

数字印刷技术

刘全香 编著

YINSHUAJISHU

印刷工业出版社

数字印刷技术

刘全香 编著

印刷工业出版社

内容提要

本书系统详细地阐述了数字印刷的基本理论与基本原理、数字印刷系统的工作原理及其特点,以及数字印刷的工艺流程与方法。内容包括数字印刷的基本概念与特点、各种数字印刷方式的成像原理与特点、数字印刷系统的工作原理及典型的数字印刷系统的特点、数字印刷的印前图文处理技术与方法、直接制版技术及版材、数字印刷的色彩管理原理与方法、数字印刷用纸与油墨、数字化印刷工作流程以及数字印刷质量控制方法与手段。

本书内容系统全面,图文并茂,包含了许多当前最先进的数字印刷技术与系统的相关知识。本书可作为印刷工程、包装工程等专业的教材,也可作为从事印刷技术的工程技术人员、管理人员,以及希望或准备涉足数字印刷技术的相关人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

数字印刷技术 / 刘全香编著. —北京:印刷工业出版社, 2006.3
ISBN 7-80000-511-9

I. 数... II. 刘... III. 数字技术—应用—印刷 IV. TS805.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第018652号

数字印刷技术

编 著: 刘全香

责任编辑: 范 敏

出版发行: 印刷工业出版社(北京市翠微路2号 邮编: 100036)

经 销: 各地新华书店

印 刷: 河北高碑店鑫宏源印刷厂

开 本: 880mm × 1230mm 1/32

字 数: 233千字

印 张: 8.375

印 次: 2006年3月第1版 第1次印刷

定 价: 25.00元

如发现印装质量问题请与我社发行部联系 发行部电话: 010 88275708

前 言

数字化正广泛而深入地影响着世界范围的各个行业，印刷业也随之掀起了数字化浪潮。可以说，目前印刷行业是应用计算机技术和数字技术最为广泛的行业之一。数字化技术不仅改变着印刷生产模式，也对产业的运作方式产生了很大影响。目前发展十分迅猛的是数字印刷技术。

数字印刷的发展不仅仅是设备的更换，其核心是先进设备、技术和市场的融合。数字印刷技术的发展将会给整个印刷工业带来永久性的变化。从技术上讲，数字印刷完全不同于传统模拟印刷，它不用胶片，不经过分色制版，省略了拼版、修版、装版、定位、调墨、润版等工艺过程，不存在水墨平衡问题，从而大大简化了印刷工艺，实现短版、快速、实用、精美而经济的印刷工艺。从行业发展来讲，数字印刷既是对传统印刷的一个补充，又是传统胶印有力的竞争对手。一方面，信息的按需化服务是当今信息产业发展的一种趋势，作为提供图文信息产品服务的行业，印刷业也是当今信息产业非常重要的一个组成部分，当然也在向按需化和个性化服务方向发展。不断变化的客户需求导致按需印刷的增长，印品的印数越来越少，人们不仅希望能随时随地按需要的数量来印刷，而且希望交货期越短越好，价格更便宜。传统印刷很难满足这种短版、快速的印刷要求，而数字印刷正好是对传统印刷的补充。另一方面，数字印刷有竞争力的印量范围在不断扩大，印刷质量也不断逼近传统胶印，所以数字印刷在按需印刷方面快速发展的同时，也必将抢占部分传统印刷的市场。

在本书编写过程中，注重处理全面、系统、重点与先进性之间的关系，既详细介绍了数字印刷的基本理论与原理，以及当前各种先进的数字印刷系统的工作原理与特点，同时又力求从技术上全面阐述数字印刷的工艺流程与方法。全书共分十章，第一章简要介绍

了数字印刷的基本概念与特点，第二章详细介绍了各种数字印刷方式的成像原理与特点，第三章详细介绍了直接数字印刷系统的工作原理及各种典型的数字印刷系统的特点，第四章简要介绍了数字印刷用纸与油墨，第五章简要介绍了直接制版技术及版材，第六章简要介绍了数字打样技术，第七章详细介绍了数字印刷的印前图文处理技术与方法，第八章介绍了印刷的色彩管理原理与方法，第九章介绍了数字化印刷工作流程的原理及典型流程，第十章介绍了数字印刷质量控制方法和手段。

全书尽可能反映当前数字印刷的最新技术与成果，但由于现代印刷技术发展非常迅速，新技术、新工艺不断涌现，又由于时间仓促，搜集资料十分有限，再加上编者水平有限，书中不足与错误在所难免，恳请专家读者批评指正。

书中引用了许多专家作者的资料和著述，未能一一列出，在此谨向他们致以真诚的谢意。

编 者
2006年2月

目 录

第一章 数字印刷概述

- 1.1 数字印刷的产生 1
- 1.2 数字印刷的定义及特点 2
 - 1.2.1 数字印刷的定义及分类 2
 - 1.2.2 数字印刷的特点 5
- 1.3 数字印刷技术的应用 7

第二章 数字印刷原理

- 2.1 概 述 9
- 2.2 在机直接成像数字印刷原理 11
 - 2.2.1 一次性印版直接成像技术 11
 - 2.2.2 可重复印版成像技术 13
- 2.3 喷墨成像式数字印刷原理 14
 - 2.3.1 连续喷墨印刷原理 16
 - 2.3.2 按需喷墨印刷原理 18
 - 2.3.3 喷墨印刷的特点及应用 19
- 2.4 静电成像式数字印刷原理 21
 - 2.4.1 静电成像基本原理 21
 - 2.4.2 静电印刷过程 22
 - 2.4.3 激光打印机工作原理 25
 - 2.4.4 静电印刷的特点及应用 27
- 2.5 其他成像方式的数字印刷 27
 - 2.5.1 电凝聚成像数字印刷 28
 - 2.5.2 磁记录成像数字印刷 31
 - 2.5.3 热成像数字印刷 33
 - 2.5.4 电子束成像数字印刷 37

第三章 数字直接印刷

3.1 概 述	39
3.2 数字直接印刷系统的基本构成与工作原理	42
3.2.1 数字直接印刷系统的基本构成	42
3.2.2 数字直接印刷的图文转移系统	44
3.2.3 数字直接印刷机的系统类型	45
3.3 各类数字印刷机的工作原理	48
3.3.1 喷墨数字印刷机的工作原理	49
3.3.2 静电数字印刷机的工作原理	51
3.3.3 磁成像数字印刷机	52
3.4 典型数字印刷机的特点	55
3.4.1 HP Indigo 系列数字印刷机	55
3.4.2 富士施乐数字印刷机	62
3.4.3 赛康 (Xeikon) 数字印刷机	71
3.4.4 柯达 NexPress2100 数字印刷机	73
3.4.5 曼罗兰 DICOweb 数字印刷机	74

第四章 数字印刷材料

4.1 数字印刷用纸	79
4.1.1 数字印刷涂布纸的要求	79
4.1.2 喷墨打印专用纸	81
4.2 数字印刷油墨	82
4.2.1 数字印刷对油墨的要求	83
4.2.2 数字印刷油墨的种类及组成	84
4.2.3 喷墨印刷油墨	88
4.2.4 HP Indigo 电子油墨	91

第五章 直接制版技术

5.1 直接制版工艺流程	93
5.2 直接制版系统	94

5.2.1	直接制版系统的类型	95
5.2.2	直接制版机	95
5.3	直接制版的版材	97
5.3.1	光敏型 CTP 版	98
5.3.2	热敏型 CTP 版	100
5.3.3	紫激光 CTP 技术	102
5.3.4	CTeP 技术	103
5.3.5	CTP 印版的显影	105
5.3.6	典型 CTP 版材的主要性能参数	106

第六章 数字打样技术

6.1	打样原理及类型	110
6.1.1	机械打样原理与流程	111
6.1.2	数字打样原理与流程	112
6.1.3	机械打样与数字打样的比较	113
6.2	数字打样方法	113
6.2.1	RIP 前打样	114
6.2.2	RIP 后打样	114
6.2.3	RIP 前打样与 RIP 后打样的比较	114
6.3	数字打样系统	115
6.3.1	数字打样系统的输出模式	115
6.3.2	数字打样系统的构成	116
6.4	远程打样	116
6.4.1	远程打样的数据传输途径	117
6.4.2	远程打样的文件传输方式	118
6.5	数字打样的质量控制	119
6.5.1	数字打样系统及材料的性能对 打样质量的影响	119
6.5.2	数字打样对图像再现性的控制	120

第七章 数字印刷的图文信息处理

7.1 模拟原稿的数字化及数字图像	122
7.1.1 模拟图像的数字化过程	122
7.1.2 图像扫描	124
7.1.3 数字图像表示	132
7.2 数字印刷的文件格式	133
7.2.1 TIFF 格式	134
7.2.2 JPEG 格式	136
7.2.3 EPS 格式	137
7.2.4 PDF 格式	140
7.3 彩色图像的分色技术	141
7.3.1 基于照相分色的分色机制	142
7.3.2 基于构造模型的分色机制	143
7.4 图像加网技术	144
7.4.1 调幅加网与调频加网技术	145
7.4.2 数字加网基本原理	148
7.4.3 RIP 与加网	154
7.5 图像处理技术	157
7.5.1 图像阶调层次调整	157
7.5.2 颜色校正	164
7.5.3 细微层次强调	166
7.5.4 页面排版	171
7.5.5 数字分色	175

第八章 数字印刷中的色彩管理

8.1 色彩管理基础	181
8.1.1 色彩空间	182
8.1.2 色彩转换	185
8.2 色彩管理的过程与方法	190
8.2.1 色彩管理过程	191

8.2.2	色彩管理方法	192
8.3	色彩管理系统	196
8.3.1	设备特征文件	197
8.3.2	色彩管理模块 CMM (Color Management Module)	201
8.4	色彩管理系统实例	201
8.4.1	高术数字化色彩管理体系	201
8.4.2	BESTCOLOR 色彩管理系统	205
8.4.3	Photoshop 的色彩管理	207
第九章 数字印刷工作流程		
9.1	数字化工作流程基础	211
9.1.1	数字化工作流程的概念	211
9.1.2	PDF 工作流程	215
9.1.3	CIP4 与 JDF 工作流程	217
9.2	典型的数字化工作流程	220
9.2.1	Agfa Apogee PDF 工作流程	220
9.2.2	印能捷 (Prinergy) 工作流程	223
9.2.3	方正畅流 (ElecRoc) 工作流程管理系统	229
9.2.4	网屏的 Trueflow 工作流程	231
9.2.5	海德堡满天星工作流程	233
第十章 数字印刷质量检测与控制		
10.1	印刷品质量控制指标	235
10.1.1	印刷品图像质量特征参数	235
10.1.2	印刷图像阶调再现的控制	237
10.1.3	印刷图像颜色再现控制	238
10.1.4	印刷过程的质量控制	240
10.2	数字印刷品的质量要求	242
10.3	数字印刷控制条	245

10.3.1 传统印刷控制条·····	246
10.3.2 数字印刷控制条·····	251
参考文献 ·····	256

第一章 数字印刷概述

现代印刷业的生产和处理方式正从模拟流程转向数字流程，存储方式从仓储转向高密数字方式，传输方式从交通运输转向数字网络传输，生产方式从针对大众化的大量生产转向针对个性化的按需生产。数字化的结果使印刷复制的全过程融为一体，极大地减少了印刷的中间环节及原材料，实现了高速的印刷复制工艺。印刷工艺的数字化不仅表现在图像印前处理工艺中，在印刷输出过程中也越来越广泛地采用数字化工艺，即直接输出印版或印刷品的数字印刷工艺。

1.1 数字印刷的产生

计算机技术和数字技术给世界科学技术的发展与应用带来了翻天覆地的变化，印刷行业可说是应用计算机技术和数字技术最为广泛的行业之一。数字技术在印刷行业的应用首先是在印前领域得到广泛的应用，然后再逐步渗透到印刷的后续工艺过程及管理、质量控制等方面，并导致了許多印刷新技术、新工艺的产生，数字印刷便是其中之一。

首先，数字印刷的产生与计算机的主要外围设备有密切的关系。打印机的打印原理主要有静电照相和喷墨打印两种，这两种成像原理正是数字印刷机的主要成像方式。此外打印机的页面描述技术的发展也推动了数字印刷的产生，特别是 RIP 的产生与发展，为数字印刷能输出期望的页面起到关键作用，用户在排版软件中生成的页面在 RIP 的控制下，就可由数字印刷机直接输出在特定的介质上。因此计算机的打印输出成像原理及控制技术是数字印刷技术产生的

关键技术基础。

数字图像处理技术在印刷领域的应用也为数字印刷的产生奠定了基础。在印刷复制的三种对象即文字、图形和图像中，图像处理是最重要和最复杂的。数字图像处理是将模拟的图像信号转换成数字图像信号，并按特定的要求进行处理的技术，它是印前图像处理工艺所必须的，同时对数字印刷也同样重要，实际上数字图像处理技术渗透到数字印刷的整个工艺流程中，从原稿的输入即数字化，到处理输出，都需要数字图像处理技术的支持。

数字印刷产生的直接推动力则是数字印前技术。数字印前技术将原稿的输入、图像处理、文字处理、图像设计与制作、排版、分色、加网、打样、输出等一系列印前工艺过程全部结合在一起，采用全数字工作方式，不断提高工作效率，也提高了产品质量。数字印前技术进一步发展并向印刷后工序延伸，便产生了直接制版技术，直接制版技术不但进一步缩短了印刷工艺流程，还节省了原材料和设备。将在印版上输出页面信息发展为直接将页面信息输出在承印物纸张上，即产生了数字直接印刷。

1.2 数字印刷的定义及特点

数字印刷是与传统模拟印刷的概念迥然不同的现代印刷技术，它不用胶片，不经过分色制版，省略了拼版、修版、装版定位、调墨、润版等工艺过程，不存在水墨平衡问题，从而大大简化了印刷工艺，实现短版、快速、实用、精美而经济的印刷工艺。

1.2.1 数字印刷的定义及分类

所谓数字印刷，是指利用某种技术或工艺手段将数字化的图文信息直接记录在印版或承印介质（纸张、塑料等）上，即将由电脑制作好的数字页面信息经过 RIP 处理，激光成像，直接输出印版或印刷品，从而取消了分色、拼版、制版、试车等步骤，直接将数字页面转换成印版或印刷品，而不需经过包括印版在内的任何中介媒

介的信息传递。数字印刷从输入到输出，整个过程可以由一个人控制。

数字印刷是全数字化的印刷技术，其技术核心是全数字化工作流程，其过程是从计算机直接到印版或纸张，即 CTP 技术，如图 1-1 所示，所以 CTP 有以下四种含义：

- ① Computer to Plate: 脱机的直接制版
- ② Computer to Press: 在机的直接制版
- ③ Computer to Proof: 直接打样或数字打样
- ④ Computer to Paper: 直接印刷或数字印刷

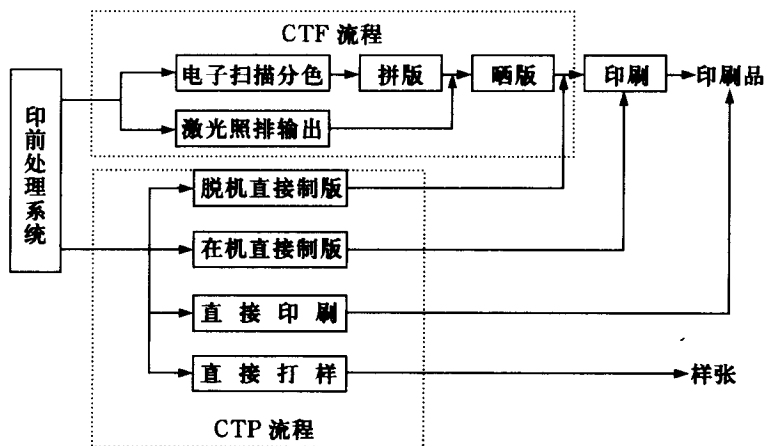


图 1-1 数字印刷流程

1. 直接制版技术

直接制版技术是指由计算机到直接完成印版制作的工艺技术。直接制版是通过数字式版面信息转换成点阵 (RIP) 后，利用印版照排机将数字式的页面信息直接扫描输出在印版版材上，然后经显影，即制成印版。其工艺流程如图 1-2 所示。根据所制作的印版是通用印版还是在某一印刷机上专用的印版，可将直接制版分为在机直接制版和脱机直接制版两种工艺。在机直接制版技术是所制作的印版

仅供某一台印刷机使用，其制版系统的直接制版机与印刷机联为一体，也就是说此类制版系统既是一台印版制版机又是一台印刷机。脱机直接制版技术是为多台印刷机制作印版，即其制版系统的直接制版机与印刷机是分离的，也就是说制版机和印刷机相互独立工作。

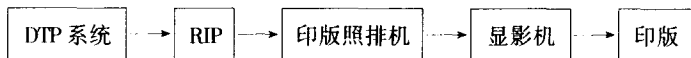


图 1-2 直接制版工艺

2. 直接印刷技术

数字直接印刷是直接把数字文件/页面 (Digital File/Page) 转换成印刷品的过程，即不需要任何中介的模拟过程或载体的介入，直接印刷最终影像，也称为数字印刷。数字直接印刷是一种无版或无固定版式的印刷方式，因而可实现可变信息的复制，也就是说在传统印刷的五大要素（原稿、印版、印刷机械、油墨、承印物）中，印版并不是数字印刷所必须的，但是数字直接印刷仍属于印刷的范畴，这是因为无论从输出速度来看，还是从印刷质量来看，数字印刷品与传统的印刷品可以没有任何差异。所以直接印刷的印刷信息是 100% 的可变信息，即相邻输出的两张印刷品可以完全不一样，可以有不同的版式、不同的内容、不同的尺寸，甚至可以选择不同材质的承印物，如果是出版物的话，装订方式也可以不一样。

虽然数字直接印刷系统的基本构成与传统印刷是基本一样的，如图 1-3 所示。但是数字印刷是建立在全数字化生产流程基础上的一种全新的印刷方式，它与传统印刷存在较大差异。

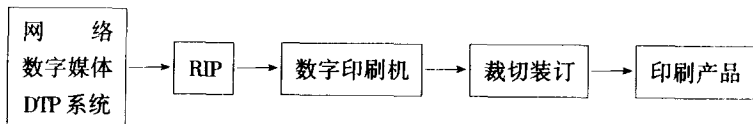


图 1-3 直接印刷系统的基本构成

3. 直接打样技术

直接打样是将数字式页面直接转换成彩色样张的工艺过程，即

由计算机直接获得样张的数字式过程，也称为直接数字式彩色打样（DDCP: Direct Digital Color Proofing）。直接打样又分为屏幕软打样和直接输出样张的硬打样。

与机械打样相比，直接打样系统灵活，省时、省料、省工，可随时监测制版过程，及时发现印前处理过程中的问题并采取补救措施，还可供客户修改校样、签样，为制版提供依据，利用数字直接打样还可以进行异地打样。但直接打样还不能完全代替印刷打样。

数字印刷是一项综合性很强的技术，涵盖了印刷、电子、计算机、网络、通讯等多个技术领域，实现了“先分发、后印刷的”概念。通讯技术的发展，使电子文件的传送易如反掌，各种印刷品的电子稿件可以传向世界各地的服务站，并在当地制版或印刷，解决了传统的“先印刷，后分发”带来的各种问题。

1.2.2 数字印刷的特点

数字印刷是一个全数字生产流程，它将印前、印刷和印后完全整合成为一个整体，由计算机集中操作、控制和管理。因此数字印刷具有如下特点：

1. 全数字化

数字印刷是一个完全数字化的生产流程，数字流程贯穿了整个生产过程，从信息的输入一直到印刷，甚至装订输出，都是数字流的信息处理、传递、控制的过程。

2. 印前、印刷和印后一体化

数字印刷把印前、印刷和印后融为一个整体。从系统控制的角度来看，它是一个无缝的全数字系统，系统的入口（即信息的输入）是数字信息，系统的出口（即信息的输出）就已经成为如书、杂志、卡片、商标、宣传品、包装物等所需要形态的产品。数字信息的来源渠道很多，可以是网络传输的数字文件或图像，也可以是印前系统传输的信息，还可以是其他数字媒体，如光盘、磁盘、硬盘等携带的数字信息，并通过网络和数字媒体传递信息，它是一个完整的印刷生产系统，由控制中心、数字印刷机、装订及裁切部分组成，

所有操作和功能都可根据需要进行预先设定，然后由系统自动完成。数字印刷的产品种类也是多样化的，既可以是商业印刷品，也可以是出版物、商标、卡片，甚至包装印刷品（个性化包装印刷），覆盖的专业领域相当广泛。

3. 灵活性高

由于数字印刷机中的印版或感光鼓可以实时生成影像，档案即使在印刷前修改，也不会造成损失。在数据库技术的支持下，电子印版或感光鼓可以在每次印刷之前，生成不同的影像，即改变每一页的图像或文字，使每一页的印刷内容都不同，从而实现了用户自定义图文数据的复制，即可变数据印刷（Variable Data Printing）。因为数字印刷实际是一种无固定印版的印刷方式，这种信息变化的灵活性解决了现代个性化印刷的需要。

4. 印刷周期短

数字印刷将印前图文处理的页面信息直接记录在承印介质上，而且只要事先设定好各种参数，系统可自动完成生产过程，中间省去了制版等许多复杂的环节，其生产周期比传统印刷大大缩短。

5. 可实现短版印刷

数字印刷免除了传统印刷中工作量非常大的并需较高费用的印刷前准备工作，如上版、水墨平衡等等，使印数较少的短版印刷的价格趋于合理，甚至可以只印刷一份，包括黑白和彩色印刷品。虽然就印刷单张的费用而言，数字印刷较传统印刷要高，但是由于传统印刷前的制版费用是一样的，所以同样的短版业务如用传统印刷方式来做的的话，费用将会更高。

6. 可实现按需生产

现代社会的特点是新技术不断出现，人们对信息的时效性要求越来越高，这导致了信息更新速度快，使相应印刷品的生命周期缩短。印刷服务商可根据最终用户对实际产品的数量和生产周期的要求，进行的出版物和商业印刷产品的生产及分发过程，称为按需印刷（Print On - Demand，简称 POD）。数字印刷可以实现 100% 可变数据印刷，且不需制版，生产周期短，因此具备按需生产的能力，可