

印刷油墨

应用技术

钱军浩 编著



化学工业出版社

印刷油墨应用技术

钱军浩 编著

化学工业出版社

·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

印刷油墨应用技术/钱军浩编著. —北京: 化学工业出版社, 2003. 6
ISBN 7-5025-4461-5

I. 印… II. 钱… III. 油墨-印刷-技术
IV. TS802. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 040486 号

印刷油墨应用技术

钱军浩 编著

责任编辑: 王蔚霞

文字编辑: 麻雪丽

责任校对: 凌亚男

封面设计: 于兵

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

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

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 32 字数 803 千字

2003 年 7 月第 1 版 2003 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4461-5/TS·94

定 价: 66.00 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

自中国加入世界贸易组织（WTO）以来，商品经济社会对产品包装的印刷更趋高档化、多元化，从而对印刷技术的要求越来越高。印刷过程中使用的油墨是印刷业中最重要的、最关键的材料之一。印刷油墨的配方与质量的好坏、油墨的选择与运用效果如何，直接影响着产品的外在功能及产品档次。此外，在当前印刷领域中，随着科学技术的飞速发展，新型材料与新型技术层出不穷，极大地推动了印刷技术的不断更新与繁荣。

现代油墨及其应用技术的不断涌现，可大大促进印刷领域中某一技术变革，这也是印刷领域中大家所关注的一大热点。特别是在当前商品经济形势下，人们对各类产品的外观装饰、防伪性要求越来越高，许多生产企业不仅要求自己产品的外观图文精美、高档华贵，而且还需赋予产品外观的某些其他功能，如防伪、香味、防水、阻燃、保鲜等，而诸如此类功能与效果的印刷技术，更是离不开新型油墨的应用技术。

可见，对油墨进行选择与应用，并在实际使用中追求印刷质量的不断完善、性能的不断拓宽，同时进行各类新型油墨技术的不断开发与应用，不仅是当前市场的迫切需要，而且会更有效地推动印刷工业的发展。

然而，迄今为止我国还没有出版一本全面系统地介绍特种油墨方面的书，至于有关实际使用方面的问题分析与解决办法，更求之甚少。当前许多印刷技术人员对常见的油墨如胶印、凹印、柔印、丝印等油墨的配方与应用技术了解甚少，对当前国内外市场上各类特种印刷工艺所用油墨，以及新近出现的各类新型油墨及其运用技术就更加无从谈起，这大大阻碍了广大印刷工作者知识面的拓宽和新技术应用能力的提高，也限制了产品的装饰装潢的效果和特殊功能的附加，从而在技术竞争上处于被动地位。

因此，本书旨在帮助广大印刷工作者了解在生产实践中的油墨应用技术及相关知识，如油墨配方、产生功能性效果的原理、油墨的选择、承印物与油墨的印刷适性、实用生产技术、常见故障与解决办法等。本书还对当前在印刷领域中开发的一些新型或特种油墨进行了介绍，并详细分析了其应用以及印刷质量控制等技术。

本书总共分七章，第一章阐述了油墨及其印刷技术的基础知识与理论，详细分析了油墨的调色技术；第二章为当前较流行的装潢性油墨的选择及其印刷适性、应用与印刷技术的经验总结；第三章详细介绍了平版胶印油墨的配方、油墨选择、实际应用与故障排除等方面的知识；第四章详细介绍了凹版油墨的配方、油墨选择、实际应用与故障排除等方面的知识；第五章详细介绍了柔性版油墨的配方、油墨选择、实际应用、故障排除等方面的知识；第六章详细介绍了丝网印刷油墨的配方、油墨选择、实际应用、故障排除等方面的知识；第七章详细介绍了上光油的配方、选用与调配、故障排除等方面的知识。

本书针对各类油墨的特性，从在生产实际中使用的角度，既阐述了具体的印刷工艺，又详细分析了常见问题及其解决方法，同时还介绍了一些新近出现的油墨应用技术。

本书力求内容丰富、具体、新颖、实用性强、语言通俗、图文并茂、技术含量高，以便对广大印刷工作者的实践具有更强的指导意义。

本书在缩写过程中，得到了张逸新、唐正宁、孙寅、周春霞、王澜、陆瑞德、冯斌、周

明香、王晓红、张卫国、衣永政、朱晓林、李化锋、吴建军、张煜等同志的大量帮助，并提供了很多有意义的建议和资料，在此向他们表示深深的感谢。

由于印刷技术发展非常迅速，新技术、新工艺不断涌现，且在油墨使用方面，不同的操作人员会有自己的经验总结与方法。由于编者知识水平有限，书中不足和错误之处在所难免，在此恳请广大读者提出批评与指正。

钱军浩

2003年2月

内 容 提 要

本书共分七章。第一章阐述了油墨及其印刷技术的基础知识与理论，详细分析了油墨的调色技术；第二章为当前较流行的装潢性油墨的选择及其印刷适性、应用与印刷技术的经验总结；第三章、第四章、第五章、第六章、第七章分别介绍了平版胶印油墨、凹版油墨、柔性版油墨、丝网印刷油墨以及上光油的配方、油墨选择、实际应用、故障排除等方面的知识。

本书力求内容丰富、具体、新颖、实用性强，语言通俗，图文并茂，技术含量高，对广大从事印刷及相关技术人员具有较强的指导意义。

目 录

第一章 油墨呈色表达与调配技术	1
第一节 彩色阶调的呈色表达	1
一、网点的作用.....	1
二、网点的叠加呈色.....	1
三、网点的并列呈色.....	2
第二节 油墨调色技术	3
一、一般性油墨颜色的调配.....	3
二、油墨的间色调配.....	6
三、油墨的复色调配.....	9
四、油墨的深色调配.....	9
五、油墨的淡色调配.....	10
六、专色油墨的颜色调配.....	11
第二章 装潢性印刷油墨应用技术	13
第一节 紫外线固化油墨印刷技术	13
一、紫外线固化油墨的优缺点.....	13
二、紫外线固化油墨的应用.....	14
三、紫外线固化油墨的干燥原理.....	16
四、紫外线固化油墨的组成.....	16
五、紫外线干燥设备.....	18
六、紫外线固化油墨的印刷工艺.....	20
七、紫外线固化油墨的检验与贮存.....	24
八、紫外线固化油墨的发展趋势.....	26
第二节 冰花油墨印刷技术	26
一、冰花油墨印刷工艺.....	26
二、金属冰花漆生产工艺.....	29
第三节 珠光油墨印刷技术	30
一、珠光颜料概述.....	31
二、珠光油墨的调配.....	33
三、珠光油墨的应用.....	35
四、珠光印刷工艺.....	36
五、珠光印刷注意事项.....	39
第四节 荧光油墨印刷技术	40
一、产生荧光的原因与荧光颜料的分类.....	40
二、荧光油墨.....	41
三、荧光油墨印刷工艺.....	46

第五节 仿金属蚀刻油墨印刷技术	47
一、概述	47
二、仿金属蚀刻印刷的制网	47
三、仿金属蚀刻印刷的设计与制版	49
四、仿金属蚀刻印刷材料	49
五、仿金属蚀刻印刷工艺	50
六、仿金属蚀刻印刷的质量控制	51
第六节 金银类油墨印刷技术	52
一、金银墨印刷的特点与作用	52
二、金银墨印刷材料	53
三、金银墨印刷设计与制版	57
四、金银墨印刷工艺	58
五、金银墨印刷常见故障与排除	65
第七节 其他油墨印刷技术	67
一、镜面油墨印刷技术	67
二、发泡油墨印刷技术	68
三、微胶囊油墨印刷技术	73
四、水晶胶装饰油墨印刷技术	79
第三章 平版印刷油墨应用技术	83
第一节 平版印刷工艺简介	83
一、平版印刷原理与特点	83
二、平版胶印机	85
三、平版胶印工艺简介	89
第二节 平版油墨类型及其组成	92
一、单张纸平版油墨	93
二、卷筒纸平版油墨	97
三、平版印铁油墨	98
四、UV平版油墨	100
五、软管平版油墨	100
六、无水平版油墨	101
第三节 一般性平版油墨的印刷技术	102
一、平版油墨的印刷性能要求	102
二、平版油墨印刷色序安排技术	111
三、平版油墨的调配技术	118
四、平版油墨印刷质量的控制技术	138
五、卷筒类平版油墨的印刷技术	154
六、平版油墨印刷故障分析与排除技术	166
第四章 凹版印刷油墨应用技术	184
第一节 凹版印刷工艺简介	184
一、凹版印刷原理与特点	184

二、凹版印刷机	186
三、凹版印刷工艺简介	193
第二节 凹版油墨类型及其组成	196
一、凹版油墨的基本概况	196
二、凹版油墨按印版类型分类及其组成	196
三、凹版油墨按承印物分类及其组成	199
四、凹版油墨的选用	208
第三节 凹版油墨的印刷技术	209
一、凹版油墨的印刷性能要求	209
二、凹版油墨印刷色序安排技术	213
三、凹版油墨的调配技术	214
四、凹版油墨印刷质量的控制技术	233
五、凹版油墨印刷常见故障分析与排除技术	249
第五章 柔性版印刷油墨应用技术	265
第一节 柔性版印刷工艺简介	265
一、柔性版印刷原理与特点	265
二、柔性版制版工艺	266
三、柔性版印刷机	270
四、柔性版印刷工艺简介	275
第二节 柔性版油墨类型及其组成	276
一、溶剂型柔性版油墨	277
二、醇型柔性版油墨	283
三、水基型柔性版油墨	284
四、紫外光固化型柔性版油墨	288
第三节 柔性版油墨的印刷技术	290
一、柔性版油墨的印刷性能要求	290
二、柔性版油墨印刷色序安排技术	312
三、柔性版油墨的调配技术	314
四、柔性版油墨印刷质量控制技术	332
五、柔性版油墨印刷常见故障分析与排除技术	366
第六章 丝网印刷油墨应用技术	378
第一节 丝网印刷工艺	378
一、丝网印刷原理与特点	378
二、丝网印刷制版工艺	380
三、丝网印刷机	382
四、丝网印刷工艺简介	384
第二节 丝印油墨类型及其组成	387
一、概述	387
二、纸类丝印油墨	402
三、织物丝印油墨	403

四、塑料丝印油墨·····	409
五、玻璃丝印油墨·····	417
六、金属丝印油墨·····	421
七、陶瓷、搪瓷丝印油墨·····	425
第三节 一般性丝印油墨的印刷技术·····	431
一、丝印油墨的印刷性能要求·····	431
二、丝印油墨印刷色序安排技术·····	433
三、丝印油墨的调配技术·····	434
四、丝印油墨印刷质量控制技术·····	448
五、丝印油墨的干燥技术·····	458
六、丝印油墨印刷常见故障分析与排除技术·····	460
第七章 上光油印刷应用技术 ·····	468
第一节 概述·····	468
一、上光的目的与意义·····	468
二、上光原理·····	468
第二节 上光油·····	469
一、上光油类型·····	469
二、上光油的组成·····	470
三、上光油的质量要求与选择·····	474
四、上光油常见配方·····	478
第三节 上光设备·····	479
一、上光设备·····	479
二、上光用辅料装置·····	482
三、上光干燥装置·····	482
第四节 上光工艺·····	485
一、上光工艺分类方法·····	485
二、上光工艺与要求·····	486
三、影响上光质量的工艺因素分析·····	492
第五节 上光加工故障原因分析·····	498
主要参考文献 ·····	502

第一章 油墨呈色表达与调配技术

第一节 彩色阶调的呈色表达

一、网点的作用

将原稿的图像分割成许多小点子，印刷出来的这些小点子的密度是一样的，但是点子的大小是不一样的，这样，印刷品的图像就通过点子的大小来表现浓淡层次，图像上的暗调部分点子大，亮调部分的点子小。由于这些点子很小，排列得很紧密，眼睛在明视距观视时不能分辨出点子来，在人们的视觉中就呈现出一幅完整的有明暗变化的图像，这些点子就叫做网点。有了网点，印刷时就可以印一层厚度相同但面积大小不同的点状油墨层，从而呈现出有浓淡层次的颜色，几种印版的颜色图像都重叠上之后就可以表现出颜色的色相、明度和彩度。整幅印刷品一般靠网点来表现颜色、图像的层次和轮廓。

用黄、品红和青三种颜色的大小不同的网点套印，可以印出不同的色调。各色版在印刷时由于网点大小不同，以及网点的角度不同，有些网点会重合在一起，有的网点又彼此分离，而这两种情况却往往又是在同一幅画中同时出现，因此要研究网点呈色的原理，就需分别研究这两种情况，即网点叠加和网点并列两种情况下的呈色原理。

二、网点的叠加呈色

图 1-1 所示为单层油墨层的呈色原理。当光通过近似透明的墨层时，油墨层对光的吸收和透射情况相类似，不同的是光透射过油墨层之后射到白纸上，还要反射回来第二次经过油墨层射人人眼。如果白纸白底很高的话，从白纸反射回的光相当于入射光的量，也就是与透射过油墨层的光量相等。这样，单层油墨层的呈色相当于经过两次油墨薄膜的滤色所得到颜色。

当两层油墨膜（如图 1-2 所示）重叠时，例如品红墨膜叠加在黄墨膜之上时，当白光透过品红墨膜时，其绿光成分已经被墨膜所吸收，剩下的蓝光和红光成分在透过黄墨膜之后只剩下红光成分，剩下的红光成分被白纸反射回来，先透过黄墨膜，再经过品红墨膜而反射到人的眼睛中，使我们察觉到红色。故品红和黄墨的叠加呈现红色。同理，白光照射到青墨和黄墨的叠加层之上，当白光透过青墨层之后，其红光部分被吸收再透过黄墨层而使蓝光被吸

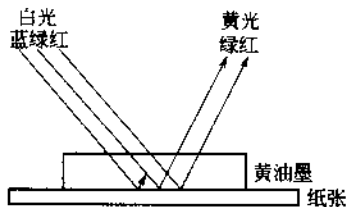


图 1-1 单层油墨层的呈色原理

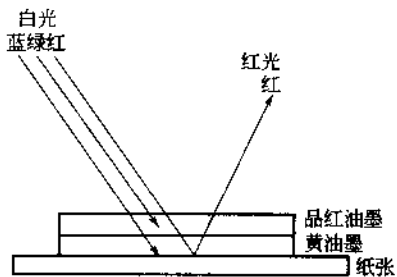


图 1-2 两层油墨叠加的呈色原理

收，所剩下的绿光被白纸反射回来，顺利地通过这两层墨膜而使这一墨层叠加呈现绿色。而白光透过青墨和品红墨叠加层后，红光和绿光被吸收，只有蓝光通过青、品红墨层射过白纸再反射回来，而使该叠加墨层呈蓝色。

当三种油墨层叠加时，白光中红、绿、蓝三种成分的色光分别在经过青墨层、品红墨层和黄墨层之后被吸收掉了，再没有光能到达白纸而反射回来，这样色块看起来就是黑色。但因为油墨吸收色光时还与油墨中的色料浓度和透明度、墨层的厚度、叠印的先后顺序有关。所以，三原色油墨并不太理想，它往往不能完全吸收它应吸收的色光，而使这种色光在两次经过该墨膜之后，还有少量需吸收的色光再反射回来，而且它也要吸收一小部分它不该吸收的色光，因此三色叠加的墨层的颜色也只是与黑色相近而已。

油墨的墨膜厚度对油墨的颜色有影响，如果墨膜的厚度较厚，它对光的吸收就比较充分，墨层的颜色也就比较深；反之，如果墨膜太薄，光线与色料接触而被吸收的可能性减少，就有一部分应该吸收的色光没有被吸收而透过墨膜，使得油墨颜色变浅，彩度下降。以品红油墨和黄油墨的叠加为例，如果其他条件完全相同，而品红油墨的墨层较厚，则其绿光被吸收得很充分，而使叠加后的墨层颜色偏红。而如果品红油墨的墨层很薄，有一小部分绿光透过品红墨层而不被吸收，经黄墨层、白纸反射回来，这样叠加的墨层的颜色就偏黄，色相与橙色差不多。

三、网点的并列呈色

网点并列时的呈色原理参见图 1-3。这种情况下的油墨颜色与油墨的透明度无关，只不过呈色过程略有不同。透明油墨色光是透过墨层经白纸反射回来，再次经过这一墨层而呈色的；而不透明油墨则是光从墨膜中直接反射回来而呈色的。

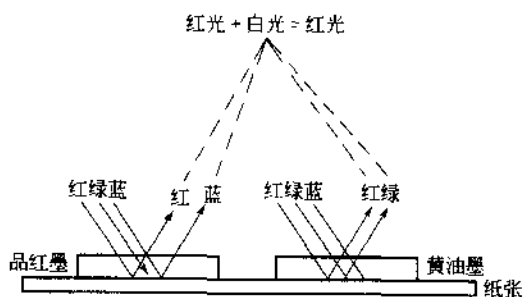


图 1-3 网点并列的呈色原理

光给人以红色的感觉。

当网点很小，而且彼此间靠得很近，在正常视距内分辨不出一个个独立的网点，此时所反射的色光经视觉器官内混合成色，使我们有红色的感觉。

同理，品红网点与青网点并列时，除吸收的色光之外，共反射两个单位的蓝光、一个单位的红光和一个单位的绿光，经空间混合使我们的感觉认定为蓝色。青色网点与黄色网点并列时，除吸收的色光之外，共反射两个单位的绿光、一个单位的红光和一个单位的蓝光，感觉是绿色。

当品红网点、黄网点、青网点这三种颜色并列时，照到品红网点上的一个单位白光反射出一个单位的红光和一个单位的蓝光，照到黄网点上的一个单位的白光反射回一个单位的红光和一个单位的绿光，照射到青网点上的一个单位的白光反射出一个单位的绿光和一个单位的蓝光。综上所述，三个单位的白光照射在品红、黄、青三种并列网点后反射回两个单位的

网点并列呈色属于色光空间混合的呈色现象。以品红网点与黄色网点并列的情况为例，白光照射到品红网点之上，墨层吸收了白光中的绿色光，反射出红色光和蓝色光，而白光照射到黄网点反射回来的是红色光和绿色光，而蓝色光被吸收掉了。如果品红网点和黄网点而积近似时，反射的红色光大约是反射出的蓝色光和绿色光的两倍，这样一个单位的红光、蓝光和绿光合成白光，剩余一个单位的红光

红光、两个单位的绿光和两个单位的蓝光，也就是相当于两个单位的白光。这是说明在三色网点并列的情况下，白光减弱了。随着网点面积的增大，白光减弱得也越厉害，给人的灰色的感觉也越来越深。

尽管网点叠加与网点并列所呈现的颜色是一样的，但这是两种完全不同的色光合成方法。两色网点叠加是彩色透明墨层从白光中逐步减去某两种色光，反射出所剩的色光，这种成色过程是减色法呈色现象。两色网点并列，呈现的色彩则是由这两色网点分别吸收白光中的某一色光，将剩余的色光反射后合成的色光，故可说是加色法呈色原理。这种加色法呈色现象只有在网点的大小与距离在肉眼不能分辨时，才会产生这样的呈色效果。如果用放大镜观察彩色网点，就只能看到这只是些大小颜色各不相同的彩色点子而已，见不到合成的色彩了。此外，当三原色油墨叠加时，只要三原色墨的色相足够正确，其叠加的颜色就接近于黑色，而三色网点并列时，各色色相再正确也不能得到黑色，而只能形成浓淡不同的灰色。

总之，在以上颜色的表达方法中，对测定油墨色样的制作，一定要有严格周密的规定，至少要在一定的标准范围以内，否则颜色测定和评价结果是不准确的，在数据上就会出现没有重复性。

第二节 油墨调色技术

一、一般性油墨颜色的调配

1. 一般配墨方程及其影响因素

一般性油墨颜色的调配来自于减色法计算（色料混合计算）。色料原色的混合，在一定的组分和色素的量，也可以像加色法一样混合出极大范围的多种基本色相。其计算公式为：

$$C_{\text{混}} = \alpha M + \beta Y + \gamma C \quad (1-1)$$

式(1-1)中， $C_{\text{混}}$ 为混合结果的基本色（包括消色的黑色）；M、Y、C代表品红、黄、青颜料三原色； α 、 β 、 γ 代表各原色颜料的分量。

由式(1-1)可知，只要稍微改变三原色颜料中任一种颜色的分量，都会得到一个新颜色。式(1-1)也包括了任何基本的间色和复色的混合，是调配油墨、颜料颜色的原则。这对于油墨颜色的测定和研究是很有用的，也是非常必需的。但是这种颜色表达方法，基本上是要将油墨印成多样或者用刮刀把油墨在纸上刮成很薄的油墨层来进行测定和观察。所以对测定和观察油墨色样的制作非常重要，因为油墨色样的印样或刮样其颜色受下列因素的影响。

① 纸张的影响 由于油墨色样是印或刮在纸张上来进行测定观察，其油墨颜色随纸张的白度、吸收性等质量因素而会有变动。

② 墨层厚薄的影响 油墨色样的印样或刮样墨层的厚薄直接影响油墨颜色。一般墨层厚，亮度降低，颜色就深一点（暗一点）。

③ 色样制作时间长短的影响 油墨色样的印样或刮样的墨层是否干燥及其存放时间长短，对颜色测定和观察有一定影响。因测墨干燥前后，其表面皮膜对光的反射、透射和吸收性能常常是不同的，即使在干燥以后，由于油墨皮膜的耐气候性的不同，颜色仍有可能继续变化。

2. 科学油墨配色的方法

随着科学技术的进一步发展，油墨配色也有了相应的调配仪器，从而改变了经验配色的

某些盲目性，使配色工作在一定的正确范围内实施，从而提高配色速度及减少修正次数。

(1) 机械配色法 机械配色过程中，各步骤都可用一定的机械作为测量工具，使配色工作在相对正确的范围内进行。其过程一般为辨色、配料、调和、刮墨、比较、评定等。

首先，使用分光光度计、色差计以及色彩分析仪等仪器，对待测专色进行分析比较，测得其颜色参数，颜色参数可用 X 、 Y 、 Z 或 $L^* a^* b^*$ （为表色系统。其中 L^* 为心理计量明度； a^* 、 b^* 称为心理计量色度）表示。然后根据色彩的各项特征，初步确定各原色及辅助材料的成分比，再用搅拌机械将各原色墨及辅料混合均匀。评定时，将专色与所调配好的专色油墨的颜色分别进行定量的测试，计算色差或其他指标，再进行进一步修正，直到满意为止。

(2) 电脑配色法 随着计算机和测色仪器的发展，配色软件也在逐步完善。电脑配色法的配色目的，就是使待配的专色与所配的颜色三刺激值相等，而三刺激值又可与各原色墨的浓度建立数学关系，依据这样的原理，经过多次计算后，可获得符合要求的原色墨的配方。

① 纽介堡方程及其影响因素 纽介堡方程是根据面积元假设和色元色值假设建立起来的。对于四色加网印刷品，其表达式为：

$$\begin{cases} X = \sum_{i=1}^{16} f_i X_i \\ Y = \sum_{i=1}^{16} f_i Y_i \\ Z = \sum_{i=1}^{16} f_i Z_i \end{cases} \quad (1-2)$$

式中， X 、 Y 、 Z 是所生成色的 CIE1931 三刺激值； f_i 为各色元网点面积率如表 1-1 所列； X_i 、 Y_i 、 Z_i 分别为各色元的 CIE1931 三刺激值。

表 1-1 纽介堡方程各色元网点面积率

i	f_i	i	f_i
1	$c(1-m)(1-y)(1-b)$	9	$cmb(1-y)$
2	$cm(1-y)(1-b)$	10	$b(1-c)(1-m)(1-y)$
3	$cm_y(1-b)$	11	$mb(1-c)(1-y)$
4	$m(1-c)(1-y)(1-b)$	12	$myb(1-c)$
5	$my(1-c)(1-b)$	13	$yb(1-c)(1-m)$
6	$y(1-c)(1-m)(1-b)$	14	$cyb(1-m)$
7	$cy(1-m)(1-y)$	15	$(1-c)(1-m)(1-y)(1-b)$
8	$cb(1-m)(1-y)$	16	cm_yb

注：c、m、y、b 分别为青、品红、黄、黑四色版的网点面积率。

由于方程式 (1-2) 是在面积元和色元色值两个假设条件下建立的，而印刷复制条件（诸如纸张、油墨、网线角度、套准精度等）又千变万化，这就使得此方程的精度很低。

影响纽介堡方程精度的因素很多，概括起来，主要有光渗现象、套准精度、网线角度和色序等四个因素。正是由于诸因素的影响，使得人们很难用一个简单的数学模型准确地表征彩色印刷呈色原理。近 60 年来，人们不断提出各种修正方法以提高纽介堡方程的准确度，但一直没有取得令人满意的结果。究其原因，在于彩色印刷呈色受众多复制条件的影响，从而使生成色与各色元之间没有确定的函数关系，只存在相关关系而已。因此，要大幅度地

提高纽介堡方程精度，最有效的办法就是采用统计学中的回归分析法进行系统的修正。

② 纽介堡方程的回归法修正 根据回归分析法，纽介堡方程可表示为：

$$\begin{cases} X = \sum_{i=1}^{16} f_i U_i \\ Y = \sum_{i=1}^{16} f_i V_i \\ Z = \sum_{i=1}^{16} f_i W_i \end{cases} \quad (1-3)$$

式中， U_i 、 V_i 和 W_i 分别为对应于三刺激值 X 、 Y 、 Z 的各色元面积率； f_i 的回归系数。

对于任一颜色样本 j ， $j=1, 2, 3, \dots, n$ (n 为样本数)， X 刺激值的测量值 X_m 与计算值 X_j 之间的差值：

$$\Delta X_j = X_{mj} - X_j = X_{mj} - \sum_{i=1}^{16} f_i U_i$$

应满足如下方程组：

$$\frac{\partial \sum_{j=1}^n \Delta X_j^2}{\partial U_i} = 0 \quad (1-4)$$

($i = 1, 2, \dots, 16$)

即

$$\sum_{j=1}^n f_{1j} f_{ij} U_1 + \sum_{j=1}^n f_{2j} f_{ij} U_2 + \dots + \sum_{j=1}^n f_{16j} f_{ij} U_{16} = \sum_{j=1}^n f_{ij} X_{mj}$$

($i = 1, 2, \dots, 16$)

采用高斯-塞得 (*gauss-seidel*) 迭代法解方程组 (1-4) 可以得到 U_i ($i=1, 2, \dots, 16$)。

同理也可得到 V_i 和 W_i ($i=1, 2, \dots, 16$)。

通过具体的数据处理发现，基于纽介堡方程 16 种色元的线性回归方程在高光和中间调及某些专色区具有较大的误差。因此，需建立归一化二次曲线回归主程提高其精度。归一化二次曲线回归方程为：

$$\begin{cases} X/X_0 = \sum_{i=1}^{19} f_i U_i \\ Y/Y_0 = \sum_{i=1}^{19} f_i V_i \\ Z/Z_0 = \sum_{i=1}^{19} f_i W_i \end{cases} \quad (1-5)$$

式中， X_0 、 Y_0 、 Z_0 为 D_{65} 光源在 10° 视场的三刺激值。 D_{65} 表示国际照明委员会 (CIE) 标准光源，即色温为 6500K，也表示为平均日光。 10° 为照明光束与探测器交角范围，即观察视场。

$$f_{17} = f_1^2, f_{18} = f_2^2, f_{19} = f_3^2$$

③ 方程组与计算机配色 彩色印刷复制是用油墨匹配原稿颜色的过程。在这一过程中，按照配色操作的顺序不同，分为专色配色和印刷配色。专色配色是指根据一定的原理（如 K-M 理论）或凭实际操作经验，得到目标色的配色比例，按该比例将原色墨调和后上机印刷，以获得目标色的复制色。这种方法被广泛地应用于包装印刷以及地图印刷等领域。印刷

配色是指按照目标色的配色比例，将原色油墨通过印刷机一色一色网点叠印，以获得目标色的复制色。

凭经验配色主观影响比较大，往往由于提供配色比例不准确而导致失败。根据色谱采用目测的方法确定配色比例，的确是一种可行的方法，但由于印刷色谱的制作是在一定特定复制条件下制作的，当条件变化之后，按色谱的配色比例进行配色，也常常导致配色失败。同时色谱的制作要求高，费工费时。

方程组(1-5)的建立为印刷配色提供了重要理论基础。在一定复制条件下，只要制作一个测试版，得到方程组(1-5)全部系数，通过运行彩色印刷复制软件，即可迅速准确地提供该种复制条件下的印刷配色比例。

(3) 潘通配色 目前国内采用机械配色法和电脑配色法还不是很多，而对于配色工作者来说，不管采用哪一种方法，最终还是要靠观察者进行检验。在印刷市场不断社会化的今天，由于各印刷公司的色谱的差异，给配色工作带来一定的麻烦。为了解决这一问题，很多大型的印刷公司都配备了美国潘通(Pantone)公司色谱。该公司在美国和世界各国推出供选色和配色的全套色样，其中《潘通颜色指南》是专门用于专色调配的。《潘通颜色指南》提供50多种颜色，每一种颜色有6个色块，共有3000多种可撕下的颜色色样，大致可以满足一般的专色配色要求，并附有使用潘通油墨配置该色的基本配比方案。有了《潘通颜色指南》，不同地区的厂商、客户之间可以准确无误地进行专色的沟通。《潘通颜色指南》就像是配色领域中的色彩管理系统，是“与设备无关”的颜色模式。

有关各印刷技术种类及其相关油墨具体的调配技术，本书将在后面各章节分别详细介绍。

二、油墨的间色调配

间色调配是根据色料的减色法原理：即由两个原色油墨调配合成而得的颜色，且比原色灰暗称为间色，也称为第二次色。

1. 间色色料呈色分析

物体呈色的本质是物体选择性收了人射光中的补色成分而将剩余的色光反射(或透射)到人眼。我们知道红色物体在白光照射下呈现出红色，即红色物体吸收了人射光(白光)中的绿色光和蓝色光，而将剩余的红光反射(或透射)出来。为了更好地解释这一现象，可对理想滤色片的透射情况进行分析：假设1个单位厚的原色色料能够将1个单位的补色光完全吸收，而其余色光完全透过，则当1个单位的白光入射不同厚度的红滤色片时，滤色片呈色如图1-4所示。

表达式如下：

① 1个单位厚的红滤色片 (Y,黄)+(M,品红) \rightarrow (R,红),呈纯红色；

② 1/2个单位厚的红滤色片 $1/2(Y)+1/2(M)\rightarrow 1/2(R)+1/2(W)$,呈淡红色。

随着红滤色片厚度的减小，呈色也发生了一定的变化，由纯红色变为淡红色，明度变大，饱和度急剧减小。

2. 间色色料混合规律

两种间色色料混合，随着色料浓度(厚度)的不同，呈现的色彩将出现很大的变化，将理想红滤色片和绿滤色片叠加在一起，当1个单位的白光入射时，随着滤色片厚度的变化，会呈现出不同的颜色，呈色过程如图1-5所示。

表达式如下：

① 1个单位厚的红滤色片和1个单位厚的绿滤色片叠加

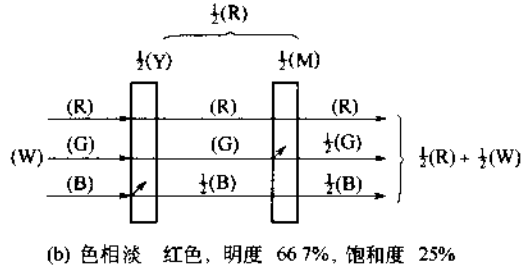
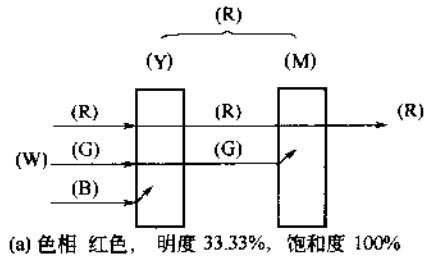


图 1-4 红色色料呈色分析

$\{(Y)+(M)\} + \{(Y)+(C)\} = 2(Y) + (M) + (C) \rightarrow (BK)$, 呈黑色;

② $1/2$ 个单位厚的红滤色片和 $1/2$ 个单位厚的绿滤色片叠加

$\{1/2(Y) + 1/2(M)\} + \{1/2(Y) + 1/2(C)\} = 2(Y) + 1/2(M) + 1/2(C) \rightarrow 1/2(Y)$, 呈黄色;

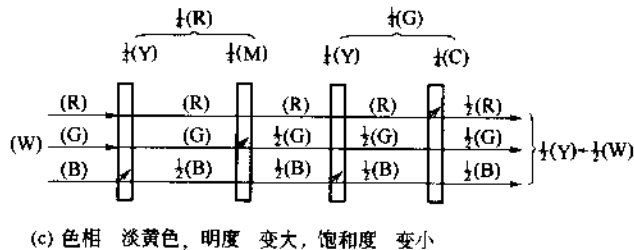
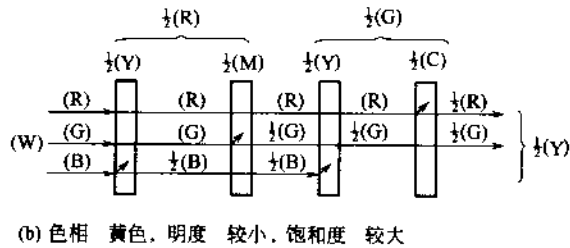
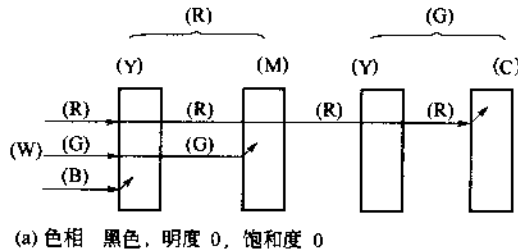


图 1-5 间色色料混合呈色