

宋心远 沈煜如 编著


新型 染整技术

XINXING
RANZHENG
JISHU

中国纺织出版社

新型染整技术

宋心远 沈煜如 编著


中国纺织出版社

内 容 提 要

本书系统地阐述近年来染整行业中出现的一些高新技术,包括喷墨印花、等离子体技术、生化酶技术、微胶囊技术和功能染料等,对它们的作用原理、应用方法、加工特点作了较深入的介绍,并介绍了这些高新技术在染整加工中的应用价值和前景。此外,对天然染料、纤维改性和染色、活性染料受控染色和中性固色、超临界二氧化碳流体染色、助剂增溶染色、天然纤维转移印花、新型功能整理等也作了较深入的分析。

本书可供染整、化纤以及相关的纺织工程技术人员和大专院校师生阅读,也可供染料、助剂等化工行业技术人员学习。

图书在版编目(CIP)数据

新型染整技术/宋心远,沈煜如编著. - 北京:中国纺织出版社,1999.11

ISBN 7-5064-1612-3/TS·1293

I.新… II.①宋… ②沈… III.染整工业-高技术 IV.TS19

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 07692 号

责任编辑:黄崇芬 特约编辑:朱仁雄 责任校对:俞坚沁
责任设计:李 然 责任印制:初全贵

中国纺织出版社出版发行

地址:北京东直门南大街 6 号

邮政编码:100027 电话:010-64168226

中国纺织出版社印刷厂印刷 各地新华书店经销

1999 年 11 月第一版第一次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:18.5

字数:402 千字 印数:1—4000 定价:30.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

前 言

印染行业是纺织品进行深加工和精加工，提高产品档次和附加值，为市场提供高质量的服装、装饰和产业用纺织材料的关键行业。

染整加工是一历史悠久的传统加工技术，直接关系到人民的衣着和工业、军用纤维材料及装备，在国民经济中占有重要的地位。它还关系到我国纺织品和服装在世界纺织品贸易中的地位。

近年来，随着科学技术的迅速发展，这个传统的加工技术正在和将要发生重大的变化。这包括纺织产品的生产周期越来越短，质量要求越来越高，花色品种也越来越多。生产方式从劳动力密集型加工逐渐转向高速、高效和高度自动化的加工。产品的功能从单一的防寒保温及装饰转向具有多种功能，包括一些特殊功能。染整产品不仅用于服装，在工业和军事上也具有重要的用途。

随着人类对环境污染和破坏的关注，对健康越来越重视，对改革传统的、污染较严重的染整加工愈加迫切，要求进行无公害的“绿色”加工，生产“清洁”的纺织产品。

染整加工技术进行变革，其关键在于加速应用高新科技成果，研究和开发新型染整技术。为适应这种需要，我们编著了此书。主要包括喷墨印花等新型染整技术。

功能染料不同于常规染料，它不仅涉及光与色，而且扩展到光、热、电、磁、光化学以及生物化学等边缘学科，是现代科技中重要的一类高新材料，具有极广泛的应用范围，在纺织染整加工中的应用还刚起步，主要在喷墨印花、变色印花、热扩散转移印花或电子照相等方面得到了应用，而且发展很快。应该认为，它在染整加工中的应用前景是非常广阔的。低温等离子体、紫外线和其他辐射能是一种新型的加工技术，对纺织品可进行“干”加工，污染较少，无污水排放，特别适用于纺织材料进行表面改性和化学加工，具有很高的应用价值。生物酶的应用是当前研究的热门课题，在染整加工中已取得了很好的效果，它也是一种无公害的加工技术，发展很快。微胶囊技术是

一种特殊包装技术，具有许多优点，用于染整加工可获得许多常规方法无法得到的效果，对减少污染也具有重要的意义。近年来，天然染料又重新受到人们的重视，传统的活性染料、分散染料染色和印花工艺也有很大发展，新工艺不断出现。在编写此书时，还收集了近年来我们承担国家一些科研项目的研究成果，例如活性染料的中性固色、分散染料的助剂增溶染色的理论和工艺研究结果，有些结果国内外还未见报导。对天然纤维改性，提高其染色性能近年来国内外研究均很多，本书对此作了系统的介绍，也收集了我们的一些研究结果。功能整理发展很快，特别是有关紫外线防护整理受到重视，本书在最后一章也作了较详细的介绍。

新型染整技术面广，涉及的领域多，发展极快，真是日新月异。限于本书的篇幅，一些新型染整技术未作介绍。许多新型染整技术还处在研究开发阶段，不够成熟，有待继续研究和完善，又由于涉及的技术领域广，收集资料也不够全面，书中缺点和错误在所难免，希望专家和读者批评指正。愿本书能为我国发展新型染整技术起到抛砖引玉作用，有益于我国染整技术的发展。

在本书编写过程中，得到了许多专家和工程技术人员的支持和帮助，在此一并致谢。

编著者
1999年1月

目 录

第一章 喷墨印制技术在染整中的应用	(1)
第一节 喷墨印刷的灰度、类别和原理	(2)
一、喷墨印刷的灰度.....	(2)
二、喷墨印刷的类别和原理.....	(4)
(一)连续喷墨印刷.....	(4)
(二)按需喷墨(DOD)印刷.....	(6)
第二节 纺织品喷墨印花的特点	(9)
第三节 纺织品喷墨印花的油墨	(10)
一、用于纸张印刷的油墨.....	(11)
二、用于纺织品印花的油墨或色浆.....	(11)
第四节 纺织品喷墨印花的工艺及其发展	(13)
一、工艺过程.....	(13)
二、织物印前处理.....	(14)
三、喷墨印花技术的发展前景.....	(16)
第二章 低温等离子体、辐射能和超声波技术在染整中的应用	(20)
第一节 等离子体的概念和基本性质	(20)
一、等离子体的概念.....	(20)
二、等离子体的基本特性.....	(21)
(一)电中性.....	(21)
(二)等离子体中粒子间的相互作用.....	(22)
(三)等离子体辐射.....	(22)
(四)等离子体中两种温度概念.....	(23)
第二节 等离子体的产生方法及等离子体化工技术	(25)
一、等离子体的产生方法.....	(25)
(一)电晕放电(低频放电).....	(25)
(二)辉光放电(高频放电).....	(26)

二、等离子体化工技术·····	(28)
(一)表面改性·····	(29)
(二)等离子体聚合和接枝聚合·····	(29)
第三节 蛋白质纤维等离子体改性·····	(30)
一、羊毛的等离子体改性·····	(30)
(一)改善羊毛防毡缩性能·····	(30)
(二)改善羊毛染色性能·····	(34)
二、兔毛和蚕丝等离子体改性·····	(38)
第四节 纤维素纤维等离子体改性·····	(39)
一、棉纤维等离子体改性·····	(39)
二、苧麻纤维等离子体改性·····	(41)
第五节 合成纤维等离子体改性·····	(43)
一、涤纶的等离子体改性·····	(43)
(一)改善润湿性、亲水性、粘着性和抗静电性·····	(43)
(二)改善染色性能和增加颜色深度·····	(46)
二、其他合成纤维的等离子体改性·····	(51)
第六节 等离子体聚合和接枝聚合·····	(51)
一、等离子体聚合·····	(51)
二、等离子体接枝聚合·····	(52)
第七节 辐射能在染整加工中的应用·····	(54)
一、紫外线辐射在染整加工中的应用·····	(54)
(一)紫外线辐射改善棉纤维的染色和印花性能·····	(54)
(二)紫外线辐射改善羊毛的染色和印花性能·····	(55)
(三)紫外线辐射改善蚕丝的染色和印花性能·····	(56)
(四)紫外线辐射固着·····	(57)
二、激光辐射在染整加工中的应用·····	(57)
(一)紫外线激光辐射纤维改性·····	(58)
(二)激光辐射改性印花·····	(59)
(三)激光辐射活性染料固色·····	(59)
(四)激光雕刻和对花·····	(60)
(五)激光测定染料浓度和上染速度·····	(61)
三、其他辐射能在染整加工中的应用·····	(61)
第八节 超声波在染整加工中的应用·····	(62)
一、超声波在助剂加工中的应用·····	(62)
二、超声波在纺织品前处理加工中的应用·····	(63)
(一)退浆·····	(63)
(二)煮练和漂白·····	(63)
三、超声波在纺织品染色加工中的应用·····	(63)

四、超声波在纺织品后整理及水洗加工中的应用.....	(66)
----------------------------	------

第三章 酶在染整加工中的应用.....(69)

第一节 酶的特性和分类.....(69)

一、酶的特性和作用机理.....(70)

(一)酶的一般蛋白质性质.....(70)

(二)酶的催化作用特点.....(71)

(三)酶的活性部位和作用机理.....(72)

二、酶的分类.....(75)

三、影响酶反应的因素.....(76)

(一)pH值对酶反应的影响.....(76)

(二)温度对酶反应的影响.....(77)

(三)金属离子对酶反应的影响.....(78)

(四)抑制剂和激活剂对酶反应的影响.....(79)

(五)酶浓度和底物浓度对酶反应的影响.....(80)

(六)影响酶反应的其他因素.....(81)

四、酶的改性和固定.....(81)

第二节 酶在染整加工中的应用范围和特点.....(83)

第三节 酶退浆、精练、脱胶和漂白.....(84)

一、酶退浆.....(84)

(一)淀粉酶的组分.....(85)

(二)酶退浆的工艺流程及影响因素.....(86)

二、酶精练和脱胶.....(88)

(一)棉纺织品的煮练.....(88)

(二)麻纺织品的脱胶.....(89)

(三)蚕丝的精练和脱胶.....(90)

三、酶在漂白加工中的应用.....(91)

第四节 纤维素纤维纺织品酶处理的特点和影响因素.....(92)

一、纤维素酶的种类.....(94)

二、纤维素酶的作用方式和特点.....(95)

(一)纤维素酶的作用方式.....(95)

(二)纤维素酶对纤维素纤维的吸附性和水解性的影响.....(95)

(三)纤维素酶的作用与纤维素纤维超分子结构的关系.....(98)

(四)纤维素酶对不同纤维素纤维的作用比较.....(102)

(五)纤维素酶对纤维素衍生物的作用.....(103)

(六)纤维素酶对染色纤维素纤维的作用.....(105)

(七)温度、pH值和表面活性剂对纤维素酶处理的影响.....(109)

(八)搅拌对纤维素酶作用的影响.....(112)

(九)纤维素酶的修饰及应用·····	(113)
第五节 纤维素纤维织物的酶处理 ·····	(114)
一、纤维素纤维织物用纤维素酶的减量处理·····	(114)
(一)棉织物用纤维素酶的减量处理·····	(114)
(二)其他纤维素纤维织物用纤维素酶的减量处理·····	(118)
二、纤维素纤维织物用纤维素酶的抛光处理·····	(119)
三、纤维素纤维织物用纤维素酶的水洗和石磨处理·····	(122)
第六节 蛋白质纤维纺织品的酶处理 ·····	(124)
一、羊毛纤维的基本结构和酶对羊毛的作用机理·····	(124)
二、羊毛纺织品的酶处理·····	(126)
(一)防毡缩处理·····	(126)
(二)柔软、抛光和改善服用舒适性能·····	(128)
三、蚕丝纺织品的酶处理·····	(129)

第四章 微胶囊技术在染整中的应用····· (130)

第一节 微胶囊的功能、特点和制法 ·····	(130)
一、微胶囊的功能和特点·····	(130)
二、微胶囊的组成和制法·····	(130)
(一)组成和形状·····	(130)
(二)制法·····	(131)
第二节 微胶囊在染整加工中的应用 ·····	(136)
一、微胶囊染料和涂料的应用·····	(136)
(一)多色微粒子印花·····	(137)
(二)转移印花微胶囊印花·····	(138)
(三)高介电常数染料溶液微胶囊静电染色·····	(139)
(四)染料微胶囊的非水系染色·····	(140)
(五)颜料微胶囊着色剂染色和印花·····	(142)
(六)变色染料微胶囊染色和印花·····	(143)
二、微胶囊功能整理剂的应用·····	(147)
(一)抗菌和杀虫整理微胶囊的应用·····	(147)
(二)香气整理微胶囊的应用·····	(149)
(三)阻燃整理微胶囊的应用·····	(151)
(四)防皱和拒水整理微胶囊的应用·····	(151)
(五)拒油整理微胶囊的应用·····	(152)
三、其他微胶囊的应用·····	(152)

第五章 功能染料及其在染整中的应用····· (157)

第一节 热变色染料和颜料的应用 ·····	(159)
------------------------------	-------

一、无机类热变色染料和颜料的应用·····	(159)
二、有机类热变色染料和颜料的应用·····	(160)
(一)液晶·····	(160)
(二)有机热变色染料和颜料·····	(162)
第二节 光变色染料和颜料的应用·····	(167)
第三节 近红外线吸收染料和红外线伪装染料的应用·····	(172)
一、近红外线吸收染料的应用·····	(172)
二、红外线伪装染料及颜料的应用·····	(173)
(一)红外观测和环境的红外线反射特性·····	(174)
(二)红外线伪装染料和颜料·····	(175)
(三)红外线伪装染料和颜料的应用方法·····	(176)
第四节 荧光染料和颜料的应用·····	(177)
一、荧光染料的应用·····	(178)
二、荧光颜料的应用·····	(179)
第五节 功能染料在电子照相中的应用·····	(180)
一、电子照相原理及过程·····	(181)
二、电子照相用的功能染料·····	(181)
三、电子照相技术在纺织品印花中的应用·····	(186)
第六节 功能染料在静电成像印制、离子成像印制和磁性成像印制中的应用·····	(187)
一、静电成像印制技术·····	(187)
二、离子沉积成像印制技术·····	(187)
三、磁性成像印制技术·····	(188)
第七节 功能染料在热转移技术中的应用·····	(188)
一、功能染料在热扩散转移技术中的应用·····	(189)
二、功能染料在热蜡转移技术中的应用·····	(192)
第八节 功能染料和颜料的其它应用·····	(192)
一、湿敏、热敏涂料的应用·····	(192)
二、电致变色染料的应用·····	(193)
三、有色聚合物的应用·····	(194)
四、金属离子、溶剂变色染料的应用·····	(195)
五、光敏染料的应用·····	(196)
六、远红外线保温涂料的应用·····	(197)
七、功能染料在喷墨打印中的应用·····	(198)
八、功能染料在太阳能转换和贮存中的应用·····	(199)
(一)功能染料在太阳能贮存中的应用·····	(200)
(二)功能染料在太阳能电池中的应用·····	(201)
九、功能染料在电致发光中的应用·····	(202)
十、功能染料在有机非线性光学材料中的应用·····	(204)

十一、功能染料在生化和医药上的应用	(205)
十二、功能染料在激光辐射中的应用	(205)

第六章 其他新型染整技术 (207)

第一节 天然染料在染色和印花中的应用	(207)
一、天然染料的定义和分类	(207)
二、天然染料的颜色和结构	(208)
三、天然染料在纺织品中的应用	(217)
第二节 活性染料染色的新工艺	(218)
一、受控染色工艺	(219)
(一)活性染料的染色特征值	(220)
(二)受控染色工艺设计	(223)
二、活性染料中性固色工艺	(226)
(一)应用具有季铵离去基的高反应性染料染色	(227)
(二)应用中性固色剂染色	(230)
(三)纤维改性后中性固色	(234)
第三节 纤维素纤维化学改性和染色	(236)
一、纤维素纤维的胺化改性	(236)
二、纤维素纤维用氨基聚合物改性	(243)
三、纤维素纤维“活化”改性	(245)
四、纤维素纤维的其他改性	(247)
五、改性剂预处理工艺和改性纤维素纤维的染色性能	(247)
(一)改性剂的预处理工艺	(247)
(二)改性纤维素纤维的染色性能	(248)
第四节 分散染料超临界二氧化碳流体染色	(251)
一、超临界二氧化碳流体的特性	(252)
二、分散染料超临界二氧化碳染色的特点	(253)
三、分散染料超临界二氧化碳流体染色方法	(254)
四、超临界二氧化碳流体染色的发展和展望	(256)
第五节 分散染料助剂增溶染色	(257)
一、助剂增溶染色的基本理论	(258)
二、类脂的特性和增溶染色	(258)
三、助剂增溶染色	(261)
(一)助剂对分散染料的增溶作用	(262)
(二)羊毛用分散染料助剂增溶染色	(262)
第六节 天然纤维及其混纺织物的转移印花	(263)
一、天然纤维转移印花技术概况	(264)
二、天然纤维预处理改性后用分散染料转移印花	(264)

(一)棉织物用聚乙二醇预处理转移印花·····	(264)
(二)棉织物氰乙基化预处理转移印花·····	(266)
三、棉织物用活性染料转移印花·····	(267)
第七节 纺织品的新型功能整理·····	(268)
一、防紫外线整理·····	(269)
(一)纤维种类和织物组织结构对紫外线防护的影响·····	(269)
(二)防紫外线的途径·····	(271)
(三)紫外线吸收剂·····	(272)
(四)紫外线吸收剂的应用工艺及效果·····	(273)
二、其他新型功能整理·····	(274)
(一)阳光蓄热保温整理·····	(275)
(二)透湿防水整理·····	(276)
(三)高吸水性整理·····	(276)
参考文献·····	(279)

第一章

喷墨印制技术在染整中的应用

近十多年,不接触式印花,又称非紧压式印花有了相当大的进展。主要包括以下五个方面:

- (1)喷墨打印或印花技术;
- (2)电子照相技术;
- (3)热扩散转移技术;
- (4)静电和离子沉积成像印制技术;
- (5)磁性成像印制技术。

在这五个方面首先以喷墨印花技术在纺织品印花中发展最快,也最有前途,已经工业化生产应用,取得了较好的效果。本章只介绍这种不接触印花技术,其他几种技术将在第五章另作简要介绍。

喷墨印刷(或打印)产生于 20 世纪 50 年代的后期,尽管早在 19 世纪后半期就有人阐明带电液滴印刷的原理,但很久未有工业化应用。至今所采用的大多数喷墨印刷机主要用于包装标记或页式打印(或印刷),以及数字单色印刷方面,最近也用于数字图像复印,可印彩色图像,其分辨率可达每英寸 150~400 点纹。在印刷业占有重要的位置。

用于包装标记的喷墨印刷系统的材料范围很广,包括普通纸张、硬板纸、塑料以及金属。在纺织物标记领域中也有一些应用,如服装商标,以及在地毯背面印刷标签和批号日期等。它们所用的油墨特性各不相同,需要专门设计和配制。例如固态的,受热熔融的油墨主要用于金属容器标记的印刷;液态的和以溶剂为基质的,符合卫生要求的油墨主要用于食品包装材料的印刷;荧光油墨主要用于邮件的包装材料和安全防护标记的印刷。

纺织品的喷墨印花开始于 20 世纪 70 年代,旨在开发不接触印花系统,用数码产生多色图案。利用计算机辅助设计系统可以快速生产分色图案,不要生产网版,而且具有几乎瞬时就能改变图案的功能,使此技术具有非常大的吸引力。然而,高额的投资资本等因素减弱了对此新技术的工业化应用的热情,至今为止,所设计的大多数生产系统分辨率很低,仅仅用于地毯和立绒家具布的印花,而且用于印花的染料还需经过特殊的筛选,目前对此研究还很不够,使这项技术推广应用受到限制。

近几年来,随着喷墨印刷技术的发展,喷墨印花在纺织品中的应用又倍受重视,与其他不接触印花技术比较,由于它是使油墨(或印花浆)直接喷射到纺织品上,而所有其他不接触印制技术均需通过中间的色调剂或油墨转移机构才能印到纺织品上,工艺较简单;另一原因是在过

去的 20 年中,大量的研究工作集中在使用通常的网印或滚筒印花机使用的染料,经过改进和筛选,使其可以用于喷墨印花。

已设计用于纸张印刷的大多数喷墨印刷机,主要用于复印工业,而不是用于纺织品印花。因此一些技术术语与纺织品印花不同,例如着色剂称为色调剂和油墨,而不是染料、涂料(或颜料)和印花色浆;分辨率和印刷速度定义为每英寸(注:1 英寸 = 25.4mm)的点数(dpi)和每秒的字符数(cps),或每分钟的页数,而不是纺织品印花的网眼或网板数和每分钟的码数或米数。

喷墨印刷用于不同基质的技术参数是不同的,大致有表 1-1 和图 1-1 所示范围。

表 1-1 喷墨印刷用于不同基质的技术参数比较

技术参数	地毯	织物	纸张
分辨率/(dpi)	12 ~ 20	60 ~ 100	150 ~ 400
基质速度/ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$	5 ~ 15	25 ~ 60	50 ~ 200
喷射频率/kHz	$(5 \sim 20) \times 10^{-2}$	1 ~ 4	3 ~ 20 ^①
脉冲时间/ms	$(1 \sim 10) \times 10^3$	100 ~ 500	10 ~ 100
每滴液量/ μL	$(1 \sim 5) \times 10^6$	$(1 \sim 5) \times 10^3$	100 ~ 500

① 一些带电液滴印刷机以高达 1MHz 的频率喷射,一串多达 32 个微滴会在同一部位上冲击,可大大提高灰度(或彩色)等级。

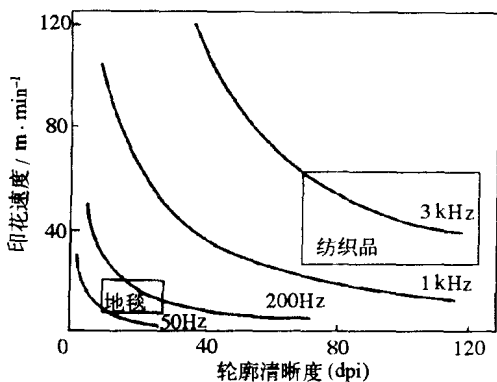


图 1-1 印花轮廓清晰度同印制速度和喷射频率的关系曲线

喷墨印制主要控制因素是所需要的印花速度和印花轮廓清晰度,因而它们决定了喷嘴在基质上喷射油墨液滴的频率。按照这种关系,在地毯上喷墨印花已获得了成功。在纸张印刷技术中成熟程度也相当高。而在纺织品印花中往往会受到很多因素的限制,这主要是很难达到纺织品印花所需大小的液滴,以及很高的喷射频率。用于纸张的印刷系统印纺织品虽然可达到所需的频率,但液滴大小不够大,难以达到所需的给湿量(或给浆量)。

此外,纺织品喷墨印花所使用的染料必须经过特殊的提纯,应该不含水不溶物,所以不能使用常用的印花染料。再加上未印花的液滴偏移进入收集槽中,不能重新循环,成本也高。所以用于纸张

的喷墨印刷的设备直接用来印纺织品还存在许多问题,特别是连续印花更不成熟。不过近年来不少公司仍坚持继续开发,虽然有显著进步,但大多数还只停留在小试或中试阶段。

第一节 喷墨印刷的灰度、类别和原理

一、喷墨印刷的灰度

彩色喷墨印刷机一般是通过调节喷射到纸张表面每一个小面积内的原色油墨的比例来组

成所希望的色谱。有两种达到这一目的的方法。一种是用点纹矩阵组成每一个像素；另一种是在纸张表面上喷射大小可变的原色油墨小滴，在表面上混合油墨来达到上述目的。矩阵像素系统比较容易控制，它所产生的彩色点纹矩阵称为“超级像素”或有时称为高频脉动图像。图 1-2 以简化的形式说明了 2×2 单色超级像素。

由黄、品红、青三原色可产生五个可能的所谓灰度等级，形成 5^3 ，即 125 种可能的颜色。

对于一般的荧光屏上出现的图像，不需要较广的色谱或较高的分辨率，但对于纺织品的计算机辅助设计，则需要较广的色谱和相当高的分辨率。

印刷机采用的像素矩阵越大，理论上它显示的颜色就越多，它的关系如表 1-2 所示。但是它的总体分辨率会下降，印刷速度也会变慢，所以一般使用较小的高频脉动图像（例如 4×4 ），然后通过采用能够调节液滴体积的印刷机，或采用一种以上力份的黄、品红、青色油墨来增加可能形成的颜色数。例如 Canon FP 彩色喷墨印刷机，它有八个喷嘴，包括三种不同力份的青和品红色油墨，一种力份的黄和黑色油墨。

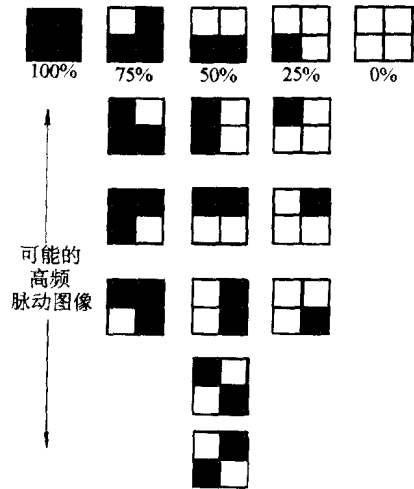


图 1-2 2×2 矩阵高频脉动图像(单色)

黑色油墨通常用于单色印刷。在多色印刷的情况下，黑色由黄、品红和青色三原色拼混组成。然而一些系统，也采用输入的黑色油墨组分，可以产生更多的像素。

表 1-2 三原色喷墨印刷的超级像素

像素矩阵	像素分辨率 (用于 240 点纹/英寸印刷机) 像素/英寸	灰度 ^① 等级	最多可能的 颜色数 ^②
单个	240	2	8
2×2	120	5	125
3×3 ^③	80	10	1000
4×4	60	17	4913
6×6	40	37	50653
8×8	30	65	274625

① 包括白色；

② 如果印刷机能够调节液滴大小，或调节“一连串”液滴中的数量，而且这些液滴冲击在目标基质的同一点上，并提供一种以上原色油墨的力份，则可能增加颜色数；

③ 较少采用此矩阵。

由上述可知，这种喷墨印刷的半色调是通过采用点子的矩阵来形成“超级像素”，有些像素有一滴油墨，而也有些像素是没有油墨的。但是它们的油墨液滴是不带电的。产生液滴有多种方式（见本节后面介绍）。

另一种方法是在纸张表面喷射大小可变的原色油墨小滴来达到不同灰度或颜色。这是一

种可以产生一滴以上的微滴液滴并导向任何特点的像素部位的方法,例如四色油墨的每一种色有高达 15 滴的微滴可以导向任何一个像素,可产生真正的半色调。这两种方法产生半色调的方式如图 1-3 所示。

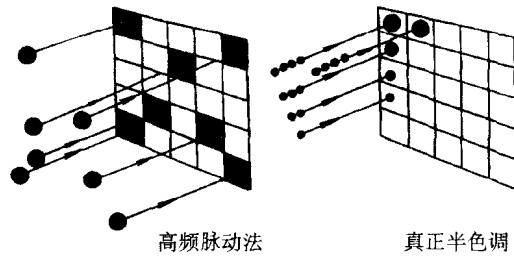


图 1-3 矩阵高频脉动半色调和真正半色调的比较

二、喷墨印刷的类别和原理

近二十多年来,有关喷墨印刷的专利多达百余件,然而真正被工业应用的并不多。总的说来,按照喷墨印刷的原理,可分为选

择性偏移带电液滴(连续产生液滴)和按需液滴两种类别,而按需液滴印刷又可根据喷射油墨微滴的脉冲方式分成多种类别。按印刷介质(即油墨)可分液态的或固体熔融态的。按供给油墨印刷头的压力也可分加压($1.96 \times 10^4 \sim 2.94 \times 10^6 \text{ Pa}$)和常压(或稍微有负压)的两类。按分辨率还可分粗分辨率(最高分辨率为 40dpi)和高分辨率(高达 300dpi)两类。现将主要的几类分述于下。

(一)连续喷墨印刷

连续喷墨印刷,油墨是在高压下强制通过一个小喷嘴,直径分布在 $10 \sim 100 \mu\text{m}$ 的范围内。出来的油墨液流分成细小的液滴。在非激发状态下,由于液体流的表面张力,喷射的液流以不均一的速度自发地形成液滴。然而,在通常情况下,这种液滴是由电压转换器在高频下激发贮存器而被强制形成,这样导致了有规则和受控方式形成微小液滴。

液滴产生后,需要有选择地加以控制,以便形成图像。液滴的电致偏移是最常采用的技术。在喷嘴附近放置带电的电极,使液滴带上可变的电荷。当带电液滴通过一对施加有高电压的电极板(即偏移板)时,在电场作用下,带电液滴就发生偏移。偏移板的电压可以是高度恒定的(Hertz 系统),也可以设计成可变电压(Sweet 系统)。

根据印刷机的设计,这种连续喷墨印刷被设计成按两种方法印刷,在第一种方法中,带电的微滴以预定的方式偏移 to 被印物(基质物)上,液滴偏移的距离与它们带的电荷量成正比,而未带电荷的液滴则收集在一个捕集器中,可重新循环使用。这种方法称为屏面扫描(Raster-Scan)法,也有称为多位偏移法,例如每个喷嘴可控制多达 30 个不同的点纹位置印刷。这种系统属多水平电荷系统,液滴所带电荷水平是不同的,当它们通过带有固定电势差的电极板间时产生多位偏移;这种方法中的另一种,液滴也是带电的,但带电水平单一,它们的偏移程度则是通过改变电极板间电势差来达到的。第二种方法,印制的液滴是不带电荷的,利用多液滴调节两种电荷,带电液滴偏移 to 捕集器中,它也可重新循环使用,这种方法称为双位或二位喷射法(Binary Jet),每个喷嘴仅能控制一个点纹位置喷射印刷。这两种带电液滴调节系统的调节方式和液滴性能见表 1-3。

应该认为,每种系统都很复杂,因为导入液滴的电荷不仅取决于施加的电势差大小,也取决于油墨的特性,以及液滴本身形成的机理。此外液滴的飞行情况除了受电荷和带电偏移板影响外,还要受空气动力学和带电液滴间电荷斥力的影响。

表 1-3 带电液滴调节方式和印制液滴带电荷性

调节方式	印制液滴带电荷性
形成多水平电荷	带多水平电荷液滴
形成单一水平的两种带电(带电或不带电荷)	带单一水平电荷液滴
形成多液滴调节两种带电(带电或不带电荷)	不带电荷液滴

收集在捕集器中的油墨可再利用。液滴的直径约为喷嘴直径的 1.9 倍。这是由喷嘴断开产生的主要液滴的直径。在某些情况下,也可能产生较小的“卫星”液滴,但它们马上会与其前面或后面的主要液滴合并。

上述两种印刷喷射系统的工作原理分别见图 1-4 及图 1-5。

图示的原理是简化了的,图中只表示产生了均匀一致的液滴,没有表示伴生的“卫星”小液滴,实际上当液流从喷射小孔处流出形成颈缩点时,会形成一个较大的和一个非常小的液滴,这就会限制印刷的分辨率。另一问题是邻近的带电液滴在空气动力学和静电两方面都会引起和另一个正在飞行的液滴发生相互作用,影响其飞行速度和途径,所以若要提高印刷分辨率,设计印刷系统时都应设法控制这种作用。

最简单的连续喷墨印刷机具有一个喷射扫描头(喷嘴),工作时,它缓慢地沿着需印刷的物体表面横向扫描,如果是纸张,它往往是附在转筒上。类似地,彩色印刷则可由三重喷嘴扫描喷射黄、品红和青三原色油墨。使用多喷嘴排列喷射可以提高印刷速度。

实际上二位法连续喷墨印刷喷射的油墨液滴也可以是一串液滴(1~31 个液滴),由于液滴串喷射的压力很大($3.92 \times 10^6 \sim 4.9 \times 10^6 \text{ Pa}$),液滴的飞行速度很高(约 30 m/min),液滴串在空气中运行落到基质物上之时,后面的液滴急接前面的液滴印在基质物表面(基质物的运行速度约为 3 m/min),实际上出现的只是一个液滴点纹。利用这种特性,有可能调节位于基质物表面像素矩阵内的油墨数量。当这个原理用于三原色印刷时,可以获得非常好的印刷效果,目前这种印刷机已用于纸张印刷,外观和照

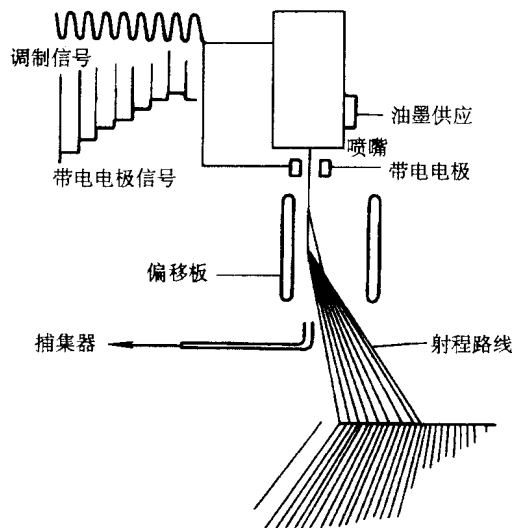


图 1-4 多位偏移连续喷墨印刷系统的原理图

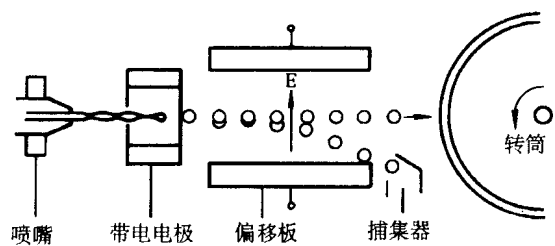


图 1-5 二位法连续喷墨印刷系统的原理图