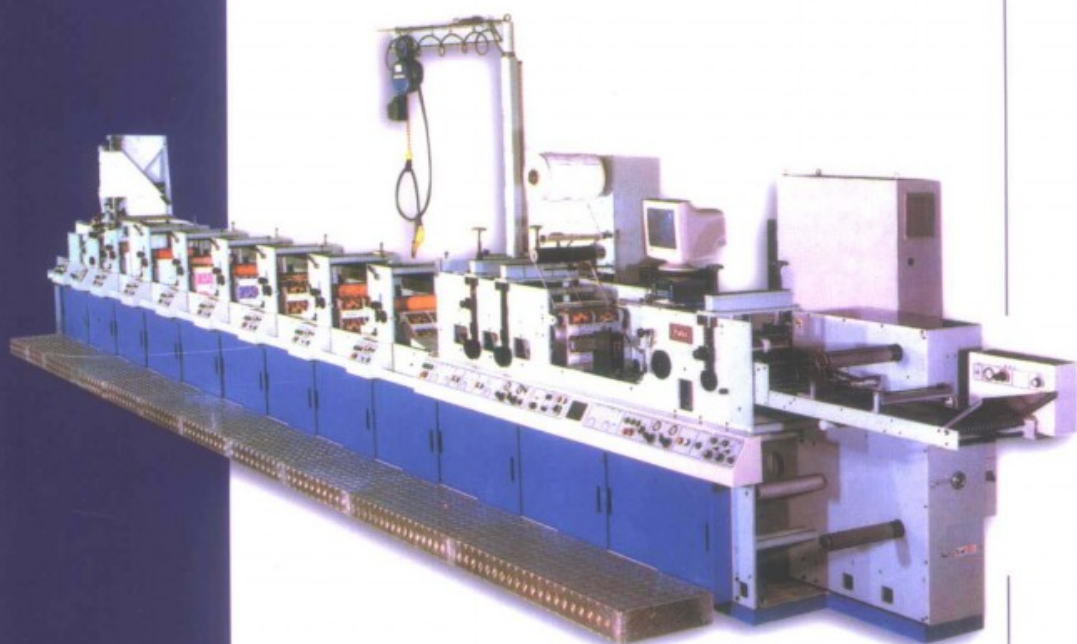


普通高等教育专业教材

柔性版

印刷技术

赵秀萍 高晓滨 编著
王建清 主审



 中国轻工业出版社



普通高等教育专业教材

ISBN 7-5019-3892-X



9 787501 938926 >

ISBN 7-5019-3892-X/TS·2319

定价：20.00 元

普通高等教育专业教材

柔性版印刷技术

赵秀萍 高晓滨 编著

王建清 主审

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

柔性版印刷技术/赵秀萍, 高晓滨编著. —北京: 中国轻工业出版社, 2003.4

普通高等教育专业教材

ISBN 7-5019-3892-X

I. 柔… II. ①赵…②高… III. 苯胺印刷, 柔性版-技术 IV. TS873

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 003671 号

责任编辑: 王 淳

策划编辑: 林 媛 王 淳 责任终审: 劳国强 封面设计: E 欣

版式设计: 丁 夕 责任校对: 燕 杰 责任监印: 吴京

*

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

发行电话: 010-65121390

印 刷: 三河市艺苑印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2003 年 4 月第 1 版 2003 年 4 月第 1 次印刷

开 本: 850×1168 1/32 印张: 9.375

字 数: 225 千字 印数: 1—3000

书 号: ISBN 7-5019-3892-X/TS·2319

定 价: 20.00 元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

中国轻工业出版社读者服务部电话: 010-65241695 传真: 010-85111730

目 录

第一章 概述	1
第一节 柔性版印刷的特点与应用	1
一、柔性版印刷的定义	1
二、柔性版印刷的特点	2
三、柔性版印刷的应用范围	4
第二节 柔性版印刷的历史与发展趋势	6
一、柔性版印刷的历史与现状	6
二、柔性版印刷的发展趋势	11
第三节 柔性版印刷的工艺流程与生产管理	12
一、柔性版印刷的工艺流程	12
二、柔性版印刷的生产工艺管理	12
复习思考题	16
第二章 柔性版印刷的印前处理技术	17
第一节 印前设计	17
一、柔印对印前设计的要求	17
二、数字原稿的印前设计	20
三、印刷品原稿的缺陷	22
第二节 柔版印前处理的独特性	22
一、网点扩大补偿	23
二、印版变形补偿	30
三、补漏白技术(陷印技术)	33
第三节 分色阴图底片制作的数据化操作	35
一、制版数据的获得	35
二、分色阴图底片制作的数据化操作	38

复习思考题	44
第三章 感光树脂柔性版的制作	45
第一节 版材	45
一、版材的特点	45
二、版材的结构	46
三、版材的组成	46
四、版材的种类	48
五、版材型号及厚度的选择	60
六、版材硬度的选择	61
第二节 感光树脂柔性版制版设备	62
一、美国杜邦公司的柔性版制版系统介绍	62
二、江苏泰兴仪器厂生产的柔性版制版机	65
第三节 感光树脂柔性版的制作工艺	67
一、固体感光树脂柔性版的制作工艺	67
二、液体感光树脂柔性版的制作工艺	73
三、版面最佳曝光量的确定	74
四、柔性版材的储存	78
五、制版常见故障及排除	80
复习思考题	84
第四章 计算机直接制柔版技术	85
第一节 数字化制版工艺与传统工艺的比较	85
一、传统柔印制版工艺的不足	85
二、计算机直接制柔性版的优势	86
第二节 计算机直接制版系统	87
一、CDI 计算机直接制版系统	87
二、海尔 Helio Flex F2000 激光柔版制版系统介绍	90
三、激光直接雕刻制版系统	92
第三节 计算机直接制套筒印版技术	94
一、平面感光树脂柔性版的缺陷	94

二、套筒印版制作技术的种类	95
复习思考题	96
第五章 柔性版印刷油墨	97
第一节 溶剂型油墨	97
一、溶剂型油墨的组成	97
二、溶剂型油墨的种类	98
三、溶剂型柔性版油墨的印刷适性	99
第二节 水性油墨	100
一、水性油墨的组成	100
二、水性油墨的印刷适性	103
三、水性油墨的使用要点	109
四、水墨的保存与利用	109
五、水性油墨的发展前景	110
第三节 紫外线固化干燥 (UV) 油墨	111
一、UV 油墨的定义及特点	111
二、UV 油墨的组成	112
三、UV 柔印油墨的干燥固化机理	116
四、UV 柔性版印刷油墨类型	116
五、UV 柔印油墨的性能	117
六、UV 光源与油墨的固化速度	119
第四节 柔印专色油墨的调配	120
一、油墨调配的基本原理	121
二、柔印专色墨的调配工艺	121
三、科学配墨的发展	124
复习思考题	125
第六章 网纹传墨辊	126
第一节 网纹辊的种类和性能	126
一、网纹辊的种类	126
二、网纹辊的性能比较	127

三、描述网纹辊特征的参数	128
第二节 网纹传墨辊的传墨性能	131
一、网穴结构对传墨性能的影响	131
二、网纹辊线数对传墨性能的影响	133
三、网穴排列角度对传墨性能的影响	134
四、网穴的开口度对传墨量的影响	134
五、网穴容积对传墨量的影响	135
六、印刷速度对传墨性能的影响	135
第三节 网纹传墨辊的选配	136
一、根据印品的精细程度选择网纹辊线数	137
二、根据承印材料及印刷要求选择网纹辊线数	137
三、选择合适的网线角度	138
四、网穴与油墨的配合	138
五、选择合适的传墨量	138
六、网穴结构与输墨系统形式的配合	139
七、根据不同的磨损程度选择网纹辊	139
第四节 网纹辊的维护与保养	141
一、网纹辊的保养	141
二、网纹辊的清洗	142
第五节 网纹传墨辊加工方法简介	144
一、网纹辊的结构设计特点	144
二、网纹辊的加工方法	147
三、网纹辊表面的涂覆方法	150
复习思考题	151
第七章 柔性版印刷机械	153
第一节 柔性版印刷机的分类	153
一、机组式柔性版印刷机	153
二、卫星式柔性版印刷机	154
三、层叠式柔性版印刷机	156

四、柔性版印刷加工生产线	157
第二节 柔性版印刷机的输墨系统	158
一、墨斗辊-网纹传墨辊输墨系统(双辊式)	159
二、网纹传墨辊-刮墨刀输墨系统(刮刀式)	160
三、墨斗辊-网纹传墨辊-刮墨刀系统(综合式)	161
四、墨槽-刮墨刀系统(全封闭式双刮刀装置)	162
第三节 窄幅机组式柔性版印刷机	163
一、基本构成	163
二、给料解卷部	164
三、横向正位装置	165
四、可变速进纸单元	166
五、印刷部	166
六、烘干系统	168
七、涂布机组	168
八、模切机组	169
九、层压覆膜装置	171
第四节 宽幅卫星式柔性版印刷机	172
一、卫星式柔印机总体性能指标	172
二、卫星式柔印机的主要组成	173
第五节 典型的柔性版印刷机性能分析	179
一、麦·安迪(Mark Andy)机组式柔性版印刷机	179
二、雅佳发(AQUAFLEX)机组式柔性版印刷机	184
三、德国W&H公司的八色卫星式柔印机	187
四、紫光YR420卷筒柔版印刷机	190
第六节 柔性版印刷机的最新发展	193
一、无齿轮卫星式柔性版印刷机	193
二、套筒技术	194
第七节 柔性版印刷设备的维修和保养	196
一、柔印设备维修	196
二、柔印设备的保养	198

复习思考题	200
第八章 柔性版印刷工艺	201
第一节 贴版工艺	201
一、贴版双面胶带的正确选用	201
二、贴版操作	204
第二节 印前准备与试印	209
一、柔性版印刷工艺流程	209
二、印前准备作业	210
三、试印	212
第三节 瓦楞纸箱柔性版印刷工艺	213
一、瓦楞纸箱柔印的优势	213
二、瓦楞纸板的结构及性能	215
三、瓦楞纸箱的直接柔印工艺（后印刷工艺）	219
四、瓦楞纸箱的预印刷工艺	238
第四节 塑料软包装的柔性版印刷工艺	243
一、凹版印刷与柔性版印刷方式的比较	243
二、塑料软包装材料特性及印刷适性处理	244
三、软包装柔印工艺	256
四、复合加工	262
第五节 烟盒包装的柔印工艺	266
一、烟包的工艺设计	266
二、烟包印刷常用的材料	268
三、烟包的柔性版印刷工艺	271
第六节 不干胶标签柔印工艺	279
一、标签的种类	279
二、不干胶材料的性能	280
三、柔印工艺	281
四、不干胶标签的模切加工	286
复习思考题	290
参考文献	291

第一章 概 述

第一节 柔性版印刷的特点与应用

一、柔性版印刷的定义

柔性版印刷 (Flexography) 是使用柔性印版, 通过网纹传墨辊传递油墨的印刷方式。

柔性印版是由橡胶版、感光性树脂版等材料制成的凸版, 所以, 柔性版印刷属于凸版印刷的范畴。

柔性版印刷原名叫“苯胺印刷”, 因使用苯胺染料制成的挥发性油墨印刷而得名。由于苯胺是有毒的, 而当时的苯胺印刷主要用于印制食品包装袋, 应用范围受到很大的局限。又因为传统的印刷方法 (如: 凸版、平版、凹版印刷), 都是根据印版的版面结构特点来命名的, 只有苯胺印刷是以使用的油墨命名的, 而且现在已不再使用苯胺染料, 而改用不易退色、耐光性强的染料或颜料代替苯胺染料, 所以在 1952 年 10 月的第 14 届包装会议上将苯胺印刷改称为“Flexography”, 意为可挠曲性印版印刷, 我国也相应改称为柔性版印刷。

由于柔性版印刷技术的不断发展和应用范围的日益广泛, 美国柔性版印刷协会 (FTA) 1980 年对柔性版印刷做了如下的定义: 柔性版印刷是一种直接轮转印刷方法, 使用具有弹性的凸起图像印版, 印版可粘固在可变重复长度的印版滚筒上, 印版由一根雕刻了着墨孔的金属墨辊施墨 (网纹传墨辊) 由另一根墨辊或刮墨刀控制输墨量; 可将液体和脂状油墨转印到实际是所有种类的材料上。

二、柔性版印刷的特点

柔性版印刷兼有凸印、胶印和凹印三者之特性。从其印版结构来说，它图文部分凸起，高于空白，具有凸印的特性；从其印刷适性来说，它是柔性的橡胶面与印刷纸张接触，具有胶印特性；从其输墨机构来说，它的结构简单，而且与凹印相似，具有凹印特性。除此之外，柔性版印刷还具有如下特点：

1. 柔性印版使用高分子树脂材料，具有柔软可弯曲、富于弹性的特点

柔性印版肖氏硬度一般在 25~60 之间。印版耐印力高，一般在几百万印以上。属于轻压力印刷（凸印压力 $50\text{kg}/\text{cm}^2$ 、凹印压力 $40\text{kg}/\text{cm}^2$ 、平印压力 $4\sim 10\text{kg}/\text{cm}^2$ ，而柔印压力仅 $1\sim 3\text{kg}/\text{cm}^2$ ）*，所以，柔性版印刷特别适用于瓦楞纸板等，不能承受过大印刷压力的承印物的印刷。

2. 制版周期短，制版设备简单，制版费用低

一般情况下，制作一副多色的凹版滚筒的周期为 5~10d，而柔性版印版制作约 5h。制版费用是凹印制版费的 1/10。

3. 承印材料非常广泛，柔性版印刷工艺几乎不受承印材料的限制

光滑或粗糙表面、吸收性和非吸收性材料、厚与薄的承印物均可实现印刷。可承印不同厚度（ $28\sim 450\text{g}/\text{m}^2$ ）的纸张和纸板、瓦楞纸板、塑料薄膜、铝箔、不干胶纸、玻璃纸、金属箔等。承印材料的种类多于凹印，而胶印除纸张外，其余承印材料都不能印刷或印刷效果不好。

4. 机器设备结构简单，造价低，设备投资少

柔性版印刷机由于构造相对简单，因此设备投资低于相同规模的胶印机或凹印机，同样色组的印刷设备，柔性版印刷生产线比胶印机价格低 40%~60%，为凹印生产线价格的 1/3。

* $1\text{kg}/\text{cm}^2 = 98\text{kPa}$

5. 应用范围广泛, 可用于包装装潢产品的印刷

柔性版印刷既可印刷各种复合软包装产品、折叠纸盒、烟包、商标及标签; 也可以印刷报纸、书籍、杂志和信封等。

6. 可使用无污染、干燥快的油墨

柔性版印刷生产线可使用水溶性或 UV 油墨, 对环境无污染, 对人体无危害。柔印水墨是目前所有油墨中惟一经美国食品药品协会认可的无毒油墨, 因而, 柔性版印刷又被人们称为绿色印刷, 被广泛用于食品和药品包装。

每个印刷色组都设有红外线干燥系统, 通过红外线热风干燥装置, 墨层可在 $0.2 \sim 0.4\text{s}$ 内干燥, 不会影响下一色组的套印。

7. 印刷速度快、效率高、生产周期短

柔性版印刷设备通常采用卷筒型材料, 可进行双面和多色印刷。一般机组式窄幅柔印机印刷速度可达 $150\text{m}/\text{min}$, 卫星式宽幅柔印机印刷速度可达 $350\text{m}/\text{min}$, 凹印仅为 $90 \sim 130\text{m}/\text{min}$ 。特别是柔印机可与上光、烫金、压痕、模切等印后加工设备相连接, 形成印后加工连续化生产线, 设备综合加工能力强。因此, 生产周期比其他印刷工艺短, 节省后道工序的用工, 避免了工序之间周转的浪费, 实现了高速多色印刷。所以, 人们将柔性版印刷机称之为印刷加工生产线。而在平版胶印中往往要使用更多的人员和多台设备用三四个工序才能完成相同的活件。

8. 经济效益高

柔性印版费用仅为凹印的 $10\% \sim 20\%$, 耗墨量比凹印少 $1/3$, 节电 40% , 废品率仅为 $1\% \sim 2\%$, 废品率低于凹印和胶印。从而降低了生产成本。

9. 柔性版印刷着墨量大, 印刷的产品底色饱满

柔性版印刷特别适合印制古香古色、色调暗淡的图像, 但是, 柔印产品网点扩大量大, 层次不如凹印和胶印丰富, 但目前网线版已能印制 $175\text{L}/\text{in}^*$ 的彩色印刷产品。

* L/in ——线/英寸

三、柔性版印刷的应用范围

近十几年来，柔性版印刷在世界范围内有较大发展，其印刷工艺也日趋成熟，使用范围越来越广泛，几乎可以应用于任何承印物的印刷。不仅在包装行业，而且在出版印刷领域也占有越来越大的应用量。

1. 软包装的印刷

随着我国超市的兴起，软包装得到迅速发展，其印刷产品有食品、化妆品、卫生品等塑料软包装。这类产品的印刷原来一直被凹版印刷独占，但由于凹印油墨含有苯，使应用范围受到一定的限制。在一些发达国家已规定与人体直接接触的包装物严禁采用含苯的油墨印刷。所以，柔性版印刷正与传统的凹版印刷争夺市场。凹版印刷适合于印制大批量、层次丰富的产品，而柔性版印刷适合于印制中、低档的产品，加之由于柔印使用无污染、无公害的油墨，生产周期短，价格相对低廉，随着经济的发展，人们对环保意识的增强，柔印在软包装印刷中将会得到越来越广泛的应用。

2. 瓦楞纸箱的印刷

柔印技术在瓦楞纸箱印刷行业占有绝对优势，不存在柔印与其他印刷工艺竞争的问题。印刷质量比通常的胶印和手工雕刻橡皮版的纸箱质量要好得多。随着人们的经济能力和审美意识的增强、对包装质量的要求的提高，瓦楞纸箱的作用也正由运输包装转向销售包装，这个潜力最大的市场将会逐步显示出来。

3. 不干胶标签的印刷

不干胶标签是窄幅连线柔印机的主要产品，连线柔印机的印刷质量和生产效率远远优于凸印商标印刷机。

4. 折叠纸盒的印刷

用组合式连线柔印机印制折叠纸盒，是当前国外柔印发展较快的一个领域，印刷机类型也由窄幅而派生出“中幅”。在这方

面，我国已采用窄幅柔印机印烟盒并取得较好的成绩。烟盒仅仅是折叠纸盒的一个品种，其他如食品、医药卫生用品等领域的折叠纸盒都是柔印的市场。柔印机配备上 UV 油墨干燥装置后，使用 UV 油墨印出的纸盒无论其亮度、墨色厚度、牢度都不亚于胶印的效果，而由于印后加工的联机操作，更显出优越性。目前，柔印折叠纸盒的产品质量已经基本上达到了大多数胶印相应产品的质量水平。

对欧洲折叠纸盒市场的调查和分析表明，目前折叠纸盒行业正处于一个十分关键的转折点，正从以前的宽幅、单张凹版印刷及传统的、简单的柔版印刷，向自动化程度更高、适应性更强、生产能力更高的窄幅无轴卷筒柔版印刷方式转换。调查指出，近来由于引进和应用了灵活多样的数字式无轴轮转模切系统，集裁切、压痕、凹凸整饰等多种工艺于一体，多道工序能够一次完成，大大降低了生产成本。

5. 纸质手提袋及多层复合袋的印刷

随着以纸代塑的流行，纸质手提袋也日益流行，这一市场目前仍然以胶印、凹印为主，但不久的将来柔性版印刷将占有一席之地。

6. 信封的印刷

目前，我国信封的生产仍以胶印、凸印为主，国内约有十余条柔印信封连线生产设备，该种设备不但能将信封的印刷、制作一次完成，还能制作开窗信封，更适应邮局分发和投送的需要。

7. 报纸的印刷

在发达国家中柔性版印刷不仅用于包装装潢印刷，而且用于商业和报纸印刷。由于采用柔性版和水性油墨印报，不污染环境，印刷后干燥快，不沾手。美国就有 20% 的报纸是用柔版机印刷的，但在我国目前仍以胶印印报为主。

8. 建筑装饰材料的印刷

柔性版印刷还特别适合于建筑装饰材料的印刷。可实现无间

断的建材印刷。

柔性版印刷是一种简捷而高效的印刷技术，柔印还可以和其他印刷方式相结合，如与全息、烫金等防伪手段相结合，提高产品档次和防伪功能。

根据美国柔版印刷协会（FTA）最近提供的资料，目前美国已有 7000 条柔性版印刷生产线。1995 年柔版印刷已占整个印刷的 30%，2000 年占到 33%，也就是说在印刷工业中将有 1/3，在包装印刷中将有 60% 以上，是靠柔性版印刷完成的。

第二节 柔性版印刷的历史与发展趋势

一、柔性版印刷的历史与现状

早期的柔性版印刷采用手工雕刻的橡皮、染料油墨印刷，在德国称为橡皮版印刷。

20 世纪 20 年代，虽然出现了层叠式单、双色印刷机，但版材和油墨却没有大的突破，几乎只用于纸袋和简单印刷。

20 世纪 30 至 40 年代，柔性版印刷进入了实验和进一步发展的阶段，新型油墨的开发，印刷机干燥装置的改进，网纹辊的出现以及制版、装版技术的提高使柔性版印刷发展到可在透明薄膜及普通纸上印刷，并在包装领域应用。

20 世纪 50 年代，聚乙烯的出现推出了一种新树脂，即长期在柔印油墨领域保持主导地位的聚酰胺树脂，使柔性版印刷技术得到进一步发展。1958 年，美国柔性版印刷协会（FTA）成立，标志柔性版印刷技术进入新的历史发展阶段。

20 世纪 70 年代，由于材料工业的进步，特别是高分子树脂版材和金属陶瓷网纹辊的问世，1974 年美国杜邦（Do Pont）公司推出 CYREL 感光树脂版，大大提高了印版的解像力和网点再现性（可达 1%~95%），使柔性版的彩色套印成为现实。网纹

传墨辊采用电子雕刻并配以反向刮墨刀，共用压印滚筒（卫星式）柔性版印刷机的产量及使用迅速增多，使柔性版印刷技术提高到新水平。

20 世纪 80 年代，柔性版印刷技术更趋完善。一方面计算机及程序控制开始应用于柔性版印刷机，设备性能进一步提高。另一方面，柔性版印刷工艺已突破了传统包装印刷的市场界线，开始应用于报纸、书刊、杂志、商业票据等领域，其印刷质量可与凹版印刷相媲美。

20 世纪 90 年代以来，由于不断采用现代技术，柔性版印刷已成为一种成熟的印刷工艺，在欧美已非常发达，其中又以美国为最。美国 1993 年，不包括书刊报纸在内的柔性版印刷销售收入达到 440 亿美元。4400 余家工厂采用柔性版印刷设备，从业人员有 15 万人，有 2 万多个印刷色组在各印刷厂运行。在美国印刷业中，柔性版印刷所占比例不断上升，已成为仅次于平版胶印的第二大印刷方式，每年以 8% 的速度递增。

美国的柔性版印刷主要集中在包装领域，并将继续在该领域保持其霸主地位。1994 年，包装印刷中的 50% 已采用柔性版印刷，1995 年达到 60%。另外，20% 的报纸已采用柔性版印刷。1994 年美国有 23 家企业采用柔性版印报，如 USA TODAY 的彩报版就是用柔性版印刷的。

在欧洲，柔性版印刷市场正在形成。整个欧洲地区的柔性版印刷企业约 5500 个，印刷机约 11600 台。

进入 21 世纪，目前柔性版印刷的市场份额，见表 1-1。

表 1-1 2000 年柔性版印刷的市场份额 单位：%

印刷方式	市场份额	增长率	印刷方式	市场份额	增长率
胶印	45	0	其他	3	4
柔印	28	4	丝印	2	2
凹印	20	0	凸版印刷	2	0