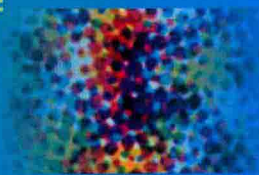


# 织物网点印花技术

• 刘昕 陈海生 刘雷 著



化学工业出版社

# 织物网点印花技术

• 刘昕 陈海生 刘雷 著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书主要内容包括印花技术的发展、织物原料及其特性、网版和网点的基本概念、网点印花理论、智能配色模型、网点印花的分色制版理论与实践、网点印花工艺技术和印花后处理技术等。

本书可供纺织、服装、印刷、印染行业科学研究、产品开发和应用技术人员参考，也可供印刷、染整专业教学使用。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

织物网点印花技术/刘昕, 陈海生, 刘雷著. —北京: 化学工业出版社, 2017. 12  
ISBN 978-7-122-31203-7

I. ①织… II. ①刘… ②陈… ③刘… III. ①纺织品-印花 IV. ①TS194.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 305541 号

---

责任编辑: 李玉晖  
责任校对: 边涛

文字编辑: 陈雨  
装帧设计: 韩飞

---

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)  
印 装: 高教社 (天津) 印务有限公司  
787mm×1092mm 1/16 印张 13½ 彩插 1 字数 326 千字 2018 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

---

定 价: 58.00 元

版权所有 违者必究



# 前 言

随着科学技术发展的突飞猛进，纺织纤维原料、纺织产品、纺织生产技术都经历了重大创新与变革，纺织品印花技术也在日新月异。为适应高等学校专业设置和专业技能人才培养的要求，作者根据多年的科研工作，在总结国内外先进印花科学技术成果的基础上，完成了这本书。

织物网点印花技术是轻工技术与工程（印刷复制技术）和纺织科学技术（印花技术）等学科交叉发展的结果。该技术主要结合了印刷复制技术中四原色网点印花的基本理论和纺织科学技术中纺织原材料的基本印前处理方法，产生了良好的社会效益和经济效益，预期应用前景较为广阔。

本书所提出的理论具有创新性，实验均采用高技术的手段，易于掌握，易于推广；由于采取四原色网点印花取代传统的色块印花，网版数量大幅减少；由于操作简便，劳动强度低且不需对现有印花设备做较大的改进，所以投资少，见效快。因高新技术含量高，低能耗、无污染，在近几十年内具有较强的生命力。装饰品和服饰与人民群众美好生活息息相关。网点印花是织物印花技术上的一次变革，也是中国在印花工艺方面走在世界前沿的一次尝试。本书不仅汇集了作者的主要研究成果，也收入了当今世界印刷领域较先进的技术和理论；研究成果可直接用于指导生产，并可获得高质量的精美网点印花产品。

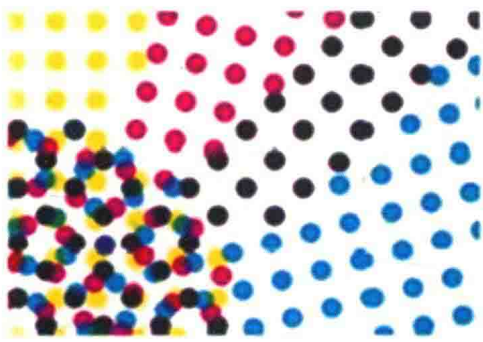
本书由刘昕、陈海生和刘雷三位作者合作撰写。其中：1.3节、2.4节、第6~9章由刘昕撰写；1.1节、1.2节、2.1~2.3节、第3章、第5章由陈海生撰写；第4章、第10章和第11章由刘雷撰写。全书由刘昕统稿。

本书在编撰的过程中，得到了中国工程院院士姚穆教授的悉心指导和帮助，得到了孙润军、张二虎、颜悦、苗丽璐和别敏绒等同志的全力指导与帮助，在此表示衷心的感谢。

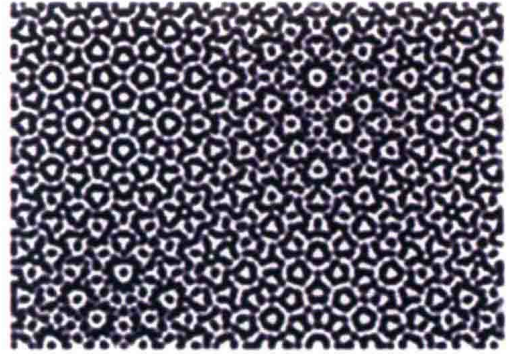
由于作者学识和水平所限，书中难免有不足之处，恳请读者给予批评指正，以便我们及时修正和提高，谢谢。

著者

2017年11月



(a)



(b)

图4-7 彩色网印中的龟纹现象

(a) 网印中各单色印版的角度示意图；(b) 单色印刷中的龟纹现象

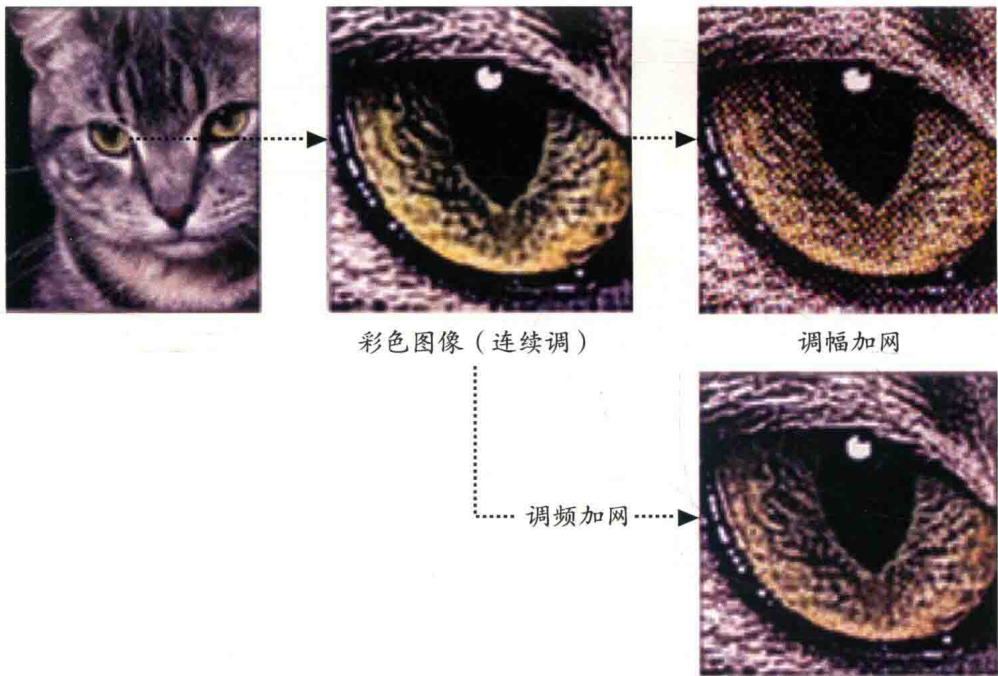


图4-10 彩色原稿在调频加网技术和调幅加网技术两种印花方式下的阶调再现示意图

# 目 录

<b>1 概述</b> .....	<b>1</b>
1.1 织物印花的历史沿革 .....	1
1.1.1 滚筒印花的历史沿革 .....	2
1.1.2 筛网印花的历史沿革 .....	2
1.1.3 转移印花的历史沿革 .....	3
1.1.4 直接印花的历史沿革 .....	3
1.1.5 半色调网点印花 .....	3
1.2 颜色理论及织物印花适性的研究状况 .....	4
1.2.1 颜色理论研究的历史与现状 .....	4
1.2.2 三种颜色测量方法 .....	5
1.2.3 网点呈色研究的历史与现状 .....	7
1.2.4 织物网点印花适性的研究现状 .....	7
1.2.5 网点印花中颜色测量的现状 .....	8
1.3 网点印花的前沿研究方向 .....	8
<b>2 表面活性与吸附定理</b> .....	<b>10</b>
2.1 表面活性 .....	10
2.1.1 结构特征 .....	10
2.1.2 分类 .....	10
2.2 HLB 值 .....	13
2.2.1 基本概念 .....	13
2.2.2 HLB 值的求算 .....	14
2.3 表面现象 .....	16
2.3.1 表面张力与表面能 .....	16
2.3.2 溶液表面的吸附 .....	20
2.3.3 铺展与润湿 .....	20
2.4 吸附定理 .....	22
2.4.1 表面过剩量 .....	23
2.4.2 吸附定理的应用 .....	23



<b>⇒ 3 纺织原料及其特性</b>	<b>26</b>
3.1 纺织原料分类	26
3.1.1 纺织纤维	26
3.1.2 纺织纤维分类	26
3.2 纺织原料的基本特性	29
3.2.1 基本概念	29
3.2.2 旋光性和对映异构	34
3.3 氨基酸和蛋白质	36
3.3.1 氨基酸	36
3.3.2 氨基酸的分类和命名	36
<b>⇒ 4 点呈色原理</b>	<b>39</b>
4.1 网点与色彩再现	39
4.1.1 网点角度的影响	39
4.1.2 网点并列	41
4.1.3 网点叠合	43
4.2 彩色复制方程	44
4.2.1 原稿与印花密度的关系	44
4.2.2 彩色复制方程	44
4.3 网点印花	46
4.4 分色加网技术	47
4.4.1 网点形状	47
4.4.2 加网过程	47
4.4.3 数字加网技术	51
<b>⇒ 5 分色制版工艺技术</b>	<b>55</b>
5.1 丝印制版	55
5.1.1 手工制版	55
5.1.2 打印制版	56
5.1.3 手雕制版	56
5.2 金属版制版法	58
5.2.1 电子刻制版	59
5.2.2 铜(锌)板感光制版	59
5.2.3 电镀制版	59
5.2.4 激光法制造金属膜片	60
5.2.5 金属丝网及金属膜的复合加工	60
5.2.6 圆网制版法	61

5.3 感光制版法	61
5.3.1 直接法	61
5.3.2 感光膜的涂布	62
5.3.3 间接法	71
5.3.4 直间法	73
5.3.5 三种制版法的比较	76
5.4 投影感光制版法	79

## 6 印花色浆的流变与触变性 81

6.1 基本概念	81
6.1.1 流变行为	81
6.1.2 触变现象	83
6.2 黏度和屈服值	84
6.3 液体的流变方程	88
6.3.1 幂律流动	88
6.3.2 欧基得流动	89
6.3.3 卡里奥流动	89
6.3.4 综合流变曲线	89
6.3.5 宾厄姆流动	90
6.4 色浆的触变性	91
6.4.1 流变曲线的滞后现象	92
6.4.2 格林触变基本方程	93
6.4.3 触变性的测定	94

## 7 织物流变学分析方法 98

7.1 织物流变学分析方法	98
7.1.1 弹性变形	99
7.1.2 黏性流动	99
7.2 黏弹性材料的流变特性	100
7.2.1 徐变现象	100
7.2.2 松弛现象	102
7.2.3 塑性流动	103
7.2.4 复合模型	104
7.3 织物压缩流变特性	104
7.3.1 织物压缩特性的实验	105
7.3.2 建立压缩的流变模型	106
7.3.3 织物压缩的流变方程	107
7.3.4 流变方程参量的确定	109



7.4	无压力与有压力渗透原理 .....	110
7.4.1	微管流量 (Hagenbach 定律) .....	110
7.4.2	无压渗透 (Washburn 方程) .....	111
7.4.3	有压渗透深度 .....	112
7.5	色浆渗透深度的测定 .....	113
7.5.1	渗油的织物对光的吸收 .....	114
7.5.2	透射光强法 .....	114
<b>8</b>	<b>网点印花呈色模型 .....</b>	<b>116</b>
8.1	色度学理论 .....	116
8.1.1	色度学系统及色的测量 .....	116
8.1.2	色密度与色度的转换 .....	121
8.1.3	原色染料筛选的理论分析 .....	122
8.2	织物表面光学性能的理论分析 .....	123
8.2.1	织物光泽感空间模型 .....	123
8.2.2	光泽度对色度的影响 .....	125
8.3	织物组织结构对网点印花呈色影响的理论分析 .....	127
8.3.1	织物毛细孔洞的描述指标 .....	127
8.3.2	织物表面平滑度与印花平滑度 .....	129
8.4	织物润湿性能对网点渗化 ( $\Delta r$ ) 影响的理论分析 .....	132
8.5	网点印花呈色数学模型 .....	133
8.5.1	网点呈色基本原理 .....	133
8.5.2	网点的数学描述 .....	133
8.5.3	织物上网点呈色的数学模型 .....	136
8.5.4	超静定呈色模型的求解方法 .....	139
<b>9</b>	<b>智能配色原理与方法 .....</b>	<b>141</b>
9.1	配色原理 .....	141
9.1.1	基本光学原理 .....	141
9.1.2	计算机配色形式 .....	146
9.2	计算机配色系统 .....	152
9.2.1	模拟匹配预测计算机 .....	152
9.2.2	数字计算机匹配预测 .....	153
9.2.3	计算机测配色系统介绍 .....	156
9.3	纺织品智能配色基础数据建立 .....	160
9.3.1	建立基础数据的染色 (或印花) .....	160
9.3.2	建立基础数据的测色 .....	164
9.3.3	基础数据文件编制及储存 .....	167

9.3.4	纺织品染色的基础数据新概念 .....	167
9.4	纺织品目标色测色及数据文件建立 .....	169
9.4.1	纺织品目标色测色 .....	169
9.4.2	编制目标色基础数据文件 .....	170
9.5	纺织品智能配色的实施 .....	171
9.5.1	配色配方计算 .....	171
9.5.2	配色配方的选择 .....	171
9.5.3	试染 .....	172
9.5.4	修正计算 .....	172
9.5.5	混纺纺织品智能配色 .....	174
9.6	智能配色在其他行业中的延伸 .....	174
9.6.1	涂料、油漆的智能配色 .....	174
9.6.2	印刷油墨配色 .....	175
9.6.3	塑料着色的配色 .....	175
9.6.4	连续染色的在线色泽控制 .....	175


## 10 网点印花后处理 ..... 177

10.1	染料印花 .....	177
10.2	汽蒸机 .....	178
10.2.1	间歇式汽蒸机 .....	178
10.2.2	连续汽蒸机 .....	179
10.3	固着的机理 .....	181
10.3.1	术语和性能 .....	181
10.3.2	汽蒸时染料的固着 .....	181
10.3.3	高温汽蒸 .....	185
10.4	其他固着技术 .....	186
10.5	洗涤工序 .....	186
10.5.1	聚酯织物上的分散染料 .....	187
10.5.2	尼龙织物上的酸性染料 .....	187
10.5.3	纤维素纤维织物上的活性染料 .....	188
10.5.4	聚酯-纤维素纤维混纺织物上的分散和活性混合染料 .....	189
10.6	洗涤设备 .....	189

## 11 网点印花故障及其排除 ..... 192

11.1	糊版 .....	192
11.2	色浆固着不牢 .....	193
11.3	网点边缘缺陷 .....	194
11.4	着色力不匀 .....	194

11.5	针孔	194
11.6	气泡	195
11.7	网痕	195
11.8	网印位置不精确	196
11.9	叠印不良	196
11.10	成品色浆膜尺寸扩大	196
11.11	色浆膜龟裂	196
11.12	润墨	196
11.13	背面粘脏	197
11.14	粘页	197
11.15	网印版漏墨	198
11.16	图像变形	198
11.17	色浆扩散	198
11.18	飞墨	198
11.19	静电故障	198

	<b>参考文献</b>	<b>200</b>
--	-------------	------------



# 1 概述

纺织品印花在我国已有悠久的历史。这是一门包括化学、色彩学、艺术学科、工程学科、生理学等综合性的科学和艺术，是一个民族生活水平和文化水平的象征。

纺织品印花质量是影响纺织品和服装穿着美观心理舒适性的关键因素之一，也常是决定特殊功能服装（自然环境隐蔽适应性）使用性能的主要因素。随着科学技术的发展和社会的进步，既要适应严酷的自然环境气候条件，又要满足人们日益增长的物质和文化的需要，并由此产生积极的工作效率。所以，国内外研究工作者对印花工艺技术进行了许多研究，并在基本概念、基本规律、测试方法、评价指标、纤维品种、纺织品组织结构及织物印花适性方面取得了许多成果。但是，仍有相当多的理论与实际问题尚未解决，特别是关于纺织品原色网点印花的基础理论方面、网点阶调印花定量描述、表达指标、图案设计及具体工艺技术，尚待进一步研究。

## 1.1 织物印花的历史沿革

织物印花是一种工业化艺术加工过程，具有悠久的历史，并将有繁荣昌盛的未来。它已成为依赖于科学，并且是一项需要更多科学技术知识、多种学科理论与实践相结合的高技术工作。

自从克内希特（Knecht）和福瑟吉尔（Fothergill）合著的《棉布印花原理与实践》在1952年修订以来，随着纤维材料、染料及其应用技术的显著变化，传统的色块印花已不再能满足人们对服饰印花的要求，迫切地提出了原色网点印花的要求。

木质雕版印刷，我国早在9世纪已经萌芽，现在流传的历书和诗词单篇章遗存是实物的证据，这些木质模版约在10世纪就已采用。12世纪王祯《农书》的图案雕版也非常精细。扑克牌的模版印刷创始于1440年，雕刻铜板的印刷于1450年首先在威尼斯应用。印纸技术自然地被移植到织物印花上。但织物印花在取得成功前，经历了很长的试验时间和遇到不少挫折。

纺织品漏版印花的实物遗存时代最早在公元8世纪北宋年间墓葬出土的纺织品上，以后向多元化方向发展，产生了防染印花技术、媒染印花技术和漆印技术以及扎染印花技术等。希罗杜托斯（Herodotus）在公元前5世纪就报道了衣服的漆印技术，所用的染料可能是靛蓝。事实上，由于艳丽的手工漆印棉织物的巨大需求，欧洲在17世纪从印度输入了这种织物，它激励和推动了欧洲先驱者们的创造性。1842年有90%的英国印花布已由机器生产，

从而代替了手工刻印的方法。而且那时有 60% 的棉织物是经过印花的。欧洲的印花先驱者们不仅发明了机器和用合适的糊料来掌握这一艺术，而且是工厂的革新者。雕纸漏版印花有久远的历史和长期的发展，我国直到现在，部分少数民族的精细工艺品仍在使用此法。直到现在日本女子和服的印花最贵重的仍是雕纸漏版印花，最精细的用 80 套色（1996 年），一般的 68 套色，普通的 42 套色。手工劳动复杂费时，产品十分昂贵，一件喜庆和服一般 10 万日元以上。

### 1.1.1 滚筒印花的历史沿革

滚筒印花机是 1780 年由苏格兰人詹姆士·贝尔（James Bell）发明的，1783 年他的设计获得了专利，1785 年他的第一台六色印花机在兰开夏的工厂里安装使用。这种机器可以代替 40 个凸版印花工人的操作，从而导致手工凸版印花法的淘汰。更早的一些发明，虽然也建立在滚筒印花的原理上，但却没有像贝尔机那样取得基本成功。那些机器主要是采用凸印面的木制滚筒，而贝尔机却是采用凹版雕刻（*intaglio engraving*）。用雕刻铜辊连续印花的主要步骤是用钢制刮刀清除滚筒表面的色浆，并在雕刻的凹纹处留下印花色浆。贝尔所发明的机器是具有现代结构而用于纺织品和纸张印花的机器，与其他原始机器采用了同样的原理，仅仅只是在细节上有所不同。

尽管滚筒印花在近几年有不少革新，但圆网印花机问世后，滚筒印花的总产量大大下降（见图 1-1）。更宽幅织物的发展使滚筒印花机的缺点更为突出，由于超过 2m 门幅，印花滚筒会因轴向长度和辊重增加而产生严重弯曲。

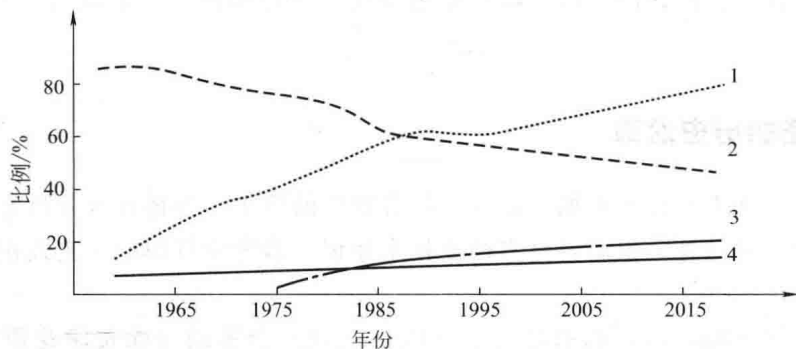


图 1-1 全世界滚筒、圆网、平网、转移印花、各种印花布的产量相对比例  
1—圆网印花；2—滚筒印花；3—转移印花；4—平网印花

图 1-1 显示了全世界在滚筒印花、圆网印花、平网印花和转移印花之间的相对百分比变化，其原始数据是以印花布的总长度以米为单位来计算的，而圆网印花机生产的印花织物，其平均门幅要比滚筒印花的宽。事实上圆网印花的产量已超过了滚筒印花。

### 1.1.2 筛网印花的历史沿革

大约在 12 世纪，中国的雕纸漏版印花技术传入日本。筛网印花向着现代化高产量的发展是与刻版和筛网的改进有关，精细的多套色印花样与筛网有较好的耐用性和曲线方向性的多变适用性有关。用丝、棉、黏胶纤维或二醋酸纤维素制成的筛网亲水性太强，因而水性印浆易使这种织物筛网下垂。采用合成纤维尼龙、锦纶和涤纶，由于它们的疏水性，可制成牢

固的筛网，当被弄湿后，仍能保持良好的张力。高的拉伸强力还可使织物筛网在筛网框架上绷得更紧。

最早的筛网印花是平面的，将被印织物粘贴在长台板上，每次印一套色。到1950年，全自动筛网印花机问世，其中布塞（Buser）、斯托克（Stork）和齐默（Zimmer）厂较为突出。

1954年，巴洛士（Barros）为阿尔吉巴（Aljaba）印花机制作了无缝圆筛网，使完全连续性印花得以实现。用镍电镀的无缝筛网的发明是筛网发展史上的一个重要标志，它预示着圆网印花将迅速发展。1961年奥地利的彼得齐默公司介绍了电铸圆网，而荷兰人的斯托克于1963年介绍了上胶圆网，在1964年到1972年间斯托克出售了600多台圆网印花机，遍布全世界。

### 1.1.3 转移印花的历史沿革

凡林（C. H. Vellins）博士为转移印花的艺术和科学做出了贡献。四种转移印花方法分别是：①熔融法转移印花；②脱膜法转移印花；③半湿法转移印花；④气相法转移印花。

1929~1939年间，美国塞拉尼斯（Celanese）公司所做的工作，为气相转移印花在商业上应用获得成功奠定了基础。卡塔斯丘夫（Kartaschoff）的工作为转移印花提供了大量实验。20世纪50年代出现了杜邦（Du Pont）公司的水溶液染色法。工业上转移印花质量主要取决于染料是否具有足够的挥发性及偶氮基和合成纤维C—H键发生相互作用。而转移印花的主要缺点是限于使用对织物有亲和力的可升华性的染料。1971年道森（Dawson）国际联合汽巴-嘉基（Ciba Geigy）公司介绍了一种用平板热压机转移印花的商品化方法。这种方法又进一步发展为连续印花生产，为高速自动化转移印花提供了技术和理论基础。

### 1.1.4 直接印花的历史沿革

3000多年前就有用矿物颜料和天然黏着剂（如干性和熟炼油或蛋白类和植物胶的黏性水合液）在一起研磨，并在织物上形成花纹。1960年以来，织物直接印花中涂料是用得最广的一种着色剂。首先把选出的涂料加入合适的表面活性剂，在粉碎机或研磨机中研磨，直到获得最适宜的 $0.1\sim 3\mu\text{m}$ 大小的颗粒；其次是黏着剂，根据黏着剂膜所需的柔软、弹性、可塑性、溶剂稳定性、耐光及耐气候牢度等性质，黏合剂可选择合适的基础产品“精制”而成。涂料印花在20世纪60年代发展了与乳化浆具有同样流变性的含固量极低的合成聚合稠厚剂，推动了涂料印花的大力发展。

但涂料印花毕竟是细小颜料粒子黏附在织物表面，尽管研究者做了大量改进，但仍没有改变其手感僵硬的致命缺点。

其他印花方法有拔染、防染等特种印花。生产这类花布要运用一些特殊的技术知识，而超出了制浆印花的范畴。

### 1.1.5 半色调网点印花

成功运用该法进行网点印花始于1960年，所用色料为涂料，但用色数量较多。随着色度科学的发展，彩色照相技术的进步，印刷工业和印刷技术经过近20年的飞速发展，三原



色油墨理论的发展日趋完善,为原色染料印花用色数的减少提供了理论与实际依据。用原色染料印花的研究自80年代初就在美国、日本、德国、英国等国家进行。对染料的新发展,H.费茨纳(Pfitzner)和T.西格尔(Siegel)分别于1970年和1973~1975年做了综述。由染色者和染化家协会出版的《染色进展》,从1969年开始就定期地发表染料及其应用方面的报告。由K.卡塔拉曼(Venkataraman)编著的《染料化学手册》,内容丰富,已有八个续篇,对于了解染料的发展历史颇有裨益。

半色调网点印花所用的印花设备主要是平网印花机、圆网印花机和滚筒印花机。由于平网和圆网印花机所用的网版均为筛网,所以该法所用设备为筛网印花机和滚筒印花机。这两类印花方法的主要参数比较见表1-1。

表 1-1 滚筒与筛网印花的主要参数比较

主要参数	滚筒	筛网
雕刻成本	高	与电铸法相仿,上胶法略低
调机时间	长	短
机器投资	高	较低
生产率	中等	高
花样循环尺寸	小(40.6~45.7cm)	较大( $\geq 64$ cm)
图案优势	半色调及细线条	浓而明亮的色调
图案限制	横向条纹	半色调、细线条
织物上压力	高	较低
操作者技术要求	高	较低
色浆用量控制	刻深线变化有限制、用浆少	适用广,可变线数、压力及刮刀尺寸

半色调网点印刷理论的完整性为半色调印花奠定了坚实的理论基础,并在涂料半色调印花中得到应用,间接证明了网点染料印花的可行性。由于染料网点印花克服了涂料印花的遮盖性,具有繁荣昌盛的前景。

## 1.2 颜色理论及织物印花适性的研究状况

### 1.2.1 颜色理论研究的历史与现状

颜色理论具有代表性的学科是色度学。牛顿是色度学的创始人,他引入了颜色的概念,从而开创了建立颜色图的思想;他还提出了颜色混合中用重心原理来确定混合色结果的方法。19世纪,科学家格拉斯曼(Grassman)、麦克斯韦(Maxwell)、赫尔姆霍兹(Helmholtz)等对色度学的发展做出了巨大贡献。奠定现代色度学的科学家有吉尔德(Juild)、贾德(Judd)、麦克亚当(Mac Adam)、亨特(Hunter)、司梯鲁斯(Stiles)、莱特(Wright)和维泽斯基(Wyszecki)。从1931年CIE(国际照明委员会)色度学系统建立至今,色度学已取得了巨大成绩。在工农业生产、科学技术和文化事业等部门色度学得到广泛应用,它的理论指导着彩色电视、彩色摄影、彩色印刷、染料、纺织、印花、造纸、交通信号、照明技术等部门的工作,各式各样的测色仪器都在产品检验和生产质量控制中获得广泛应用。但CIE色度系统的颜色是心理物理量,尚不能完全反映人们的色知觉。色度学的最终目的是要

解决在复杂环境中物体颜色外貌的度量问题，而目前距此目标还尚遥远，有待进一步研究。

颜色视觉理论是由两个比较古老的理论发展起来的，其一是杨-赫尔姆霍兹的三色学说；其二是赫林的“对立”颜色学说，即四色学说，现在的阶段学说把三色学说和四色学说有机地统一起来。但是目前色度学是建立在三色学说理论基础上的。

颜色视觉理论认为：颜色可通过其明度、色调、饱和度三个特性来描述。在这方面，国际上共建立了近 200 个不同的表达系统。目前在工程应用比较简便的主要有四种：

① CIE1931XYZ 标准系统是由 RGB 系统通过坐标变换而推导出来的。a. 规定 X、Z 只代表色度而没有亮度，亮度只与三刺激值中的 Y 成比例，在此系统中三刺激值全为正值。b. 光谱轨迹从 540nm 附近至 700nm 在 RGB 色度图上为直线，新 XYZ 三角形的 XY 边与这段直线重合，可使计算简便。在 CIE 色度计算方法中有色度（色相）坐标计算和颜色相加计算。对于织物网点印花不仅要考虑颜色相加计算，还必须考虑色度坐标计算。

② 孟塞尔系统。任何颜色都可用孟塞尔系统的色调、明度和彩度坐标的标号来表示，其书写方式是 HV/C（即色调·明度值/彩度）。该系统首先可用《孟塞尔颜色图册》确定任何表面色的孟塞尔颜色标号，其次可用于与 CIE 标准色度系统的相互转换，亦用于评价标定颜色的表色系统与颜色视觉特性之间的关系。孟塞尔系统可反映物体色的心理规律即色知觉特性。而 CIE 是基于混色实验而建立的，其主波长、亮度因数和色纯度则更多地反映了颜色物体的物理特性，而不能准确地代表视知觉特性。

③ 奥斯瓦尔德系统表示的颜色容易复制，只要知道颜色标号，它可指导筛选颜料、染料的组合，使产品获得满意的颜色效果。

④ 自然颜色系统（NCS）利用其对颜色的判别步骤可知颜色色调、含彩量和黑白的含量。

由于 CIEYxy 颜色空间的不均匀性，从 1931 年至今，国际颜色工作者曾经推荐了 20 多个不同的均匀颜色空间。由 CIE 正式推荐的均匀颜色空间有四个，而我国国家标准局 1987 年颁布的《均匀色空间和色差公式》（GB/T 7921—2008）国家标准，就是建立在 CIE1976LAB 和 1976LUV 均匀颜色空间的色差公式基础上的。

OSA 匀色标（美国光学学会 1971 年）被认为是目前最均匀的色空间，所以这套色卡在艺术和设计领域具有较好应用价值。

一个颜色系统向另一个颜色系统变换的实质是颜色坐标的变换，主要目的是寻求更均匀的颜色空间。

除此之外，有一个很重要的问题就是同色异谱，即实际不同光谱分布的颜色在某一种光源照射条件下，色的视知觉似乎认为是相同的。同色异谱是在印刷、印花、染整、油漆、绘画、彩色摄影、彩色电视等行业中经常遇到的问题。可利用 CIE 对同色异谱的评价方法对织物印花中出现的同色异谱现象进行评价。

## 1.2.2 三种颜色测量方法

分光光度法、三波段法和等价比对法是三种颜色测量常用的方法。

### 1.2.2.1 分光光度法

根据分光光度法测量颜色最常见的是将任何一种色感刺激都看成是好多不同波长的光刺激的总和，每个真实的色刺激又都是由相应的光谱刺激相加配色而成。因此，光谱刺激的色

刺激值是运用分光光度法的基础。

根据复合辐射 [色感刺激函数  $\varphi(\lambda)$ ] 的色刺激值可得出以下方程式：

$$\begin{aligned} X &= k \int_{\lambda}^{\lambda} \varphi(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda \\ Y &= k \int_{\lambda}^{\lambda} \varphi(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda \\ Z &= k \int_{\lambda}^{\lambda} \varphi(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda \end{aligned} \quad (1-1)$$

式中,  $\bar{x}(\lambda)$ 、 $\bar{y}(\lambda)$  和  $\bar{z}(\lambda)$  为三刺激标准原色系统的标准光谱强度函数;  $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  为原色三刺激值;  $\lambda$  为波长, nm;  $k$  为常数;  $\varphi(\lambda)$  为色感刺激函数。

包括两步: ①进行分光光度测量, 测定色感刺激函数, 即测量射入眼内光线的相对光谱辐射分布; ②色度计算, 即用标准光谱刺激值  $\bar{x}(\lambda)$ 、 $\bar{y}(\lambda)$  和  $\bar{z}(\lambda)$  对测得的值进行数学逻辑运算。

### 1.2.2.2 三波段法

三波段法 (即“明度测色法”) 是通过光度测量求色刺激值的一种方法。测量可以用目视法, 也可用物理传感器, 但无论用哪种方式, 都必须使传感器具有完全确定的光谱灵敏度。如果要使测量结果直接表示为三刺激值, 则必须使传感器具有完全确定的条件, 即所谓的路得 (Luther) 条件。这些条件可用方程式表示为:

$$\begin{aligned} \tau_x(\lambda) &= C_x \bar{x}(\lambda) / S_1(\lambda) \\ \tau_y(\lambda) &= C_y \bar{y}(\lambda) / S_2(\lambda) \\ \tau_z(\lambda) &= C_z \bar{z}(\lambda) / S_3(\lambda) \end{aligned} \quad (1-2)$$

式中,  $S_1(\lambda)$ 、 $S_2(\lambda)$  和  $S_3(\lambda)$  表示未加滤光片的传感器的光谱灵敏度,  $\tau_x(\lambda)$ 、 $\tau_y(\lambda)$  和  $\tau_z(\lambda)$  表示滤光片的光谱透射函数;  $C_x$ 、 $C_y$ 、 $C_z$  表示与波长无关的常数。

如果仅用一支传感器, 并在传感器前分别依次插入滤光片, 则  $S_1(\lambda) = S_2(\lambda) = S_3(\lambda)$ 。传感器的光谱灵敏度不必一定与标准光谱刺激值函数  $\bar{x}(\lambda)$ 、 $\bar{y}(\lambda)$ 、 $\bar{z}(\lambda)$  完全一致, 相反, 这些函数完全可以做任意线性转换。这些测量结果也可以用来表示其他原色刺激, 但必须换算成标准色刺激系统。

这种方法最适合于进行物理测量。博马 (Bouma) 指出, 这种方法投资少, 并且能获得与最佳目视测量一样高的精度。当然, 对标准光谱刺激值曲线做必要匹配并不是很简单的事, 所用传感器的光谱稳定性、直线特性、温度系数、环境条件以及耐疲劳程度都必须满足较高要求, 这些条件往往又是不易实现的。

三波段测色仪只在个别情况下用于绝对测量, 因为它与标准光谱刺激值曲线匹配不够准确, 这种仪器主要用于测量色差。因为在测量较小的色差时不要求十分准确地实现路得条件。众所周知, 在实际工作中色差测量也是很重要的。

### 1.2.2.3 等价比对法

该法是用眼睛观察, 将被测色刺激与标准色刺激调成等价值。标准色刺激的颜色测定值必须是已知的, 或者是将仪器略经调整就能计算出来的。等价比对法测色只能通过目视判断, 因为只有眼睛才能分辨两个色刺激是否一样。

原则上待测试样可以同相当丰富的颜色样品进行比较, 只不过要已知这些颜色样品的色测定值。关于这个问题在 DIN 色图集已叙述。重要的是: 在这样比对时, 要遵守根据照明