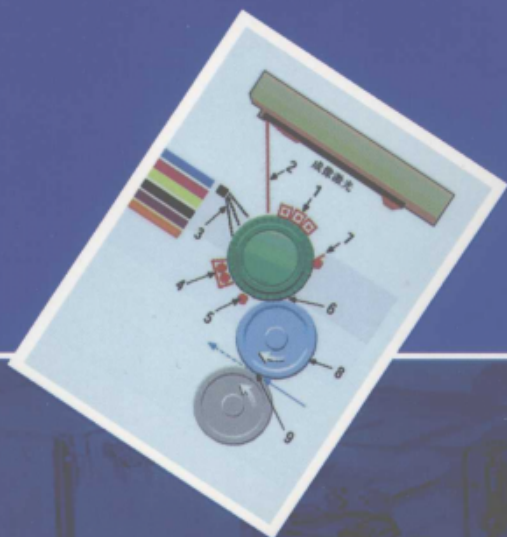


教育部印刷工程专业教学指导委员会“十五”规划教材

Digital Printing

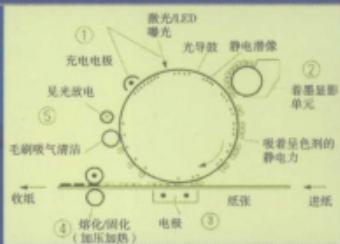
数字印刷

■ 周奕华 编著



RGB

CMYK



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社



■ 责任编辑：王金龙

■ 责任校对：王 建

■ 版式设计：支 笛

■ 封面设计：涂 驰

ISBN 978-7-307-05545-2



9 787307 055452 >

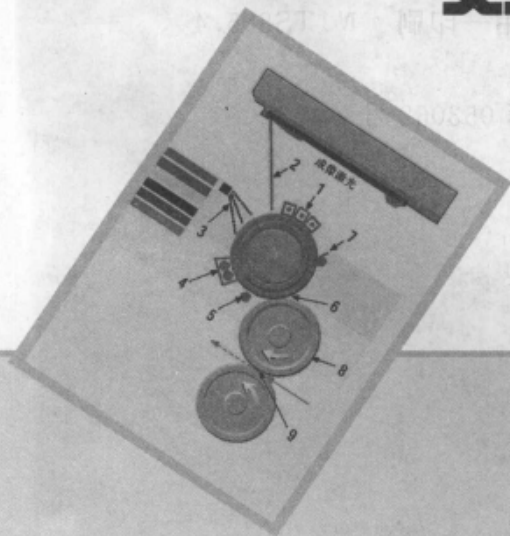
定价：22.00元

教育部印刷工程专业教学指导委员会“十五”规划教材

Digital Printing

数字印刷

■ 周奕华 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

数字印刷/周奕华编著. —武汉: 武汉大学出版社, 2007. 5

教育部印刷工程专业教学指导委员会“十五”规划教材

ISBN 978-7-307-05545-2

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 053062 号

责任编辑: 王金龙 责任校对: 王 建 版式设计: 支 笛

出版发行: 武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件: wdp4@whu.edu.cn 网址: www.wdp.com.cn)

印刷: 湖北省京山德新印务有限公司

开本: 720×1000 1/16 印张: 15.125 字数: 274 千字

版次: 2007 年 5 月第 1 版 2007 年 5 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-05545-2/TS·15 定价: 22.00 元

版权所有, 不得翻印; 凡购我社的图书, 如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请与当地图书销售部门联系调换。



前 言

本书是教育部印刷工程专业教学指导委员会“十五”规划教材，作为印刷工程专业“数字印刷”课程的教材使用，同时也可以供印刷行业从业人员和其他有关专业的技术人员参考。

20世纪90年代，由于计算机、自动控制、激光、新材料等高新技术应用于印刷业，数字印刷诞生了，数字印刷的出现满足了日益增长的按需印刷市场需求。数字印刷是以其本身所具有的特点和优势，为客户提供了一种崭新的全方位服务方式。数字印刷在按需印刷市场上，将会具有更广阔的发展前景，并将成为印刷的一个重要发展方向。

“数字印刷”的内容包括数字印刷的基本概念、数字印刷的原理、技术方法、工作流程、设备和材料等内容。为了能够较全面系统地介绍数字印刷，同时着重讲解数字印刷与传统印刷方式的区别和具备的优势，本书在编写过程中，参考了大量的国内外论文、专著和资料，以求内容尽量完整，反映先进的印刷技术，并力求图文并茂。

本书在编写过程中得到了吴敦政教授、刘武辉副教授以及印刷工程教学指导委员会各位委员的大力支持与指导，在此表示衷心的感谢。

由于“数字印刷”是印刷工程专业新开的一门课程，在讲授内容的选择、重点难点的把握、章节的安排上都需要不断研究和改进。由于编者水平有限，教材中谬误之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2006年4月

02	.....	数字印刷	4.5
22	.....	数字印刷	2.5
22	.....	数字印刷	1.2.5
22	.....	数字印刷	2.2.5
23	.....	数字印刷	0.5
28	.....	数字印刷	7.5
28	.....	数字印刷	1.7.5
目 录			
1	第一章 数字印刷概述		1
1	1.1 数字印刷概述		1
1	1.1.1 数字印刷的定义		1
2	1.1.2 数字印刷的分类		2
2	1.1.3 数字印刷的历史		2
5	1.1.4 数字印刷的特点		5
6	1.1.5 数字印刷的应用情况		6
9	1.1.6 数字印刷的发展趋势		9
10	1.2 数字印刷系统简介		10
10	1.2.1 数字印刷系统组成		10
11	1.2.2 数字印刷与传统印刷的比较		11
13	1.2.3 数字印刷与打印		13
15	1.2.4 数字印刷与在机直接成像印刷		15
18	第二章 数字印刷原理		18
18	2.1 数字印刷原理		18
18	2.1.1 概述		18
19	2.1.2 成像技术类型		19
20	2.2 喷墨成像		20
20	2.2.1 喷墨成像概述		20
21	2.2.2 连续喷墨成像技术		21
24	2.2.3 按需喷墨成像技术		24
31	2.3 静电照相		31
32	2.3.1 静电照相的基本原理		32
36	2.3.2 静电照相系统分类		36
37	2.3.3 干式色粉系统		37
38	2.3.4 液体呈色剂系统		38
43	2.3.5 静电照相系统构成		43

2.4	离子成像	50
2.5	电子成像	52
2.5.1	电子成像的定义	52
2.5.2	电子成像原理	53
2.6	磁成像	53
2.7	热成像	58
2.7.1	热成像概述	58
2.7.2	直接热成像	60
2.7.3	热转移成像	61
2.7.4	热升华成像	62
2.7.5	热成像的成像头	64
2.8	感光照相成像	65
2.9	其他成像技术原理	66
2.9.1	电凝聚成像	67
2.9.2	色粉喷射印刷技术	68
2.9.3	直接成像印刷技术	69
	第三章 数字印刷机	72
3.1	数字印刷系统的基本构成与分类	72
3.1.1	数字印刷机基本构成	72
3.1.2	图文转移方法	73
3.1.3	印刷单元	75
3.1.4	输墨单元	77
3.1.5	双面印刷	78
3.1.6	数字印刷机的分类	80
3.2	喷墨印刷机	80
3.2.1	概述	80
3.2.2	喷墨印刷系统	81
3.2.3	喷墨印刷机的特点	87
3.3	静电照相印刷机	87
3.3.1	HP Indigo 数字印刷系统	88
3.3.2	Xeikon 数字印刷系统	90
3.3.3	Xerox 静电印刷系统	93
3.3.4	NexPress 静电印刷系统	98
3.3.5	静电照相数字印刷的特点	100

3.4	磁成像印刷机	101
3.4.1	概述	101
3.4.2	Nipson 数字印刷机	101
3.5	热成像印刷机	105
3.5.1	热转印系统	105
3.5.2	热升华印刷系统	108
3.6	其他类型的印刷机	110
3.6.1	离子成像印刷机	110
3.6.2	电子成像印刷机	111
3.7	数字印刷机的速度与灵活性	113
3.7.1	数字印刷的速度	113
3.7.2	数字印刷的灵活性	114
第四章 数字印刷材料 116		
4.1	概述	116
4.2	数字印刷呈色剂	117
4.2.1	数字印刷呈色剂的种类	117
4.2.2	静电照相呈色剂	121
4.2.3	喷墨油墨	125
4.2.4	热成像色带	134
4.3	数字印刷承印物	139
4.3.1	承印物种类	140
4.3.2	承印物的印刷适性	141
4.3.3	数字印刷纸的选择	146
第五章 数字印刷工艺 148		
5.1	数字印刷的工艺流程	148
5.1.1	文字要素准备	149
5.1.2	图形准备	150
5.1.3	图像准备	151
5.1.4	排版与拼版	152
5.1.5	页面解释与数字加网	154
5.1.6	印后加工	158
5.2	数字化工作流程	160
5.2.1	基本概念	160

101	5.2.2	数字化工作流程	161
105	3	数字印刷的工作流程	162
101	5.3.1	施乐数字印刷工作流程	162
201	5.3.2	北大方正数字印刷工作流程	168
205	4	可变数据印刷	169
801	5.4.1	可变数据印刷的概念	170
011	5.4.2	可变数据印刷的种类	171
011	5.4.3	可变数据印刷格式	172
111	5.4.4	数据库技术	175
811	5.4.5	可变数据印刷的优势	177
615	5	可变数据印刷的实现	179
411	5.5.1	常见的解决方案	180
	5.5.2	可变数据印刷的解决方案	181
011	5.5.3	可变数据印刷的实现	181
015	6	数字印刷的印后加工	184
711	5.6.1	印后加工解决方案	184
711	5.6.2	印后加工存在的问题	185
151	5.6.3	数字印刷的印后加工设备	187
251	5.6.4	其他印后加工方法	190
451			
		第六章 数字印刷质量控制方法	191
10	6.1	数字印刷的色彩管理	191
141	6.1.1	色彩管理的基本原理	192
041	6.1.2	色彩管理的步骤	193
	6.1.3	数字印刷机色彩管理的实现	194
84	6.2	工作流程中的质量控制	195
841	6.2.1	数字化工作流程中的问题	195
041	6.2.2	数据接受	196
021	6.2.3	数据交换	197
121	6.2.4	输出设备的质量	198
02	6.3	数字印刷品的质量控制	200
421	6.3.1	质量控制因素	200
128	6.3.2	质量测试工具	204
001			
101			

第七章 数字印刷企业管理	207
7.1 数字印刷的市场	207
7.1.1 数字印刷市场	207
7.1.2 可变数据印刷应用	208
7.1.3 网络印刷应用	208
7.1.4 包装印刷应用	210
7.2 数字印刷企业营销准备	211
7.2.1 数字化思想	211
7.2.2 数字印刷应用技术准备	212
7.2.3 数字印刷商业计划	214
7.2.4 数字印刷目标客户	215
7.3 数字印刷企业管理	217
7.3.1 数字印刷营销策略	217
7.3.2 数字印刷的人员需求	217
7.3.3 数字印刷系统的设备成本	218
7.3.4 数字印刷的运营成本	220
7.3.5 数字印刷的利润	221
附表一 主要数字印刷机列表	222
附表二 2002~2004年中国数字印刷机装机量统计	224
附表三 2005年中国数字印刷机装机量统计	226
常用专业名词解释	228
参考文献	232

第一章 数字印刷概述

随着印刷技术的发展、各种新技术、新工艺和新材料的不断涌现以及计算机技术被广泛地应用于印刷领域，再加之消费者对印刷品的需求趋向个性化、及时化、小批量、快速等新的要求，使印刷业发生了革命性的变化，印刷工艺从模拟化向全数字化方向发展。20世纪90年代，由于计算机、自动控制、激光等高新技术应用于印刷业，数字印刷技术诞生了，它的出现使短版印刷、按需印刷和可变数据印刷成为可能。

1.1 数字印刷概述

1.1.1 数字印刷的定义

印刷的传统定义是：以文字原稿或图像原稿为依据，利用直接或间接的方法制成印版，再在印版上敷上黏附性色料，在机械压力的作用下，使印版上一定量的黏附性色料转移到承印物表面上，从而得到复制成的批量印刷品的技术。

由于图文复制技术的不断发展，出现了静电印刷、喷墨印刷等新的印刷方法，这些印刷方法与传统印刷有很大的区别，可以直接从数字文件输出到承印物上，因此被人们称为数字印刷(Computer to Paper或Computer to Print)。广义的数字印刷定义是指印刷的输出数字文件直接在橡皮布、印版或承印物上成像，取消了胶片输出等中间过程。符合这个定义的第一台黑白印刷机出现在20世纪70年代，而第一台彩色数字印刷机是Indigo在IPEX 1993国际印刷展上首次推出的。

狭义的数字印刷定义是指将各种原稿(文字、图像、数字文件、网络文件)输入到计算机中进行处理后，无需经过电分胶片输出、显影、打样、晒版等工序，而直接或通过网络传输到数字印刷机上印刷的一种新型印刷方法。

目前学术界更加认可数字印刷的狭义定义，即数字印刷是能在相邻输出的两张印刷品上印刷不同的文字和图像内容的印刷技术，本书中的内容也是在这

个定义的基础上展开的。

根据定义可以归纳出判断数字印刷的三个标准：

(1) 数字印刷过程是从计算机到纸张或印刷品的过程，即直接把数字文件/页面转换成印刷品的过程；

(2) 最终图文复制过程一定是数字式的，不需要任何中间的模拟过程或载体的介入；

(3) 印刷品上的信息 100% 可变，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。

1.1.2 数字印刷的分类

数字印刷的种类很多，有各种分类方法，但主要从以下几个方面进行分类：

(1) 按成像原理分为静电照相、喷墨成像、离子成像、热成像、磁成像、电子成像和感光成像数字印刷等。其中又以静电照相和喷墨成像数字印刷应用最为广泛。

(2) 按印刷色数分为单色数字印刷、彩色数字印刷，多色数字印刷等。

(3) 按应用情况分按需印刷、个性化印刷和可变数据印刷等。

按需印刷 (Printing On Demand, POD) 可以定义为按照用户的时间要求、地点要求、数量要求、成本要求与某些特定要求等来向用户提供相关服务的一种印刷服务方式。

个性化印刷 (Personal Printing) 是指在每份印刷品上对一些基本信息，例如姓名、地址等进行修改，其他内容保持不变的印刷方法。

可变数据印刷 (Variable Data Printing, VDP) 属于按需印刷的一种。VDP 是指在一个印刷过程中只设计了一种版面，但多份印刷复制品具有自己的独特个性，通过将从数据库中获得的信息与设计好的固定版面合并完成的，每张印刷复制品版面上的文字、图形、图像等各部分内容可以不同，可以任意改变，从而印刷出具有独特个性的产品。

1.1.3 数字印刷的历史

在近代印刷技术发展史上，德国人谷登堡 (J. Gutenberg) 做出了突出贡献。15 世纪中期，谷登堡开始使用压印机原理制成的木制印刷机械代替手工印刷，并使用活字字模浇铸铅合金活字，为现代印刷的机械化奠定了基础。随着印刷技术发展，尤其是计算机技术、激光技术、新材料和新工艺在传统印刷

中的应用不断普及，使传统印刷技术发生了革命性的变化。从 20 世纪 80 年代开始，印刷领域先后出现了一系列新技术，如 CTFilm（从计算机到胶片）、CTProof（从计算机到样张）、CTPlate（从计算机到印版）和 CTPress（从计算机到印刷机）。但与数字印刷联系最紧密的是在机直接制版技术，即 CTPress。最早的在机直接制版还需要使用传统的印版，需要首先将印版安装到印刷机的印版滚筒上，然后再在上面进行扫描成像，完成制版操作。现在最新的在机直接制版印刷虽然在这些系统的使用上已经非常“接近”数字印刷，但它们依然是需要使用印版的传统印刷方式，不具备可变信息印刷功能，不满足前面所讲的数字印刷的条件，不是真正意义上的数字印刷机，而被称为“直接成像印刷机”（Direct Imaging Press），或者“在机直接成像”（On Press Imaging）。

一般地，人们认为狭义的数字印刷的产生最早是从点阵式打印机开始的。在 20 世纪 70 年代，Centronics 和 Epson 公司首先把点阵式打印机用于商业化输出。随着计算机技术的飞速发展，打印机制造商必须不断地提高输出速度，以跟上计算机计算处理速度的提高。Xerox 9790 是第一台输出速度达到每分钟 120 页单张纸，输出精度达到 300dpi 的激光打印机。而 IBM 公司推出了 IBM3800 卷筒纸打印机，它的输出分辨率为 240dpi，输出速度同样是每分钟 120 页。

1990 年，施乐推出划时代的 DocuTech135，如图 1-1 所示，每分钟印刷 135 页的黑白生产型数字印刷机，而这种数字印刷机成为了黑白数字印刷的典型机型之一。

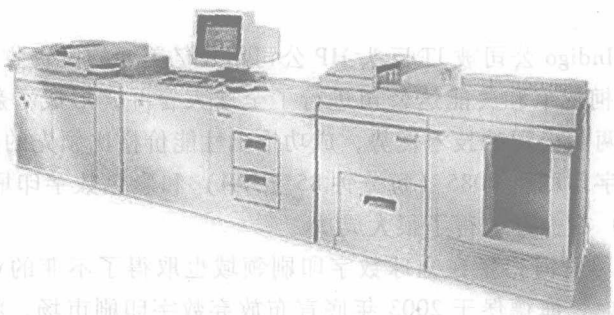


图 1-1 Xerox DocuTech135

1993 年，在 IPEX 1993 展会上，Indigo 公司推出了世界第一台彩色数字印刷机，1994 年，比利时 Xeikon 公司也生产出了彩色数字印刷机，而在 1995 年的 Drupa1995 展会上，Indigo 与 Xeikon 公司共同发起了数字印刷技术革命，开

始把彩色数字印刷从一种概念变成商业化的实践。

2000年，在 Drupa 2000 展会之前，施乐发布了其著名的第二代彩色生产型数字印刷机 Docucolor 2000 系列。截至 2004 年，Docucolor 2000 系列在全球装机量超过 12000 台，在北美、欧洲和亚太地区分别占有 51%、61% 和 71% 的市场份额，使得施乐成为全球生产型数字印刷机厂商的领导者。在 Drupa 2000 上，柯达与海德堡合资的 NexPress 公司推出了彩色数字印刷机 Nexpress 2100，由于两家公司在印刷成像领域具有深厚的背景，Nexpress 2100 引起了印刷界的关注。

2002 年，施乐宣布第三代数字印刷机产品 DocuColor iGen3（图 1-2）在北美地区率先上市，截至 2004 年 12 月份，iGen3 在全球已卖了超过 400 台。

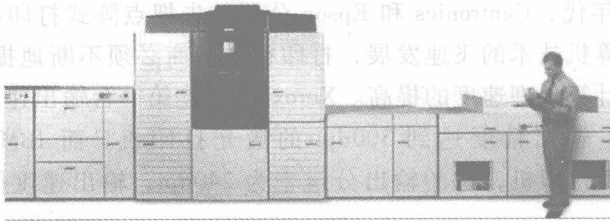


图 1-2 DocuColor iGen3

2002 年，在全球数字印刷领域以技术为领先优势的 Xeikon 因财务危机被 Punch 集团收购，其与 Nipson 公司合作生产的黑白数字印刷机，则开始由 Nipson 独立生产。

2002 年，Indigo 公司被 IT 巨头 HP 公司用 8 亿美元的巨资收入旗下。

2003 年，柯尼卡和美能达公司进行了全球大合并，形成了新的数字巨无霸公司，整合两家公司的技术优势，成功推出性能价格比领先的黑白数字印刷系统，黑白数字印刷机 7085（每分钟 85 页 A4）和彩色数字印刷机 8050（每分钟 50 页 A4）在全球取得了很大成功。

2003 年，尽管海德堡在全球数字印刷领域也取得了不菲的业绩，但处于市场战略的考虑，海德堡于 2003 年底宣布放弃数字印刷市场，将其数字印刷业务转移给全面致力于数字领域的柯达公司。

2003 年，北大方正成功将自有数字化流程技术、色彩控制技术、可变数据印刷技术、网络印刷平台技术与柯尼卡美能达的数字印刷设备有机结合，并 OEM 相关设备，推出了方正自主的印捷数字印刷系统，在印刷界引起巨大反响。

2004年5月,在Drupa2004展会上,Xeikon5000登台亮相。
2005年2月,北人集团与赛天使达成一项重要的合作协议,在北人集团制造、组装赛天使超宽幅面数字印刷设备GrandJet Classic(图1-3)。

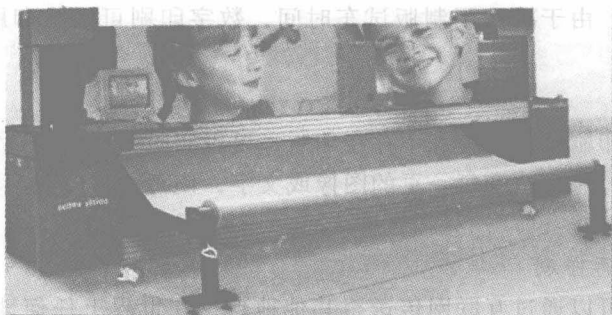


图1-3 赛天使的GrandJet Classic

在过去的几年中,数字印刷机以让人难以置信的速度出现在市场上。这些印刷机提供了许多使用胶印无法完成的印刷市场机会。从提出数字印刷这个概念以来已有10多年,推出了无数新型数字印刷机。设备供应商希望用新技术来影响印刷企业,同时印刷企业也试图向客户推广这种最新的服务。数字印刷技术的迅速发展以及一些商业改组都促使数字印刷向更有利和成熟的方向发展。业界更多的人开始意识到数字印刷不仅仅只是另一种印刷方法,它还蕴涵了新的商机。而另一方面,经过多年来诸多厂商的努力,数字印刷设备和服务逐步走向完善,设备价格和使用成本也大幅地下降,用户购买数字印刷系统更趋于理性,出版、印刷业的数字印刷用户已经开始收获数字印刷系统带来的便利和增值回报,这表明数字印刷已经开始步入良性增长的阶段。

1.1.4 数字印刷的特点

数字印刷的特点主要有:

1. 全数字化

数字印刷是一个完全数字化的生产系统,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。

2. 印前、印刷和印后成为整体

数字印刷把印前、印刷和印后融为一个整体,没有传统印刷中三个工艺间明显的界限。

3. 按需性

数字印刷具备按需生产能力,可以根据具体要求,生产制作顾客需要的信息产品。

4. 及时性

一般而言,由于减少了制版试车时间,数字印刷可以将印刷周期缩短至48小时以内。

5. 可变性

由于数字印刷技术的特点不存在印版,可以实时生成印刷图文内容,甚至可以一边印刷,一边改变每一页的图像或文字,使每一页的内容都不同,实现可变印刷。

6. 先分发再印刷

数字文件可以通过互联网传送至其他地点,在世界上任何地方进行印刷。如果有几千本50页的小册子需要在年终会议上分发,数字印刷能解决运输这些印刷品的问题。

7. 四色短版印刷

数字印刷在短版印刷方面可以降低成本,由于没有传统印刷中绝大多数的印前准备工作,使四色短版印刷(无论是5份还是5000份)都趋于合理的价格。目前虽然就印刷单张费用而言,数字印刷较长版的传统印刷要高,但是同样的短版业务如用传统印刷来做的话,费用将会更高。

1.1.5 数字印刷的应用情况

早期数字印刷的应用领域非常狭窄,主要局限在产品说明书、产品样本、内部刊物、法律文本以及直接邮寄信件等。但随着技术的发展,这种情况发生了变化。由于数字印刷系统一般都具有较大的纸张适应范围,纸张范围在 $60 \sim 300\text{g}/\text{m}^2$,即从很薄的纸张到卡纸都能印刷。因此数字印刷开始在所有的印刷业务领域得到应用,如图书、杂志、包装、商标及卡片等等,而且各个制造商还纷纷推出了针对不同应用领域的数字印刷系统,提供全方位的系统解决方案,使数字印刷系统在印刷上的应用不断扩大。

尽管目前胶印仍然是商业印刷的主流,但由于制版成本高,不适合于印刷印量在1000份以下的印品,而数字印刷机由于采用数字印刷技术印刷内容易于更改,很适合这种小批量印品的印刷,按需印刷市场因此而不断发展壮大,并为数字印刷设备提供了一个展现魅力的场所。据统计,全世界每年印数在1000份以下的印刷品产值约23亿美元,而且每年以10%以上的速度增加。如图1-4所示为短版印刷业务发展情况。

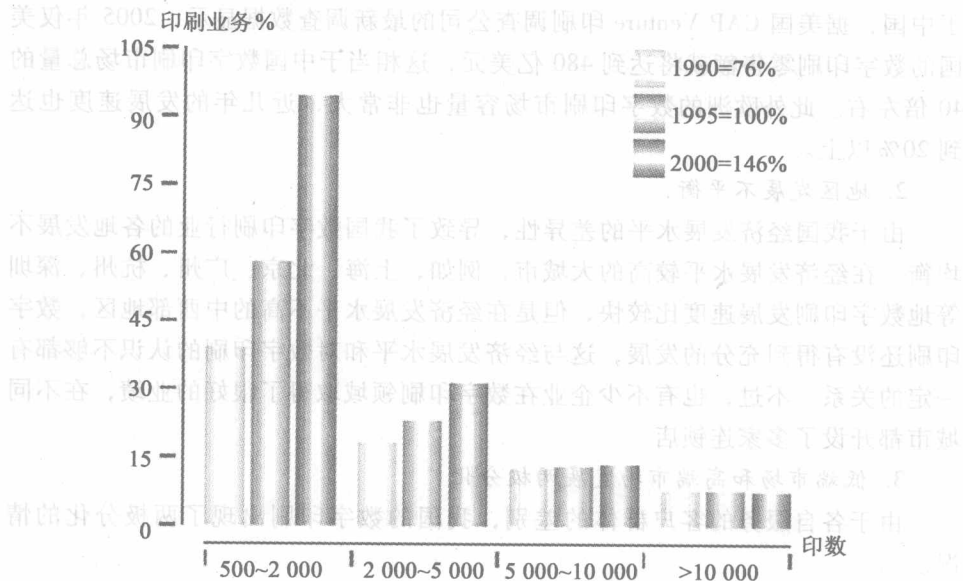


图 1-4 短版印刷业务发展情况

与传统印刷大批量复制生产相比,数字印刷的作用是可以实现以个性化印刷、可变数据印刷、即时印刷、按需印刷为特点的出版要求,能够按照顾客的时间要求、地点要求、数量要求、成本要求与某些特定要求等提供相关的服务。所以,数字印刷在按需印刷、可变数据印刷、发行等方面具有传统印刷方式不可比拟的优势,能够很好地满足了活件的周转时间快、印刷版本不同、内容的定制化和个性化等需求。

面对新的形势,印刷业也需要进行印刷新业务的开拓,采用数字印刷技术,弥补了传统胶印所无法满足的市场应用,为用户提供更全面的服务,为客户带来更多商业机会。

根据有关资料统计,在美国,数字印刷已占到整个印刷市场份额的8%,年销售额达到94亿美元。而到2010年可望达到11%,在未来的10年间,彩色数字印刷市场将获得年30%的增长,到2015年,数字印刷机所占的市场份额将有可能达到32%。

国内数字印刷从20世纪90年代初期出现,经过了10多年的发展,正在逐渐走向成熟,主要表现出以下几个特点:

1. 总体发展规模不大,与世界发展水平存在差距

据中国印刷技术协会的统计,目前我国数字印刷的市场总额约100亿元,