### 第六章 印刷物料

第一节 纸张 .....	078
--------------	-----

第二节 油墨 .....	084
第三节 其他辅助材料 .....	091
课后练习 .....	094

#### 第七章 印后加工

第一节 书刊装订工艺 .....	095
第二节 表面装饰加工 .....	106
课后练习 .....	109

#### 第八章 印刷质量检测与评价

第一节 印刷质量评价 .....	110
第二节 质量检测常用工具和仪器 .....	112
第三节 质量检测中的计算指标 .....	115
课后练习 .....	120

参考文献 .....	121
------------	-----



# 第一章 印刷基本概念

PPT 课件，请在  
计算机里阅读

学习难度：★★☆☆☆

重点概念：活字印刷、印刷分类、  
颜色复制、阶调复制



## ◀ 章节导读

印刷与我们的生活息息相关，随处可见，但这并不意味着我们很了解印刷。孙中山曾经说过：“印刷是（文明）进步之母。”那么印刷是什么？当我们谈起印刷时我们在谈什么？本章我们将首先随着历史的进程，来探索印刷的本质与发展规律，展望未来印刷行业的发展。同时，从本章开始，以理论结合实务的精神，在介绍印刷的含义与分类的同时，着重讲述现代印刷的重要的基本原理，为对印刷的实际操作与深层次理解打下基础（图1-1）。



图1-1 印刷品

## 第一节 印刷的历史渊源与发展

### 一、文字的产生

文字是记录语言的符号，是人类步入文明时代的一个重要标志。有了文字，语言不再受时间和空间的限制。

文字表现的变化过程是：结绳记事→画图记事→甲骨文→金文→小篆→隶书→楷书→行书→草书→简化字。

中国最早的文字是从“结绳记事”、“刻木记事”开始的。人们把需要记忆的事情，按照不同的情节，在绳子上结成不同大小和形状的扣结。事大绳结大，事小绳结小。刻木，就是在木板、竹片、石上刻下不同长短宽窄的条痕，留作记忆的凭证，以便日后查考。

随着结绳记事和刻木记事进一步发展和完善，出现了画图记事。亦即把与周围环境有密切关联的动、

植物和各种物体的实际形状，作为符号刻画在石木或穴壁上，用以记事。这些画图就是文字的原始形状。画图记事方便了记忆，但仍无法明白无误地传达信息，经过一个相当长的习惯、修改、约定、规范的演进过程，产生了以字像物形为特征的文字，也就是象形文字。

几千年来，汉字的基本构造没什么变化，只是字体的变化比较大。最古的汉字字体是甲骨文，即用尖石在龟甲或兽骨上刻出的象形文字，年代约在殷商。稍后是周代，以至春秋、战国时代的大篆（也称为金文、钟鼎文），秦代的小篆，汉代的隶书，魏晋南北朝、唐、宋、元、明、清的楷、行、草书，直至今天的简化字（图1-2、图1-3）。

## 二、纸

简、丝帛、纸、笔、墨的相继发明，为文字的存在创造了必要的物质基础。

大约在印刷术发明前1000年的时候，我国就出现了毛笔，当时用兔毫作笔头，以细竹为笔杆，蘸朱砂之类的有色物料在竹简、丝帛之类的载体上涂画。毛笔涂画便捷、经久耐用，历代相传，不断改进，成为上好的书写工具沿用至今。



图1-2 汉字的演进

公元2世纪初，东汉和帝年间，蔡伦总结了前人抄造纸张的经验，采用树皮、麻头、破布等造纸原料，制成了质地优良的植物纤维纸，称为“蔡修纸”（图1-4）。纸张具有轻便柔软、韧性良好、制造容易、价格便宜等优点，是十分合适的书写材料，很快地取代了笨重的竹简和昂贵的丝帛。

## 三、盖印与拓石

从印刷技术的角度来看，印章相当于印版，盖印即是印刷，而刊刻印章，则属制版。印章，初期只作信凭之用，面积很小，通常刻的是姓名或官衔。到了公元4世纪的晋朝，出现了面积较大的印章，据典籍所载，这时已有120个字的印章。用120个字的印章盖的印，得到了应该是一篇短文的复制品了。

早期的印章，多是凹入的反写阴文，印在泥土上，得到的是凸起的反写阳文印章，印在纸上得到的是白地黑字的正写文字。这种从反写阳文取得正写文字的复制方法，已经孕育着雕版印刷术的雏形（图1-5）。

拓石是印刷术发明的另一渊源。春秋以前，在石碑上镌刻文字，民间已广为流传。春秋以后，石碑刻字技术相当娴熟，秦始皇出巡时，到处刻石记功。然后用拓刷的方法把石碑上的字拓印下来，称为碑帖，



图1-3 楷书 欧阳询



图1-4 东汉蔡修纸



图1-5 印章



图1-6 雕版印刷



图1-7 明朝的纸币（银票）

可当书用或校正经文。显然，盖印与拓石有异曲同工之妙。

#### 四、雕版印刷术的发明和发展

雕版印刷术是盖印与拓石两种方法发展、合流而形成的。

雕版印刷术的工艺过程如下：把硬度较大的木材刨平、锯开，表面刷一层稀浆糊，然后把写好字的透明薄纸，字面向下贴在木板上，干燥后用刀雕刻出反向、凸起的文字，成为凸版。经过在版面上刷墨、铺纸、加压力后，便得到了正写的文字印刷品（图1-6）。

雕版印刷术，在元、明、清三个朝代，不但印书，还印纸币，中国印刷术最早就是以纸币传入欧洲的（图1-7）。

#### 五、活字印刷的发明和发展

活字版印刷术是宋朝仁宗庆历年间（公元1041~1048年）毕昇发明胶泥活字术，这是我国继雕版印刷之后又一伟大发明。

毕昇发明的活字版印刷，采用泥活字排版，从造字、排版到印刷都有明确的方法，活字版印刷术既经济又方便，具有明显的优越性，因而逐渐取代了雕版印刷术的地位。但缺点是泥活字不易保存，不能用来做第二次印刷（图1-8）。

后人仿效泥活字，又有了瓷活字，木活字，铸造锡活字。明清两代流行了铜活字，铅活字。鸦片战争以后，传统的雕版与活字版逐渐被石印和铅印所取代。

## 六、西方的印刷发明

欧美最早的印刷品出现在公元15世纪，采用木版、铜版刻印圣像、纸牌。后来在刻制的图像上配置文字。中国自唐代以来，丝绸之路远至古罗马，而且与波斯等地贸易频繁，马可波罗的中国之游，也促进了文化方面的交流，可以说，东方的印刷术对欧洲不无影响。

公元5世纪中叶，德国人谷登堡用模型铸制铅合金活字排成版面印刷，并参考酿酒用压榨架结构，制成木质印刷架印刷圣经（图1-9）。

1798年左右，布拉格人塞内费尔德在石灰石板上绘制图文的印刷方法，称为石印。1868年，人们开始用金属薄板代替印石，可以包卷在圆筒上，用卷筒方法进行印刷。1904年，美国人I.W.鲁贝尔创始将印版上的墨迹经橡皮布转印在纸上，因经橡皮布转印是它的特征，故称为间接印刷，中国习称胶印。

## 七、印刷的发展趋势

彩色印刷品的比重迅速增加，胶印印刷占主导，印后加工技术自动化程度提高，电子技术的广泛运用改变了现有印刷工艺，印刷周期缩短，印刷质量提高（图1-10）。

以是否使用印版完成图文转移为标准，印刷可分为有版印刷与无版印刷。从印刷定义不同，可以看出印刷技术的变化和发展，即从依靠印版和压力实现图文复制的传统印刷逐渐转向无版和无压的现代数字技术。

针对大众化需求而产生的有版印刷是印刷媒体过去几个世纪经久不衰的关键所在，但是可以预见的是，计算机直接制版技术（CTP）和计算机整合生产技术（CIP）会成为有版印刷技术的必然归宿，同时也会是数字时代印刷产业技术的重要标志。因为CTP技术实现了数字页面（数字胶片）向印版的直接转换，省去了计算机直接制胶片（CTF）技术中必须使用胶片以及配套环节的麻烦，在效率、质量、成本等方面明显优于CTF技术。因此，CTP取代CTF，成



图1-8 活字印刷



图1-9 古登堡圣经



图1-10 彩色印刷品

为下一代印刷技术的主流是印刷产业技术发展的一个必然（图1-11）。

数字印刷是提供个性化需求纸媒体产品的最佳方法，是印刷产业发展的另一个崭新空间，也是实现按



图1-11 小型数字印刷机

需印刷生产和服务的键。 “0” 和 “1” 时代给印刷产业技术带来的变化是全面和彻底的，触及了印刷产业技术的基础，涉及印刷产业的方方面面。变化已经是正在发生的一个客观事实，而且在不断深化和扩大。

## 第二节 印刷概述

### 一、印刷的定义

印刷是指使用模拟或数字的图像载体将呈色剂或色料（如油墨）转移到承印物上的复制过程。国家标准GB9851.1-1990中对印刷的定义是“印刷是使用印版或以其他方式将原稿上的图文信息转移到承印物上的工艺技术”。说明印刷是一种对原稿图文信息的复制技术，其最大特点是，除了空气和水之外，印刷能够把原稿上的图文信息大量、经济地再现在各种各样的承印物上，并且其成品还可以广泛地流传和永久地保存，这是电影、电视、照相等其他复制技术所无法与之相比的。

印刷品的生产过程是原稿的设计、排版制作、印刷、印后加工四个工艺过程。现在，人们常常把原稿的设计、图文信息处理、制版统称为印前处理，而把印版上的油墨向承印物上转移的过程称为印刷，这样，一件印刷品的完成需要经过印前处理、印刷、印后加工等过程（图1-12）。

### 二、印刷的分类

#### 1. 按照印版形式分类

印刷的主要类别有平版印刷、孔版印刷、凸版印刷、凹版印刷。

（1）平版印刷。有时也称为化学印刷，意思是指印刷图像与印刷版位于同一平面上。它是基于“油水不相混”的原理实现印刷的。平版印刷是通过机械或手工把图像呈在石头或金属表面，然后对该表面进行化学处理使得图像部分亲墨，而其他空白部分不亲墨。印刷时，只有亲墨的图像部分转移到纸张上，形成印迹。照相版印刷、影印石版和胶印都属于平版印刷。

（2）孔版印刷。包括誊写版、镂孔花版、喷花和丝网印刷等。孔版印刷的原理是：印版在印刷时，通过一定的压力使油墨通过孔版的孔眼转移到承印物上，形成图像或文字。孔版印刷中应用最广泛的是丝网印刷。



(a)



(b)

图1-12 印刷生产

(3) 凸版印刷。是一种最古老的印刷方法。它是使用具有凸起表面的凸版进行印刷的。印刷时，油墨涂在字模的表面，然后压印到纸张上，字模表面的油墨就转移到了纸张表面，形成一个印迹。手排印刷、莱诺整行铸排机印刷、铅版印刷、电版印刷和照相凸版印刷都属于凸版印刷。

(4) 凹版印刷。是通过手工或机械雕刻把线刻去，使印刷版形成一个凹下去的字或图像的一种印刷方法。印刷时，首先把线划或凹槽用油墨填充，再用准备好的纸张压在其上，纸张把油墨粘走。

## 2. 按照印刷品用途分类

按照印刷品的用途，一般分为报纸印刷、书刊印刷、广告印刷、地图印刷、钞票印刷、包装装潢印刷以及特种印刷等。

(1) 报纸印刷。以报纸等信息媒介为产品的印刷，是仅次于书刊印刷发行量的一种印刷。报纸是传播新闻的重要媒介，具有时间性。前期主要使用铅排

的凸版印刷，劳动强度大、环境污染严重。20世纪80年代以后，大多使用平版印刷。也有些欧美国家采用柔性版印刷报纸。

(2) 书刊印刷。以书籍、期刊等为主要产品的印刷，是印刷量及产值最大的一种印刷。早期，也就是20世纪70年代以前，主要采用铅字排版的凸版印刷，目前主要利用计算机排版和平版印刷。

(3) 广告印刷。印刷的范围较广，有商品样本、画报、海报、招贴画、彩色图片、广告牌等。要求印刷时间短，印刷质量好，一般采用平版印刷。而大幅面的广告牌，多采用丝网印刷（图1-13）。

(4) 地图印刷。成品有地形图、航测图、地矿图、交通图以及军事用图等。图面复杂，幅面大小不一，精度要求较高，大多采用多块印版套印的平版印刷（图1-14）。

(5) 钞票印刷。成品主要是钞票、支票、股票、债券以及其他的有价证券。此类印刷，对防伪有很高



图1-13 广告印刷



图1-14 地图印刷

的要求，以四版印刷为主，平版、凸版或其他印刷方法为辅。

(6) 包装印刷。成品主要用于商品的包装，除了具有装载商品、保护商品、美化商品的作用外，还起到了宣传商品和推销商品的作用，印刷的产品种类很多，有纸盒、金属盒、塑料袋、商标、软管以及各类包装纸、陶瓷、玻璃、皮革等。

(7) 特种印刷。采用不同于一般制版、印刷、印后加工工艺和材料，供特殊用途的印刷，如全息照相印刷、静电植绒、喷墨印刷、表格印刷等。许多包装印刷品，是要用特种印刷完成的。随着新材料的研发的不断推进和科技的不断发展，特种印刷的产品会更加丰富多彩。

### 3. 按照印刷色数分类

(1) 单色印刷。一个印刷过程中，只在承印物上印刷一种墨色，称为单色印刷。一个印刷过程指在印刷机上一次输纸和收纸（图1-15）。

(2) 双色印刷。一个印刷过程中，在承印物上印刷两种墨色的印刷称为双色印刷（图1-16）。

(3) 多色印刷。一个印刷过程中，在承印物上印刷两种以上的墨色，称为多色印刷。一般指利用黄（Y）、品红（M）、青（C）和黑（BK）油墨叠印再现原稿颜色的印刷。对于一些专色的印刷品，例如，线条图表、票据、地图等，则需要使用调配出特定的颜色或由油墨制造厂供给专色油墨进行印刷（图1-17）。

## — 补充要点 —

### 喷墨印刷

喷墨印刷是一种无接触、无压力、无印版的印刷。电子计算机中存储的信息，输入喷墨印刷机即可印刷。按照色彩分为黑白喷墨和彩色喷墨；按照喷墨方式分为同步喷墨和异步喷墨。

喷墨印刷机由系统控制器、喷墨控制器、喷头、承印物驱动机构等组成。油墨在喷墨控制器的控制下，从喷头的喷嘴喷出喷印在承印物上。按照印刷要求，驱动器输送承印物，系统控制器负责整机工作的运转。喷墨印刷的分辨率很高，印刷质量接近于照片。因此，喷墨印刷能够制作彩色透明或不透明的图片，也能制作书刊、报纸校样以及彩色图像校样等，如果将喷墨印刷机接于通信设备，还可进行远距离图文的传输。由于喷墨印刷机的幅面越来越宽，近年来利用喷墨印刷机制作大幅面的印刷品被广泛地应用于广告宣传画等，因此，喷墨印刷的用途越来越广。

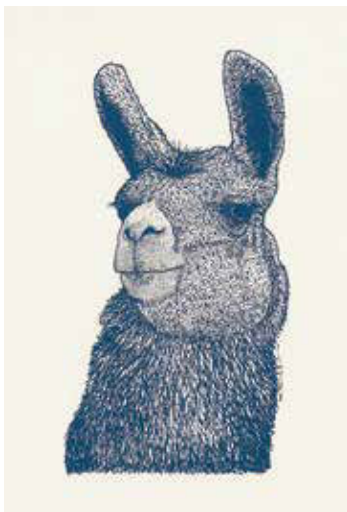


图1-15 单色印刷



图1-16 双色印刷



图1-17 多色印刷

## 第三节 印刷工艺基础认知

### 一、印刷的颜色复制原理

#### 1. 色光三原色和加色混合法

不同的颜色相混合就能产生新的颜色，我们将能够通过混合产生所有颜色的最少的几种颜色称为原色。当由两种或两种以上色光同时到达人眼的视网膜时，人眼视网膜的三种感色细胞分别受到刺激，在大脑中产生一种综合的颜色感觉。这种由两种或两种以上色光混合呈现新的颜色的呈色原理称为色光加色法。人们通过实验发现，各种色光可以用红、绿、蓝三种单色光混合得到，但是红、绿、蓝三种色光却不能用其他色光混合得到，因此，将红、绿、蓝三种色光定为色光三原色（图1-18）。

在光学中两种色光以适当比例混合产生白色，这两种颜色称为“互为补色”。黄光和蓝光混合成白光，黄色与蓝色为互补色，同理青色与红色为互补色，品红色与绿色为互补色。不等量的红、绿、蓝三原色的色光混合相加，如果是双色混合，混合色偏向于比例大的颜色。比如红光与绿光混合，红光比例大于绿光，则得到的颜色为偏红的橘红色光。如果是红、绿、蓝三色光不等量混合，则混合色的亮度增加，彩度降低，三原色光的比例差别越小彩度越低，三原色光的比例差别越大，彩度越大。混合色中的色光加

的越多就越亮，等量的红、绿、蓝色光可以产生灰白色。

加色混合有直接光源混合和间接的反射光混合两类。直接光源混合，又称为视觉器官以外的色光混合，如太阳光、照明灯光等，人眼看到的不是各种单色光，而是光源在发射光波的过程中，光到达人眼前就直接混合呈色。间接的反射光混合是指颜色混合在人的视觉器官内进行，可分为两种形式，一种是色光的静态混合或称空间混合，另一种是色光的动态混合或称时间混合。色光的静态混合是指，在一个平面上有不同的色块，当两个色块面积很小又距离很近时，它们的反射光投射到人眼视网膜的同一视觉细胞，人眼就认为是一种颜色，这种颜色就是两种反射光混合后的颜色；色光的动态混合是指，当不同的色彩以一定速度交替呈现在眼前时，在人的眼睛里就会产生不同色彩的混合现象，这种混合的色彩就是人眼看到的颜色。如麦克斯韦尔色盘（图1-19），当色盘静止时，人眼能清楚看到色盘上不同颜色色块，当色盘快速转动时，人眼看不到不同的色块，而是一片中性灰色。这是因为第一色刺激未过，又叠加第二或第三色的刺激，由于视觉的残留作用，人眼感觉是叠加后的新的颜色。

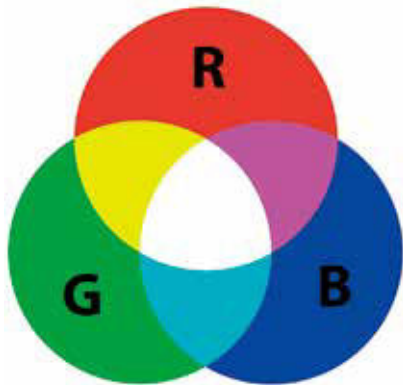


图1-18 色光三原色



图1-19 麦克斯韦尔色盘

## 2. 色料三原色与色料减色法

在自然界，存在很多自身不会发光的物体，但是我们仍然能看到它们的颜色，这是因为对于自身不能发光的物体，可通过吸收照射在其上的光线中的一部光、反射另一部分光。而被反射的光相加混合产生新的颜色，就是人眼看到的颜色，也就是我们定义的这个物体的颜色，这种呈色原理称为色料减色法。例如青色颜料吸收白光中的红光，反射蓝光和绿光，然后蓝红光和绿光混合得到青色。

将黄、品红、青三种色料以适当比例混合，可以得到自然界的成千上万种颜色，而用其他色料混合却得不到黄、品红、青三种色料，基于我们对原色的定义，所以将黄、品红、青三种色料定为色料三原色。不同量的黄、品红、青三原色的色料混合相加，可以产生一种新颜色，并且越加越暗。色料混合时，某一种颜色的色料与另一种颜色的色料混合后呈黑色，称这两种色料的颜色为互补色。如品红色料与绿色色料混合成黑色，则品红色与绿色为互补。同理，黄色与蓝色为互补色，青色和红色为互补色。

黄色料与品红色料混合，黄色料从照射的白光中吸收了蓝光，反射红光和绿光，品红色料吸收了绿光，最后只剩下红光反射出来，人眼看到的便是红色。同理，黄色料与青色料混合，人眼看到的便是绿色。品红色料与青色料混合，人眼看到的便是蓝色。色料三原色黄、品红、青等量混合，由于白光中的蓝光、绿光、红光全部被黄、品红、青色料吸收，没有剩余的色光反射，因此人眼看到的是黑色。

不等量的两种原色色料混合时，混合后的色相偏向于比重大的原色色相。如黄色与品红色的色料相混合，当黄色色料的比重大于品红色色料时，混合后的红色偏向于黄色，如红橙色。不等量的三种原色色料混合，明亮度和彩度都下降，色料混合的越多色彩越暗，三原色色料的比例差别越小彩度越低，三原色色料的比例差别越大，彩度越大。

理想的色料三原色是吸收一种三原色光反射另两种三原色光。但是理想的色料三原色实际上是不存在的，现实状态下是该反射的色光 and 该吸收的色光都不彻底，导致色料的颜色亮度低、饱和度小、色调不纯正。因此三原色料混合后的色调不如理想三原色料的混合色，如实际黄色料与青色料混合后的绿色，比理想的绿色偏青色。

色料中黄、品红、青三原色称为一次色，是配制其他不同颜色用的基本色。两种原色混合得到的颜色称二次色或者间色。比如由黄色色料与青色色料混合得到的绿色就是二次色。由三种原色料混合得到的颜色称为复色或三次色。复色可以用三原色叠合、原色与二次色混合、两种或三种二次色混合等方式形成（图1-20、图1-21）。

色料减色混合有透明色层叠合和色料调和两种类型。透明色层叠合指几种颜色的透明明色层叠合在一起时，白光照射到色层上，每层透明

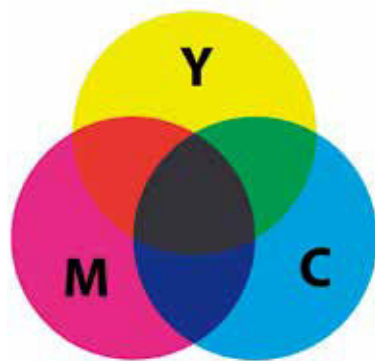


图1-20 色料三原色



图1-21 基于色料三原色的调色轮



图1-22 图片的分色



图1-23 四色印刷网点

色层只吸收与其色彩呈补色关系的那部分色光，透过与其色彩相同的那部分色光，最后剩下的光进行人眼感觉到混合后的颜色。比如黄色透明色层叠加在青色透明色层上，白光照射到黄色透明色层，黄色透明色层吸收蓝光，透过绿光和红光，绿光和红光射到青色透明色层上，青色透明色层吸收了红光，最后只剩下绿光，经纸张反射进入人眼，人眼看到的是叠合后的绿色。色料调和指的是几种色料混合后成为另一种新的颜色，比如将画画用的黄色颜料与青色颜料混合在

一起，得到的是绿色。混合后的颜色亮度降低，颜色变暗变灰。

### 3. 分色与四色印刷

在实际印刷中，印刷品要复制原稿上成千上万种颜色，不可能用这么多颜色的色料去印刷。由于色料三原色黄、品、青混合后可以得到自然界的绝大部分颜色，所以印刷就用黄品青三原色油墨，通过不同比例的墨量组合来复制原稿上的颜色，实现色彩还原。所以需要我们将原稿上的颜色分解成黄、品、青三种颜色信息。

分色原理如下：白光照射到原稿上，这些颜色吸收了部分光，反射或透射另一部分的色光，这些色光通过红、绿、蓝滤色片后被分解成三路颜色信号。原稿上某颜色反射或透射的红光信息通过红滤色片，形成红光信息，该颜色的反射或透射的绿光信息通过绿滤色片，形成绿光信息，该颜色的反射或透射的蓝光信息通过蓝滤色片，形成蓝光信息。每一路颜色信号的强弱变化对应着原稿上该颜色含量多少，根据减色法原理，减色法的三原色为青、品红、黄，故要将原稿经过红、绿、蓝滤色片后所得到的红、绿、蓝三色信息转换成青、品红和黄色信息。已知红色与青色为互补色，绿色与品红色为互补色，蓝色与黄色为互补色，通过互补色的关系转换将原稿上的红色、绿色、蓝色信息转换成对应的青色、品红色和黄色信息（图1-22）。

在转换过程中，青、品红、黄三种颜色对应的强弱信息比例转换成网点百分比，再将网点百分比记录在印版上，就得到了三张分色印版，这三张分色印版记录的信息就对应着印刷时青、品红、黄三种彩色油墨的墨量。彩色原稿上的颜色由青、品红、黄色油墨中两种或三种以不同比例组成，因此彩色原稿上每一个点都在三张分色版上形成记录信息（图1-23）。

在实际印刷中，一般印刷用黄、品、青、黑四个颜色的油墨，而不是只有青、品、黄三种颜色。原因如下：

（1）从油墨的性能考虑。要注意油墨的黏度、黏着性、干燥速度的要求。油墨不可能做得很纯，其光谱特性达不到理想的状态，因此将等量的青色、品

红色和黄色油墨混合在一起产生的不是纯黑色，而是黑色偏棕色，于是在印刷中就使用第四种颜色，即黑色油墨，来增强印刷品黑色浓度、增强暗调的表现能力、增大反差。

(2) 从成本的角度考虑。黑色墨比彩色墨便宜，而大量的印刷品如图书为黑白印刷品，用黑色墨比用黄、品、青三色墨叠加出黑色更经济实惠，印刷黑色文字效果更好，并且能减少三色墨套准的风险。

(3) 从印刷工艺的角度考虑。在印刷品中颜色深的部位，如黑色或灰色如果完全由黄、品、青三色墨叠加的话，那么深颜色部位的墨量就大且墨层厚，造成油墨干燥速度缓慢，并且印刷控制难度增大，而用黑色墨代替一部分黄、品、青三色墨叠加的黑色，降低彩色油墨的用量，使得总墨量减少，那么油墨干燥速度加快，中间调到暗调的颜色和层次容易控制，减少故障。

#### 4. 专色印刷技术

在印刷中，用青色、品红色、黄色、黑色这四种油墨就可以复制出自然界大多数的颜色，但是在一些特殊的情况下，我们需要用到除了这四种颜色以外的油墨来印刷，除基本的黄、品红、青、黑四色油墨以外颜色的油墨统称为专色油墨。专色即特定彩色油墨的颜色，如红色、橘色、荧光黄、珍珠蓝、金色、银色等。有些专色可以由CMYK油墨混合得到，如红色、橘色、绿色等，有些专色无法用CMYK油墨再现

的，如荧光黄、珍珠蓝、金色、银色等。

(1) 专色的特点。在色域方面，专色可以很好地解决CMYK四色色域以外的颜色，如金色、银色等。虽然可以给专色加网以呈现任意的深浅色调，但大多情况下专色采用实地印刷，无论这种专色有多深或多浅。每一种专色都为固定色相，在印刷时大大提高了颜色传递的准确性。所以它被广泛用于公司名称和商标的印刷中，例如百事可乐公司的标志中的蓝色与红色，在印刷时可以采用专色印刷，这样不管在什么纸张上或采用什么样的印刷设备，都能保证其品牌色的准确（图1-24）。使用专色印刷时，每一种专色要专门制作一块印版，并由一个机组走纸一次来完成对该专色的印刷。专色可以与CMYK颜色中的一种色或几种色一起使用，也可以单独使用。如某印刷品用CMYK色银色即五色印刷，或者某图书全书内文只用一个海蓝色专色印刷。

#### (2) 专色印刷因素

1) 考虑成本因素。如某图书所有内页只有两种颜色棕色和黑色。如用CMYK四色来印刷，则需要四块印版，而使用专色红棕色与黑色则只需要两块印版，如果印刷数量可观，则可以降低较多生产成本。

2) 考虑质量因素。专色印刷在套印和颜色稳定性方面更有保障。因为专色不需要套色，在颜色的传递和还原上更能保证一致的外观，对于一些对颜色一致性要求高的产品，可考虑使用专色印刷。



(a)



(b)

图1-24 百事可乐