



普通高等教育印刷工程本科专业教材

柔性版 印刷技术

陈文革 ● 主编
黄学林 陈 梅 ● 参编
胡开堂 ● 主审

Rouxingban
Yinshua Jishu



印刷工业出版社

普通高等教育印刷工程本科专业教材

柔性版印刷技术

主 编 陈文革
参 编 黄学林 陈 梅
主 编 胡开堂

印刷工业出版社

内容提要

本书是编者根据多年的教学经验,同时参考生产一线的专业资料,并收集了近年来国内外柔印新技术工艺资料编写而成。本书主要从柔性版的发展与应用现状入手,重点对柔性版印刷的印前处理和印版制作、柔印油墨、柔性版印刷机和网纹辊、柔性版印刷工艺及其应用等方面进行了全面系统的介绍,详细地阐述了柔性版印刷的基本原理、设备结构和应用。

本书适于作为印刷工程专业和包装工程专业的本科教材,同时也适合包装印刷行业的工程技术人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

柔性版印刷技术/陈文革主编,黄学林,陈梅编. —北京:印刷工业出版社,2010.7
普通高等教育印刷工程本科专业教材
ISBN 978-7-80000-959-4

I. 柔… II. ①陈… ②黄… ③陈… III. 苯胺印刷—高等学校—教材 IV. TS873
中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第130898号

柔性版印刷技术

主 编:陈文革
参 编:黄学林 陈 梅
主 审:胡开堂

责任编辑:魏 欣 责任校对:郭 平

责任印制:张利君 责任设计:张 驹

出版发行:印刷工业出版社(北京市翠微路2号 邮编:100036)

网 址:www.keyin.cn www.pprint.cn

网 店://shop36885379.taobao.com

经 销:各地新华书店

印 刷:北京通州丽源印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

字 数:380千字

印 张:16.75

印 数:1~3000

印 次:2010年8月第1版 2010年8月第1次印刷

定 价:33.00元

I S B N : 978-7-80000-959-4

如发现印装质量问题请与我社发行部联系 发行部电话:010-88275707

出版说明

20世纪80年代以来的20多年时间,在世界印刷技术日新月异的飞速发展浪潮中,中国印刷业无论在技术还是产业层面都取得了长足的进步。桌面出版系统、激光照排、CTP、数码印刷、数字化工作流程等新技术、新设备、新工艺在中国得到了普及或应用。一大批具备较高技术和管理水平的中国印刷企业开始走出国门,参与国际市场竞争,并表现优异。

印刷产业技术的发展既离不开高等教育的支持,又给高等教育提出了新要求。近20多年时间,我国印刷高等教育与印刷产业一起得到了很大发展,开设印刷专业的院校不断增多,培养的印刷专业人才无论在数量还是质量上都有了很大提高。但印刷产业的发展急需印刷专业教育培养出更多、更优秀的掌握高新印刷技术和国际市场游戏规则的高层次人才。

教材是教学工作的重要组成部分。印刷工业出版社自成立以来一直致力于专业教材的出版,与国内主要印刷专业院校建立了长期友好的合作关系。但随着产业技术的发展,原有的印刷专业教材无论在体系上,还是内容上都已经落后于产业和专业教育发展的要求。因此,为更好地服务于教育教学工作,我社邀请了北京印刷学院、西安理工大学、武汉大学、天津科技大学、湖南工业大学、南京林业大学、江南大学等主要专业院校的骨干教师编写了“普通高等教育印刷工程本科专业教材”。

综合来看,这套教材具有以下优点:

- 实用性强。该套教材均为高等教育印刷工程专业的必修课,突出反映了当前国际及国内印刷技术的巨大变化和发展,是国内最新的印刷专业教材,能解决当前高等教育印刷专业教材急需更新的迫切需求。

- 作者队伍实力雄厚。该套教材的作者来自全国主要印刷专业院校,均是各院校最有实力的教授、副教授以及从事教学工作多年的骨干教师,有丰富的教学、科研以及教材编写经验。

- 先进性强。该套教材涵盖了当前印刷方面的最新技术,符合目前普通高等教育的教学需求,弥补了当前教育体系中教材落后于科技发展和生产实践的局面。

- 覆盖面广。该套教材覆盖面广,包括印刷工程、印刷机械等各方面的内容,从工艺到设备,从印前到印后,均迎合当前的教学需求,为解决当前高等教育印刷工程专业教材的不足而选定。

经过有关人员、广大院校和出版社的共同努力,“普通高等教育印刷工程本科专业教材”已经陆续出版,希望本套教材的出版能为印刷专业人才的培养做出一份贡献。

印刷工业出版社
2010年7月

前 言

柔性版印刷作为近年来发展最快的印刷方式，主要应用于各种包装印刷领域，如塑料薄膜、瓦楞纸板、折叠纸盒、标签等，还应用于商业和报纸印刷等。柔性版印刷产品墨层厚实、墨色一致，采用水性油墨印刷，无毒环保，适印承印物广泛，因此柔性版印刷越来越受到人们的青睐，特别是在包装装潢印刷领域尤为突出。近几年，环保呼声提高，而柔性版印刷使用水性油墨，符合环保要求，此外，计算机直接制版、激光雕刻制版、印版套筒的应用以及柔性版印刷机上无轴驱动技术的运用，使柔性版印刷方式获得了快速发展。

随着柔性版印刷方式的广泛使用，从事柔性版印刷的人员也越来越多，各个开设印刷包装工程专业的高校纷纷开设了柔性版印刷课程，虽然介绍柔性版印刷方面的图书已经有不少，但多是一些基础性和实践性的书，而相关的本科教材非常缺乏。鉴于这方面的原因，萌生了撰写本书的想法。

本书是编者根据多年的教学经验，同时参考生产一线的专业资料，并收集了近年来国内外柔印新技术工艺资料编写而成。主要从柔性版的发展与应用现状、柔印的印前处理和印版制作、柔印油墨、柔性版印刷机和网纹辊、柔性版印刷工艺及其应用等几个方面入手，详细地阐述了柔性版印刷的基本原理、设备结构和应用。本书在内容上比较完整系统，有一定的理论深度。

本书共分为八章，第一章主要介绍了柔性版印刷技术的发展，第二章主要介绍了柔性版印前处理，第三章主要介绍了目前柔性版印刷最常用的制版原理，第四章主要介绍了柔性版印刷油墨，第五章主要介绍了柔性版印刷机，第六章介绍了网纹辊的性能，第七章主要介绍了柔性版印刷工艺，第八章主要介绍了柔性版印刷的实际应用。

本书由浙江科技学院的陈文革、黄学林和杭州电子科技大学的陈梅三位老师编写，其中黄学林编写第一章、第四章、第七章第二、三节和第八章第一、二节；其余章节主要由陈文革编写，陈梅也参与了部分内容的编写。全书由陈文革统稿、修改和定稿。在此对在本书编写过程中提供帮助的老师和相关企业人员表示感谢，同时还要感谢印刷工业出版社魏欣主任在本书出版过程中的大力支持。

本书内容新颖、重点突出，既可作为印刷工程专业的本科教材，也适合作为包装工程专业的本科教材、其他相关专业的教学参考书及从事包装印刷行业的工程技术人员的参考书。

由于柔性版印刷本身涉及的学科较多，又是重于实际经验的一门技术，加之我们学识水平有限及资料收集的范围所限，在书中难免出现疏漏和谬误，恳请广大读者朋友、同行批评指正。

编 者

2010 年 4 月于杭州

目 录

CONTENTS

第一章 绪论	1
第一节 什么是柔性版印刷	1
一、柔性版印刷的定义	1
二、柔性版印刷的原理	1
三、柔性版印刷的特点	2
第二节 柔性版印刷的历史与发展趋势	4
一、柔性版印刷的起源	4
二、国内外柔性版印刷的发展	5
三、柔版印刷新技术的发展	8
第三节 柔性版印刷的应用领域	11
一、包装印刷领域	11
二、出版领域	13
三、其他领域	13
第二章 柔性版印刷的印前处理	15
第一节 柔性版印刷对印前设计要求	15
一、柔性版印刷原稿特点分析	15
二、柔性版印刷印前设计要求	17
三、数字原稿印前设计中存在的问题	19
第二节 柔性版印刷印前处理	19
一、柔性版印刷印前的特点	20
二、柔性版印刷的印前补偿措施	26
三、分色阴图底片的制作及要求	29
第三章 柔性印版制作	36
第一节 柔印版材	36
一、版材的特点和结构	36
二、版材的种类和选择	37
三、版材的储存	45
第二节 感光树脂柔性版的制作	45
一、感光树脂版的感光原理	46
二、液体感光树脂版的制作	47
三、固体感光树脂版的制作	51
四、曝光量的确定与质量要求	57
五、常见柔性版制版设备	60
第三节 计算机直接制柔性版技术	66
一、柔性版直接制版技术的特点	66
二、柔性版直接制版技术	70
三、计算机直接制套简印版系统	74

第四章 柔性版印刷油墨	79
第一节 溶剂型油墨	80
一、溶剂型柔印油墨的组成	80
二、溶剂型柔印油墨的种类	83
三、溶剂型柔印油墨的印刷适性	86
第二节 水性油墨	87
一、水性柔印油墨的组成与特点	88
二、水性柔印油墨的干燥机理	91
三、水性柔印油墨的印刷适性	94
四、水性柔印油墨的常见配方	97
五、水性柔印油墨印刷故障及解决方法	100
第三节 紫外线固化干燥 (UV) 油墨	103
一、UV 柔印油墨的组成与特点	103
二、UV 柔印油墨的干燥固化机理	106
三、UV 柔印油墨类型与印刷适性	107
四、UV 柔印油墨印刷故障及解决方法	109
第五章 柔性版印刷机	112
第一节 柔性版印刷机的基本结构和分类	112
一、柔性版印刷机的基本结构	112
二、柔性版印刷机的分类	114
第二节 柔性版印刷机的印刷系统	117
一、柔性版印刷机的印刷滚筒	117
二、柔性版印刷机的输墨系统	121
三、刮墨刀 (刮刀)	127
第三节 机组式柔性版印刷机	127
一、基本构成	127
二、给料开卷部	128
三、进纸控制部	128
四、印刷部	130
五、烘干部	132
六、后加工部	132
七、复卷收料部	134
第四节 卫星式柔性版印刷机	136
一、基本构成	136
二、放卷部	137
三、输入部	137
四、印刷部	138

五、干燥冷却部	140
六、后加工部	140
七、复卷部	141
八、印刷机控制和管理系统	141
第五节 柔性版印刷机的维修和保养	141
一、柔性版印刷机的维修	142
二、柔性版印刷机的保养	143
三、设备维护保养管理	144
第六章 网纹传墨辊	147
第一节 网纹辊的种类和性能	147
一、网纹辊的作用	147
二、网纹辊的种类	147
三、网纹辊的结构和性能	148
第二节 网纹辊传墨性	151
一、网穴的形状和结构对传墨性的影响	152
二、网纹辊的线数和角度对传墨性的影响	153
三、网穴的开口度和容积对传墨性的影响	155
四、印刷速度及其他方面对传墨性的影响	157
第三节 网纹辊的选配	157
一、根据印版的网目线数选择	158
二、根据承印物的特点选用	158
三、根据图文类型选用	159
四、根据不同的机型和输墨装置选用	160
第四节 网纹辊的维护保养和加工方法	161
一、网纹辊的维护	161
二、网纹辊的清洗	164
三、网纹辊的加工方法	167
第七章 柔性版印刷工艺	174
第一节 贴版工艺	174
一、贴版双面胶带的选用	174
二、贴版	176
三、注意事项	180
第二节 印刷前的准备工作与试印	180
一、印前准备	180
二、机器调整	182
三、试印	183

第三节 印刷	183
一、印刷工艺流程	184
二、印刷中的监控与调整	184
三、印品的质量检测	189
四、印刷后的清理	193
第八章 柔性版印刷的应用	196
第一节 瓦楞纸箱的柔性版印刷	196
一、瓦楞纸箱柔印工艺的优势	196
二、瓦楞纸板的结构与规格	197
三、瓦楞纸板的直接柔印工艺	199
四、瓦楞纸板的预印刷技术	211
第二节 塑料软包装的柔性版印刷	218
一、软包装与复合薄膜	218
二、塑料薄膜的印前处理	222
三、塑料薄膜柔印工艺	226
四、塑料薄膜的复合加工	229
第三节 折叠纸盒的柔性版印刷	232
一、折叠纸盒的类型	232
二、折叠纸盒的柔性版印刷	234
三、国内折叠纸盒柔性版印刷存在的问题	239
第四节 标签的柔性版印刷	239
一、标签的分类	240
二、啤酒标签的柔印工艺	240
三、不干胶标签的柔印工艺	242
第五节 报纸柔性版印刷	253
一、采用柔性版印刷报纸的优点	253
二、报纸的柔性版印刷	254
参考文献	258

第一节 什么是柔性版印刷

一、柔性版印刷的定义

柔性版印刷是现代主要印刷方式之一，它是一种直接轮转印刷方式。由于版面和普通凸版相似，所以它也是一种特殊的凸印方法，而且因为最初使用苯胺染料制成的油墨而称为“苯胺印刷”。苯胺染料的颜色虽然很鲜艳，但是易褪色，且苯胺有毒，致使当时主要用于食品包装袋的苯胺印刷的应用受到很大的限制。

后来由于使用的油量中不再含有苯胺染料，于是在 1952 年 10 月美国包装学会第 14 届会议上将苯胺印刷改为“Flexgraphy”，即可挠曲性印版的印刷，于是我国也开始使用“柔性版印刷”称号。

随着柔性版印刷的不断发展，美国的柔性版印刷协会（FTA）于 1980 年对柔性版印刷进行了这样的定义：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文印版，印版可粘贴固定在印版滚筒上；印版由一根雕刻了着墨孔的金属墨辊施墨，金属墨辊（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所有种类的材料上。

根据中华人民共和国国家标准中的印刷技术术语——柔性版印刷术语（GB 9851.4—1990）中的规定：柔性版印刷是使用柔性版，通过网纹传墨辊传递油墨的印刷方式。

二、柔性版印刷的原理

柔性版印刷是使用柔性印版，通过网纹传墨辊将一定厚度的油墨层均匀地涂布在印版图文部分，在压印滚筒压力的作用下，图文部分的油墨层转移到承印物的表面，形成清晰的图文。柔性版瓦楞纸印刷机的输墨机构通常是两辊式输墨机构（见图 1-1）。

柔性版印刷装置核心是其简单而有效的供墨系统。墨斗中的油墨经墨斗辊传递给网纹辊，网纹辊上装有一反向刮墨刀。网纹辊将适量油墨传递给印版滚筒上的印版，印版滚筒和压印滚筒进行压印，从而使油墨转移至承印材料上。事实上，柔性版印刷的印版是直接通过网纹辊供墨的，这使得供墨系统简单而有效。现代柔性版印刷机的墨斗、墨斗辊和刮墨刀已被腔式供墨装置所替代。

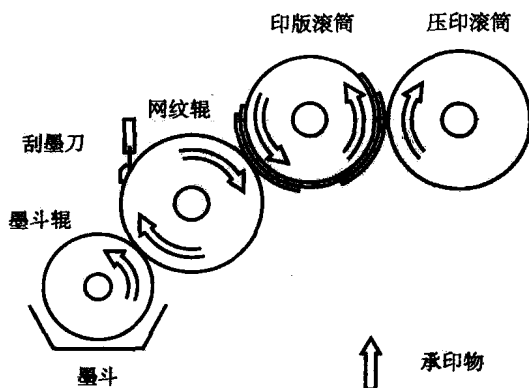


图 1-1 柔性版印刷基本原理

柔性版印刷材料的品种十分丰富，具体的选择取决于材料的最终用途。几乎没有什么材料不可以用柔性版印刷的方式来印刷，小到牙签包装纸，大到床垫、塑料套乃至金属箔。随着新的承印物不断出现，原有的承印物也在不断改进以适应新的需要。承印物主要有纸张和纸板、瓦楞纸板、不干胶、金属箔和薄膜。印刷材料通常都是卷筒状的。

柔性版印刷油墨使用低黏度油墨，主要有醇溶性油墨、水性油墨。溶剂性油墨主要用于塑料印刷；水性油墨主要用于具有吸收性的瓦楞纸、包装纸、报纸印刷。20 世纪 90 年代出现了紫外线光固化（UV）油墨，纸张和塑料薄膜印刷均可使用。

柔性版印刷印版可由橡胶或者各种树脂制作而成。有橡胶版和感光树脂版之分，橡胶版的版材选用的是天然橡胶或合成橡胶，感光性树脂版的种类多种多样，按其形态可分为液体感光性树脂版和固体感光性树脂版。版面结构是凸版（凸起的图文部分），可在承印材料上用较小的压力进行印刷。近年来，随着 CTP 技术的不断发展，CTP 版材也得到了发展，柔性 CTP 版材，包括红外激光烧蚀型、喷墨型、激光直接雕刻型也陆续得到了应用。

就柔性版印刷设备而言，近年来出现的具有独特构造和体系的印刷机，以高品质、高产量、易操作为目标，采用由在线型、CI（共通压印辊）型的窄幅到宽幅的电子自动控制机构体系，由传统的齿轮驱动发展到伺服马达驱动。

三、柔性版印刷的特点

在发达国家中，柔性版印刷不仅被广泛应用于包装装潢印刷，而且还应用于商业和报纸印刷等领域。

柔性版印刷兼有凸印、胶印、凹印的特性。从印版结构来看，和传统凸版印刷基本是一样的，图文部分凸起，高于空白部分。但因为它使用具有弹性的柔性印版，使它具有胶印的特性，同时它的输墨机构很简单，与凹版印刷的输墨机构相似。

柔性版印刷的特点主要从柔版的版面结构、柔版印刷方式等方面进行描述。

柔版的版面结构与其他印刷方式一样，印版的版面有两个元素：印版的图文部分和印版的空白部分。其图文部分是凸起的，即印刷区域，也是印版的关键部分（见图 1-2）。

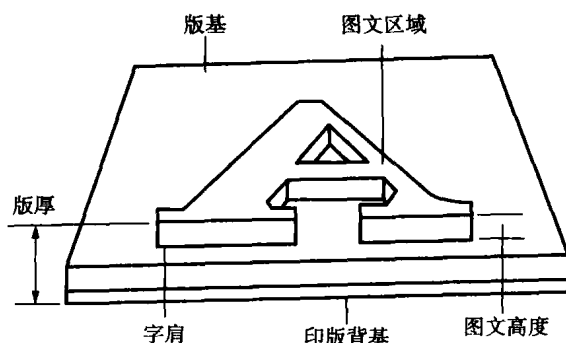


图 1-2 柔版的版面结构

除此之外，柔性版印刷还具有以下特点：

(1) 柔性印版使用高分子树脂材料，具有柔软可弯曲、富有弹性的特点。

柔性印版的肖氏硬度一般在 25 ~ 60 之间。对油墨的传递性好，特别是对醇溶剂油墨。这是肖氏硬度 75 以上的铅版、塑料版、光聚版无法相比的。

(2) 印版耐印力高，一般在几百万印以上，适合大批量的生产，降低了成本。

(3) 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 $4 \sim 10\text{kg}/\text{cm}^2$ 、而柔印压力只有 $1 \sim 3\text{kg}/\text{cm}^2$ ），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。

(4) 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 ~ 10 天，而柔性印版制作约 5 小时，制版费用是凹印制版费用的 1/10。虽然制版费用高于胶印的 PS 版数倍，但可以在耐印力上得到补偿，因为柔性版的耐印力在 50 万到几百万印。

(5) 承印材料广泛。柔性版印刷可承印各类不同平滑度和不同厚度（ $28 \sim 700\text{g}/\text{m}^2$ ）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和胶印。

(6) 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。

(7) 操作及维护简便。印刷机采用网纹辊输墨系统，与胶印机和凸印机相比，省去了复杂的输墨机构，从而使印刷的操作和维护大大简化，输墨控制及反应更为迅速。

(8) 应用范围广泛。几乎所有纸张、纸板和塑料薄膜类的包装产品都可以用柔性版方式印刷。如各种复合软包装产品、折叠纸盒、纸箱、烟包、商标及标签；也可以印刷报纸、书籍、杂志和信封等。

(9) 使用无污染、干燥快的油墨。印刷油墨采用以醇类为主要溶剂的低黏度挥发干燥型油墨，干燥速度快，适应柔印高速多色的印刷。柔性版印刷生产线采用水性油墨或 UV 油墨，对环境无污染，对人体无危害。柔印水性墨是目前所有墨中唯一经美国食品药品协会认可的无毒油墨，同时该油墨具有良好的印刷适性，印迹的抗水性、耐磨性良好，是一种理想的印刷油墨。因此，柔性版印刷又被人们称为绿色印刷。

(10) 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 150m/min, 卫星式宽幅柔印机印刷速度可达 350m/min, 凹印仅为 90 ~ 130m/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,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。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。因此柔性版印刷大大缩短印刷周期,降低成本。

(11) 经济效益高。柔性版费用仅为凹印的 10% ~ 20%, 耗墨量比凹印少 1/3, 节电 40%, 废品率仅为 1% ~ 2%, 而凹印和胶印的废品率约为 9%。从而降低了生产成本,提高了效益。

(12) 良好的印刷质量。由于薄形版材、数字式直接制版技术、陶瓷网纹辊和印版套筒技术的出现使印刷质量得到很大提高,目前网线版已能印制 175L/in 的彩色印刷品,并且具有饱满的墨层厚度,产品层次丰富,色彩鲜艳,特别适合于包装印刷的要求,其醒目的色彩效果是平版胶印所不能达到的。它兼有凸版印刷的清晰,胶印的色彩柔和,凹印的墨层厚实和高光泽。

近年来,一些高新技术的不断发展和应用,如陶瓷网纹辊、套筒式印版辊、CTP 印版、水性油墨、UV 油墨、激光雕刻技术和计算机技术,尤其是柔版印刷设备和柔印新材料的发展,使柔性版印刷具有光明的前景。

第二节 柔性版印刷的历史与发展趋势

一、柔性版印刷的起源

1952 年以前的柔性版印刷称之为苯胺印刷,它的名字起源于当时使用的一种苯胺染料油墨的名称。

早期形式的苯胺印刷机早在 1860 年就在欧洲开始使用了,历史上第一台现代苯胺印刷机可以追溯到 1860 年英国利物浦的 Bibby Baron 父子公司生产的具有中心压印滚筒的印刷机。

1908 年 11 月 7 日,阿尔萨斯洛林的 C. A Holweg 获得 16516 号英国专利,这是第一个苯胺印刷机的专利。这是 Holweg 在 1905 年首先制造出这种机器,作为一个印刷单元与一个制袋机联机使用,这也是世界实际公认的第一台苯胺印刷机。

1939 年,在美国,镀铬机械雕刻的油墨定量辊用到了苯胺印刷机上,网纹辊在铜层表面雕刻大小一致的着墨孔,从而提高了印刷品质。从此,网纹辊一直是柔性版印刷的最重要组成部分。

1952 年 10 月 21 日,美国第 14 届包装学会学术讨论会上把苯胺印刷改称为柔性版印刷,并在 1958 年创立了柔性版印刷技术协会,简称 FTA。20 世纪 70 年代中期以后,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,促使柔性版印刷在世界范围内成为增长速度最快的印刷方式。1973 年欧洲也成立了柔性版印刷技术协会,以后被世界印

刷行业公认。中国印刷技术协会柔性版印刷技术专业委员会成立于1992年6月,委员会挂靠上海印刷技术研究所,1973年参加了美国FTA组织。1997年3月又加入由世界20多个国家组织的柔性版印刷技术协会,成为国家级成员。

随着科学技术的不断发展,柔印工艺水平得到不断提高,产品质量逐步与胶印、凹印靠拢。据有关资料介绍,至20世纪结束时,美国柔印业的营业额已超过728亿美元,年增长率达7%。柔印在所有印刷方式中所占份额已达22%。

据美国柔印技术协会(FTA)统计,2000年柔印比1999年增长9%。在软包装领域里柔印增长5%,营业额达到192亿美元,所占份额达70%。

二、国内外柔性版印刷的发展

1. 我国柔性版印刷的发展

我国的柔性版印刷技术起步较晚,发展较慢。在20世纪七八十年代,柔性版印刷工艺被引进内地,主要是从我国香港、台湾等地区引进简易的层叠式柔版印刷机和制版机,采用美国杜邦公司生产的Cyrel版材,用于印刷塑料薄膜和纸张。这是我国柔性版印刷的初级阶段。

从20世纪90年代开始,我国的柔性版印刷呈现出一种快速发展的态势,经过多年的生产实践,近年来,随着世界柔性版印刷技术的不断进步,特别是在欧美印刷较发达的国家的推动下,柔性版印刷已在我国包装印刷领域确立了自己的地位。据有关部门统计,目前国内已经引进了450余条柔版印刷生产线,并且国内印刷机制造厂已开始生产窄幅机组式柔性版印刷机。柔性版印刷方式已被国内越来越多的包装印刷业内人士所接受,成为了一种最有市场发展潜力的印刷工艺。

近年来,国内包装印刷企业引进的国外柔版印刷机设备和国内自行研制的窄幅柔性版印刷机装机台数已接近500台,分布在全国各地,除少数边远省区外,其余多被应用于上海、北京、辽宁、山东、浙江、江苏、广东、陕西、四川、云南等经济和印刷发达地区。

柔性版印刷技术在我国迅速发展,有力地带动了国产柔版印刷机、网纹辊、版材、油墨及制版技术的开发研制与生产,先后有西安黑牛、陕西北人、北人富士、青州意高发、上海紫光、山西太行等国内厂家研制成功了多种规格的宽、窄幅机组式柔印机。浙江瑞安机械厂还生产了层叠式四色商标柔印机,国产柔印机的印品质量完全可以满足包装印刷的要求。由于国产柔印机加工制造水平的提高,加上价格优势,北人富士和青州意高包装机械有限公司还向日本和越南出口。上海印刷技术研究所率先研制成功了电子雕刻金属网纹辊。随后陶瓷网纹辊、激光雕刻橡胶无缝辊、橡胶无缝套筒等也相继问世。与陕西新世纪印刷材料研究所等单位合作,成功开发了水性油墨、水性光油、水性助剂和UV油墨、UV光油、UV助剂等。

柔性版印刷机适印承印物广泛,且印刷品质量已逐步与胶印、凹印接近。目前柔性版印刷方式已被广泛用于各类包装印刷品制作过程中,已完全能满足各种用户对相关印刷品的工艺和质量要求,并已被广大用户所认同。如烟包、医药包装、食品包装、商标标签类印刷、不干胶标签印刷等。据有关资料统计:到2005年初国内采用柔性版印制的烟包占30%;印制各类商标、标签的占15%;不干胶印刷的占35%;其他印刷的占22%。真正形成了胶、

柔、凹印三足鼎立的局面（见表 1-1）。

表 1-1 我国各种印刷方式市场占有率

	1970 年	2000 年	2006 年
胶印市场占有率/%	52	45	35
凹印市场占有率/%	28	20	15
柔印市场占有率/%	10	28	33
网印市场占有率/%	1	2	2
其他市场占有率/%	9	5	15

柔性版印刷机是一条自动生产线，从纸卷、印刷、涂胶、模切到收卷一次成型。这种工艺既能提高生产效率，又能降低产品成本。总之，在包装印刷企业中，柔性版印刷技术自被采用以来，已越来越显示出其优越性和广阔的发展前景。

根据我国印刷工业设备情况及柔性版印刷机的特点，首先满足包装印刷市场需求，并逐步扩大使用范围，力争到 2010 年柔性版印刷在全部印刷量中占到 15%。具体措施：

（1）首先发展窄幅机组式柔版印刷机，并带有后续加工机组。主要有裁切、模切、上光、烘干、烫金等。其中关键技术是自动接纸、张力控制及模切滚筒加工技术。

（2）根据市场需要，积极研制中、高档卫星式柔性版印刷机和层叠式柔印机。先发展中档水平的机型，逐步发展高档产品，到 2010 年时，少量产品接近或达到国际水平。

（3）积极开展柔印配套设备和器材的研制，特别是制版设备、陶瓷网纹辊制作技术和中、高档版材等，绝大多数能实现国产化。

（4）CTP 激光直接制版技术逐渐代替传统制版技术。

2. 国外柔性版印刷的发展

柔性版印刷在全世界范围内已成为印刷领域中增长速度最快的一种印刷方式。在包装领域，柔性版印刷的应用尤为广泛。

从美国的柔性版印刷市场来看，美国目前已拥有柔性版生产线 7000 余条，柔版印刷的产值占整个印刷产值的 33%；从世界范围的柔性版按地域划分的占有率看，美国已达 70% 以上。美国在包装印刷领域堪称为“柔印王国”。美国柔印最大的市场同我国一样也为瓦楞纸印刷市场，约占 24%；软包装柔印也以年均 3.5%~4% 的速率增长，目前约占 24%；纸盒柔印约占 19.3%；其代表性的柔印产品有报纸、墙纸、餐巾纸、纸盘、纸杯、信封、礼品包装、廉价的平装书等。

在美国市场上，立式软包装、封缄电子标签、纸容器、非纺织品等印刷领域，柔版印刷市场占有率也不断增长。

就整个北美地区柔印市场而言，北美 6000 多家柔印企业在 2002 年的印刷总产值已超过 850 亿美元，柔印行业的增长幅度超过国内生产总值的增长幅度，达 4%~5%，最高可接近 7%，占北美包装印刷市场的 74%，占全世界出版市场的 24%。

2000 年，欧洲包装印刷方式中，柔印占 32%。当前欧洲市场约有 70% 的柔印用于印刷 PE、BOPP 等塑料薄膜材料，而欧洲印刷市场中最大产品市场也是瓦楞纸，有 90% 采用柔印；纸盒有 10% 采用柔印，且其增长率最高达到了 10%。下面简要介绍 2005~2006 年期间

欧洲主要国家柔性版印刷市场的现状和发展动向。

①英国

柔性版印刷主要用于软包装、封缄标签等领域。

②德国

柔性版印刷市场上，瓦楞纸印刷占 44%，软包装占 15%，购物袋占 14%，纸制容器占 2%，其他为 9.5%。

柔性版材由模拟版向数字柔性版转化，尤其是瓦楞纸业务领域表现更加明显。

③意大利

随着数字柔性版的推广，树脂版的年消费量已超过 20 万平米，以 5% ~6% 的年平均速度在增长。

在欧洲包装市场，随着射频标签和防伪印刷等高附加值技术的应用，小批量、多样化印刷品逐渐增加，包装数量越来越多，柔性版印刷的优势也会越来越凸显出来。

在日本包装市场上，2003 年前，主要采用胶印和凹印，柔性版印刷只占 9%，近年来，柔性版印刷发展速度较快，尤其在软包装、封缄标签、纸制容器等领域，市场占有率很高，其中瓦楞纸印刷占 70%，一部分卫生保健用品的乌兰印刷也开始采用柔性版印刷。印刷机的无齿轮化，后期在线加工，柔性 CTP，激光雕刻，UV 印刷技术帮助其拓宽柔印市场。

据美国柔性版印刷技术协会（FTA）的统计和预测，今后随着折叠纸盒、商标及标签、瓦楞纸箱、信封、报纸、纸质手提袋及多层复合纸袋等印刷品针对柔印需求的不断增加，柔印在包装领域所占的比重将会快速增长。目前美国已超过 70%，西欧、澳大利亚均向 50% 进军。这种发展趋势是由柔性版印刷技术本身所具有的特长和优势所决定的。

表 1-2 是世界包装印刷方式变化情况。表 1-3 是美国及欧洲柔性版印刷的市场份额。表 1-4 是欧洲市场主要印刷方式状况。

表 1-2 世界包装印刷方式变化状况

年 份	1998 年	2001 年	2006 年
胶印市场占有率/%	45	40	36
凹印市场占有率/%	20	18	15
柔印市场占有率/%	28	32	39
其他市场占有率/%	7	10	10

表 1-3 美国及欧洲柔性版印刷的市场份额

地 域	美国		欧洲	
	2002 年	2006 年	2002 年	2006 年
软包装市场占有率/%	70	80	60	65
标签市场占有率/%	85	90	35	45
瓦楞纸箱市场占有率/%	98	98	85	88
折叠纸盒市场占有率/%	25	30 ~ 40	3	10

表 1-4 2006~2007 年 6 月欧洲市场主要印刷方式状况

印刷方式	市场占有率/%	承印物	市场占有率/%
胶印	34	PE	38
		纸、厚纸、瓦楞纸	37
		PP、OPP、PET、蒸煮薄膜等	25
柔印	33	纸、厚纸箱等	87
		塑料	13

三、柔版印刷新技术的发展

随着柔性版印刷技术的不断进步,柔印新材料及其工艺技术的不断发展,促使柔印印刷机、网纹辊、版材、制版、油墨等各个方面都有了巨大革新。

(一) 柔版制版新技术

1. 薄版技术

薄型印版一般指 0.76~1.14mm 的印版厚度,以一块特制的 PET 垫底胶作为防震及压力调节的底衬,配合较薄的版材以减低压印时由于变形而加剧的网点扩大。如杜邦公司的 Cyrel EXL 型和 PLS 型是均匀的双层印版,印刷精细线条、高分辨力的层次网线、反阴文字等均可取得良好的效果。

2. 无溶剂型柔印制版系统

杜邦 (DuPont) 公司的 Cyrel-FAST-System 是全球第一套无须溶剂处理的柔性版印版加工系统,这套完整的印版加工系统包括 Cyrel FAST 100 TD 显影处理机和 Cyrel FAST FD1 柔性版印版。可制作印版最大尺寸为 73.2cm×120cm,厚度从 1.14mm 到 2.84mm。网点复制可达到 48 线/厘米分辨率下 2%~95%,可以采用水性、溶剂型和紫外固化型油墨实现图像还原,适合于在铝箔、折叠纸盒和饮料包装印刷中应用。这种印版只需极短的制版时间。

3. 数字激光直接雕刻制版系统

激光直接雕刻的橡胶柔印制版工艺早在 20 世纪 80 年代就已经实现。1995 年出现了利用激光对感光树脂版材进行直接制版的技术。经过数年的发展,激光雕刻及激光成像技术正逐步成为柔性版直接制版的主要方法。

数字激光直接雕刻的印版及制版系统以金属滚筒表面涂一层树脂或套上一只塑料套筒,然后以电子整页拼版系统输出的信号采用激光将图像以数字化形式直接转移到印版上,将印版上的非图像部分由 CO₂ 激光进行烧蚀。受激光扫描部分的塑料分子气化而形成凹陷非图文部分。这样取消了原来的柔曝光,以及激光曝光、干燥与后处理过程中印版上图像部分硬化过程的耗时工艺。将此制版工艺与激光成像装置的优异性能结合,今后将会大大地减少柔印制版时间。

4. 数字制版技术 (CDI)

CDI 数字成像直接制版工艺过程所用设备与传统制版技术相同,只是所用版材与传统版材不同。CDI 版材的感光层最上面涂布了一层黑色的紫外线吸收层,该层对红外线也同样敏感。制版时,首先由直接制版机图像发生器发出的红外线激光将图像处的黑色吸收层烧蚀掉。裸露出下面的光聚合型感光层,由于光聚合型感光层对红外线不敏感,因此被激光烧掉