



“十二五”普通高等教育印刷工程专业规划教材



柔性版印刷技术

(第二版)

Flexography

Technology (Second Edition)

赵秀萍 顾 翀 主编



中国轻工业出版社 | 全国百佳图书出版单位

“十二五”普通高等教育印刷工程专业规划教材

柔性版印刷技术

(第二版)

赵秀萍 顾翀 主编

 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, 顾翀主编. —2 版.
—北京: 中国轻工业出版社, 2013. 8

“十二五”普通高等教育印刷工程专业规划教材
ISBN 978-7-5019-9368-0

I. ①柔… II. ①赵… ②顾… III. ①柔版印刷机—
印刷—高等学校—教材 IV. ①TS873

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 161946 号

责任编辑: 杜宇芳

策划编辑: 林 媛

责任终审: 劳国强

封面设计: 锋尚设计

版式设计: 宋振全

责任校对: 吴大鹏

责任监印: 张 可

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

印 刷: 北京君升印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2013 年 8 月第 2 版第 1 次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 14.75

字 数: 360 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-9368-0 定价: 36.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

100214J1X201ZBW

前 言

柔性版印刷是包装常用的一种凸版印刷方式。随着人们环保意识的增强,被誉为“绿色印刷”的柔性版印刷所占的比例不断上升,已逐渐成为广为采用的印刷方式之一,成为了一种发展最快、最有前途的印刷方式。

在我国,柔性版印刷方式已被越来越多的包装印刷业内人士所接受。国内厂家纷纷推出适合包装印刷需要的各种不同档次、不同规格的柔性版式印刷机,与之相配套的印刷设备和材料也将如雨后春笋般出现,为柔性版印刷在国内的壮大奠定坚实的基础。柔性版印刷在我国包装印刷领域的发展前景非常广阔。

本书第一版《柔性版印刷技术》于2004年出版,距今已将近10年,许多技术和工艺需要调整和补充。为此,在第一版的基础上,本书增加了第六章柔性版印刷用承印物和第十章柔性版印刷的质量控制,同时还对其他各章内容进行了修改和补充。由于本书是在第一版基础上完成的,因此后续工作也沉积着前版作者的大量的心血和劳动。

修订时,我们在保持第一版特色的基础上,努力更新内容,特别着力于收集反映柔性版印刷最新技术和水平的资讯。本书共分十章,第一章详细阐述了柔性版印刷的特点、应用领域及发展趋势,介绍了柔性版印刷的工艺流程和生产管理方式;第二章至第四章是柔性版印刷的印前处理技术及制版工艺;第五章和第六章介绍了柔性版印刷用油墨和承印物;第七章对网纹辊的种类、传墨性能、选配、加工方式和维护保养进行了说明;第八章在阐述了柔性版印刷机分类的基础上,分别说明了不同类别柔性版印刷机的组成和特点,并对典型的印刷机进行了介绍;第九章详细说明了柔性版的印刷及印后工艺;第十章对柔性版印刷的质量控制进行了阐述。

本书的框架构思和定稿由赵秀萍教授完成,累计承担编写20万字;第二版相关资料的搜集和内容调整由顾翀老师完成,累计承担编写达17万字。

本书有两个显著的特点,一是涵盖了柔性版印刷技术的最新发展动态和技术;二是原理分析深入浅出,配以大量的插图,方便读者的学习。

在此要特别感谢富林特公司柔印产品事业部在2011年和2012年举办的两期“大学柔印最新发展培训与实践”,着重讲述了当前柔印的最新发展技术,参与的各公司都给予了大量的技术支持。

本书适合印刷工程、包装工程及相关专业的教学使用,也可作为从事包装印刷以及柔性版印刷的技术人员的参考用书。

由于编者水平有限,书中难免会出现一些错误,请读者批评指正。

编者

2013年5月7日

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	1
三、柔性版印刷的应用范围	3
第二节 柔性版印刷的历史与发展趋势	5
一、柔性版印刷的现状	5
二、柔性版印刷的发展趋势	7
第三节 柔性版印刷的工艺流程与生产管理	9
一、柔性版印刷的工艺流程	9
二、柔性版印刷的生产工艺管理	9
复习思考题	12
第二章 柔性版印刷的印前处理技术	13
第一节 印前设计	13
一、柔印原稿的选择	13
二、柔印对印前设计的要求	15
第二节 柔版印前处理的独特性	17
一、网点增大补偿	17
二、印版变形补偿	21
三、补漏白技术（陷印技术）	23
第三节 分色阴图底片制作的数据化操作	27
一、制版数据的获得	27
二、分色阴图底片制作的数据化操作	28
复习思考题	31
第三章 感光树脂柔性版的制作	32
第一节 柔印版材	32
一、版材的特点	32
二、版材的种类	32
三、版材的选择	34
第二节 感光树脂柔性版的制作工艺	40
一、固体感光树脂柔性版的制作工艺	40
二、液体感光树脂柔性版的制作工艺	45
三、最佳制版时间的确定	46
四、柔性版材的储存	49
五、制版常见故障及排除	49

第三节 常见的柔性版制版设备·····	52
复习思考题·····	54
第四章 计算机直接制柔版技术·····	56
第一节 数字化制版工艺与传统工艺的比较·····	56
一、计算机直接制版版材 ·····	56
二、传统柔印制版工艺的不足 ·····	58
三、计算机直接制柔性版的优势 ·····	58
第二节 计算机直接制版系统·····	59
一、CDI 计算机直接制版系统 ·····	59
二、激光直接雕刻制版系统 ·····	61
第三节 计算机直接制套筒印版技术·····	63
一、平面感光树脂柔性版的缺陷 ·····	63
二、套筒技术 ·····	63
三、套筒技术的种类 ·····	66
第四节 柔印制版新技术·····	69
一、高清网点柔印制版技术 ·····	69
二、平顶网点制版技术 ·····	70
复习思考题·····	72
第五章 柔性版印刷油墨·····	73
第一节 溶剂型油墨·····	73
一、溶剂型油墨的组成 ·····	74
二、溶剂型油墨的种类 ·····	74
三、溶剂型柔性版油墨的印刷适性 ·····	75
第二节 水性油墨·····	75
一、水性油墨的特点 ·····	76
二、水性油墨的组成 ·····	76
三、水性油墨的印刷适性 ·····	78
四、水性油墨的使用要点 ·····	81
五、水性油墨的保存及利用 ·····	81
六、水性油墨的发展前景 ·····	81
第三节 紫外线 (UV) 固化干燥油墨 ·····	82
一、UV 油墨的定义及特点 ·····	82
二、UV 油墨的组成 ·····	82
三、UV 柔印油墨的干燥固化机理 ·····	84
四、UV 柔性版印刷油墨类型 ·····	84
五、UV 柔印油墨的性能 ·····	85
六、UV 光源与油墨的固化速度 ·····	86
第四节 水性 UV 油墨 ·····	87
第五节 柔印专色油墨的调配·····	89
一、油墨调配的基本原理 ·····	89

二、柔印专色墨的调配工艺	90
三、科学配墨的发展	91
复习思考题	92
第六章 柔性版印刷用承印物	94
第一节 纸张及纸板	94
一、纸张和纸板的分类	94
二、纸张和纸板的性能	94
三、常用纸板的种类及印刷适性	96
第二节 瓦楞纸板	97
一、瓦楞纸板的组成和结构	97
二、瓦楞纸板的种类	98
三、瓦楞纸板的性能与使用	99
第三节 塑料薄膜	100
一、塑料薄膜的组成	100
二、塑料薄膜的特性	101
三、常用塑料薄膜的种类与应用	102
四、表面极性处理	105
第四节 不干胶标签材料	108
一、标签的种类	108
二、不干胶标签材料	108
复习思考题	110
第七章 网纹传墨辊	111
第一节 网纹辊的种类和性能	111
一、网纹辊的种类	111
二、网纹辊的结构	112
三、网纹辊的性能比较	113
第二节 网纹传墨辊的传墨性能	114
一、网穴的形状和结构对传墨性能的影响	114
二、网纹辊线数对传墨性能的影响	116
三、网穴排列角度对传墨性能的影响	117
四、网穴的开口度对传墨量的影响	118
五、网穴容积对传墨量的影响	118
六、印刷速度对传墨性能的影响	119
第三节 网纹传墨辊的选配	119
一、根据印品的精细程度选择网纹辊线数	119
二、根据承印材料及印刷要求选择网纹辊线数	120
三、根据图文类型选择网纹辊	120
四、根据不同的磨损程度选择网纹辊	121
五、其他注意事项	122
第四节 网纹辊的维护与保养	123

一、网纹辊的保养	123
二、网纹辊的清洗	123
第五节 网纹传墨辊加工方法简介	125
一、网纹辊的加工方法	125
二、网纹辊表面的涂覆方法	126
复习思考题	127
第八章 柔性版印刷机械	129
第一节 柔性版印刷机的组成和分类	129
一、柔性版印刷机的组成	129
二、柔性版印刷机的分类	130
第二节 柔性版印刷机的输墨系统	133
一、墨斗辊-网纹传墨辊输墨系统(双辊式)	133
二、网纹传墨辊-刮墨刀输墨系统(刮刀式)	134
三、墨斗辊-网纹传墨辊-刮墨刀系统(综合式)	135
四、墨槽-刮墨刀系统(全封闭式双刮刀装置)	135
五、刮墨刀	136
第三节 机组式柔性版印刷机	137
一、基本构成	137
二、给料放卷部	137
三、进纸控制部	138
四、印刷部	139
五、烘干系统	140
六、涂布机组	140
七、模切机组	141
八、层压覆膜装置	142
九、收料复卷部	142
第四节 卫星式柔性版印刷机	143
一、卫星式柔印机技术特点	143
二、卫星式柔印机的主要组成	144
第五节 典型的柔性版印刷机	147
一、麦安迪(Mark Andy)机组式柔性版印刷机	147
二、捷拉斯(Gallus)机组式柔性版印刷机	150
三、纽博泰(Nilpeter)机组式柔性版印刷机	151
四、国产柔性版印刷机	151
第六节 柔性版印刷机的先进技术	154
一、中心直驱伺服技术	154
二、碳纤维气胀芯轴应用	155
第七节 柔性版印刷设备的维修和保养	155
一、柔印设备维修	155
二、柔印设备的保养	156

复习思考题	157
第九章 柔性版印刷及印后工艺	159
第一节 贴版工艺	159
一、贴版双面胶带的正确选用	159
二、贴版操作	162
第二节 印前准备与试印	165
一、柔性版印刷工艺流程	165
二、印前准备作业	165
三、试印	166
第三节 瓦楞纸箱柔性版印刷工艺	167
一、瓦楞纸箱柔印的优势	167
二、瓦楞纸箱的直接柔印工艺（后印刷工艺）	168
三、瓦楞纸箱的预印刷工艺	178
四、瓦楞纸箱的成型加工工艺	181
第四节 塑料软包装的柔性版印刷工艺	184
一、凹版印刷与柔性版印刷方式的比较	184
二、软包装柔印工艺	185
三、复合加工	187
第五节 烟盒包装的柔印工艺	189
一、烟包的工艺设计	189
二、烟包的柔性版印刷工艺	191
三、烟包的印后加工工艺	193
第六节 不干胶标签柔印工艺	195
一、柔印工艺	195
二、不干胶标签的印后加工	198
三、不干胶标签的自动检测系统	200
复习思考题	201
第十章 柔性版印刷的质量控制	202
第一节 柔性版印刷质量的评价方法	202
一、主观评价方法	202
二、客观评价方法	204
三、综合评价方法	208
第二节 柔性版印刷质量的检测	208
一、柔性版印刷质量检测内容	208
二、检测方法	209
第三节 柔性版印刷质量的控制	210
一、测控条的使用	210
二、测试版的使用	212
三、统计质量控制方法	213
第四节 柔性版印刷的国家标准	215

一、柔性版国家标准	215
二、其他常用国家标准	217
复习思考题	218
参考文献	219

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

1. 柔性版印刷定义

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 月的美国第 14 届包装会议上将苯胺印刷改称为“flexographic process”，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承印材料上。

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。我国标准化组织在《GB/T 9851.3—2008 印刷技术术语第 3 部分：凸版印刷术语》中对柔性版印刷（flexographic printing）的定义是：用弹性凸印版将油墨转移到承印物表面的印刷方式。

2. 柔性版印刷原理

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。其核心是简单而有效的供墨系统，如图 1-1 所示。墨斗中的油墨经墨斗辊传递给油墨定量辊（网纹辊），网纹辊上装有反向刮墨刀。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，从而使油墨转移到承印材料上。可见，柔性版印刷的印版是直接通过网纹辊供墨的，因此墨路相对平版胶印短得多。

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，与凹印

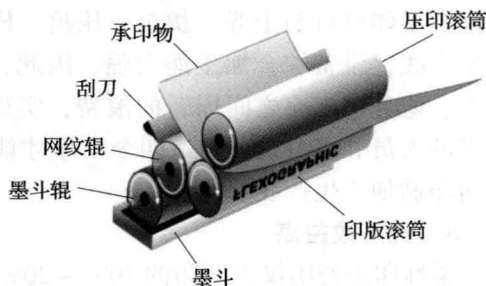


图 1-1 柔性版印刷装置

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,柔软可弯曲、富于弹性

柔性印版肖氏硬度一般在 $25^{\circ} \sim 60^{\circ}$, 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 $4 \sim 10\text{kg}/\text{cm}^2$, 柔印压力 $1 \sim 3\text{kg}/\text{cm}^2$), 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、设备简单、费用低

一般情况下, 制作一副多色的凹版滚筒的周期为 $5 \sim 10$ 天, 而柔性版印版制作周期为 5h 左右。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 $40\% \sim 60\%$, 为凹印生产线价格的 $1/3$ 。

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唯一一种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。柔性版印刷以其水基油墨的印刷方式、不含挥发性有机化合物, 成为公认的绿色环保的印刷方式。

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。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。所以, 人们将柔性版印刷机称为印刷加工生产线。

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 $1\% \sim 2\%$, 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, 柔印产品网点增大量大, 层次不如凹印和胶印丰富, 但目前网线版已能印制 175lpi (70l/cm) 的彩色印刷产品。

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, 是一种几乎可以应用于任何承印物的印刷方式。

1. 在包装产品上的应用

(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, 如图 1-2 所示。这类产品的印刷原来一直被凹版印刷独占。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, 仍将是这一领域最具应用前景的印刷工艺。



图 1-2 软包装制品

(2) 瓦楞纸箱的印刷 长期以来瓦楞纸箱大多作为运输包装使用, 在其上印刷的内容也都是对印刷精度要求不高的单色线条稿及文字稿, 因此柔印技术在瓦楞纸箱印刷行业占有绝对优势, 这也是柔印在国内应用最早、最广的包装领域, 如图 1-3 所示为空调用包装箱。随着运输包装开始兼顾越来越多的促销功能, 在瓦楞纸箱上印刷的内容开始向色彩更为丰富的半色调图文发展。通过引入柔版预印技术, 在某种程度上解决了柔印瓦楞纸箱在物理性能和外观上的双重要求。不过对于一些高档的瓦楞彩箱, 这种形式的包装对于包装结构和在其上印刷的图文都有更高要求, 传统胶印在这一部分市场仍占有一定份额, 柔印工艺若想完全占领这一包装领域, 仍需在原有工艺水平上做相应提高。

(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, 如图 1-4 所示。连线柔印机的印刷质量和生产效率优于凸印商标印刷机。



图 1-3 柔印空调瓦楞纸箱



图 1-4 不干胶标签产品

(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,食品、医药卫生用品等领域的折叠纸盒都是柔印的市场,如图1-5所示。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。



图1-5 柔印折叠纸盒

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。调查显示,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也将占有一席之地。

2. 其他方面的应用

(1) 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。

(2) 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为主。

(3) 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。

(4) 教科书的印刷 新闻出版总署、教育部、环境保护部联合印发《关于中小学教科书实施绿色印刷的通知》,宣布自2012年秋季起各地中小学教科书30%应采用绿色印刷,再经过1~2年基本实现全国中小学教科书绿色印刷全覆盖。

实际上,早在2010年,上海对两种中小学秋季教科书采用了柔版印刷,2012年又尝试对3种中小学春季教科书采用柔版印刷,如图1-6所示。

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。



图1-6 物理教科书柔性版印刷品

第二节 柔性版印刷的历史与发展趋势

一、柔性版印刷的现状

1. 国外柔印的发展与现状

早期的柔性版印刷采用手工雕刻的橡皮、染料油墨印刷,在德国称为橡胶版印刷。

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 (Dupont) 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。

据日本《印刷情报》2011 年第 4 期消息,美国全美印刷器材会下属的印刷工业市场信息调研会发布的《世界柔印市场发展趋势》调研报告表明,柔印正在快速向世界各地普及,目前仍主要用于包装印刷方面。从印量看,包装柔印印刷品占柔印印刷品总印量的 90% ~ 92%,其余不到 10% 的印量分布在证券印刷、医药品印刷和电子元器件印刷等领域。2009 年,世界包装印刷市场规模为 4400 亿美元,柔印包装印刷市场为 2630 亿美元,占包装印刷全部市场的六成。其中,瓦楞纸箱印刷额为 1250 亿美元,占 47.5%;软包装印刷额为 810 亿美元,占 30.8%;标签印刷额为 560 亿美元,占 21.3%;折叠纸盒印刷额为 12 亿美元,占 0.5%。

软包装是柔印的第二大市场,软包装印刷的柔印比例在多数地区占比都较高,如北美为 75%、南美为 82%、欧洲为 57%,但亚太地区仅为 10%。在世界软包装印刷市场中,柔印已占有 64% 的市场份额,成为软包装印刷的主角。

在美国,柔性版印刷已与人们的生活息息相关。超级市场那些包装上所显示的款式、服装上的亚麻布纹的修饰,均是采用柔性版印刷完成的。在百货商店处处可见柔性版印刷制品:塑料袋、纸袋;日常的牙膏皮、牙膏盒,橙汁所用的纸盒、玻璃瓶,包装早餐花卷、面包所用的保鲜塑料袋等都是柔性版印刷的。

除包装印刷外，柔印最有发展前途的领域是印刷电子产品。世界印刷电子产品市场 2008 年只有区区 300 万美元，预计 2020 年将猛增到 890 亿美元。

2. 我国柔印的发展与现状

在我国，柔性版印刷起步较晚，发展比较缓慢。20 世纪 80 年代初，我们才开始引进简易的层叠式柔印机和制版机，采用美国杜邦公司生产的 Cyrel 版材，将使用柔性版印刷工艺引入塑料薄膜和纸张、纸板印刷，形成了中国柔性版印刷方式的初级阶段，对我国制袋和软包装印品质量的提高，起到了推动作用。

(1) 柔印产业现状 目前中国的柔印产业链已经形成，无论是印刷设备还是印刷耗材都实现了国产和进口并重。据调查，国内包装印刷企业应用的从国外引进的柔印机（包括窄幅、宽幅）及国内自行研制开发生产的窄幅柔印机，大部分生产线分布在上海、北京、浙江、广东、陕西、云南等地。其中上海紫光提供的窄幅机组式柔印机在国内享有盛名，青州意高发和山东潍坊东航是国产宽幅机组式柔印机主要供应商，西安航天华阳、陕西北人开始致力于国产宽幅卫星式柔印机的研发。

到 20 世纪末，国内包装印刷企业引进的国外柔性版印刷机（有窄幅和宽幅、机组式和卫星式）及国内自行研制开发生产的窄幅柔性版印刷机，达到近 240 条生产线（其中进口的 170 条，国产的 70 条）。分布在除少数边远省区外的大部分地区，其中以上海、北京、浙江、云南、陕西、广东较多。

进入新世纪，柔性版印刷机的装机量仍然逐年提高。以机组式柔性版印刷机为例，2006 年的装机总量为 484 台，截至 2012 年 6 月 30 日，中国内地共安装机组式柔版机总量达到 1230 台，连续 6 年实现两位数增长，同时也是连续 4 年实现“增量过百”，体现了柔性版印刷机市场持续增温的趋势。柔版机供应商和各品牌机组式柔版机装机量及增量，如表 1-1 所示。

表 1-1 部分供应商国内装机量及增量一览表（截至 2012 年 6 月 30 日）

数据来源	品牌	装机量/台		增量/台	增长率/%
		上年	本年		
美国联合	麦安迪	90	96	6	6.7
	康可	14	14	0	0.0
基杜（中国）	基杜	9	16	7	77.8
上海亿迪	ETI	5	7	2	40.4
意高发	意高发	295	354	59	20.0
潍坊东航	东航	197	265	68	34.5
上海紫光	紫光	60	66	6	10.0
西安德鑫	德鑫	53	61	8	15.1

在 1230 台装机总量中，国产机为 927 台，占 75.4%，进口机为 303 台，占 24.6%。从国产品牌的装机量来看，意高发以 354 台的成绩稳坐第一；从进口品牌来看，位列第一的依然是麦安迪（不包括康可），遥遥领先于其他进口品牌。

从区域格局方面分析，中国内地已安装机组式柔性版印刷机的省、市、自治区为 30 个。广东、上海、浙江三省市为“第一梯队”，装机量均已超过 150 台，其中广东以 210 台的装机量领先，上海和浙江的装机量分别为 161 台和 155 台；身居“第二梯队”的是江苏和山

东,装机量分别是 94 台和 90 台。

按幅面与应用领域的角度分析,2011 年 7 月到 2012 年 6 月,中国内地新增的 156 台机组式柔性版印刷机中,窄幅机为 52 台,占装机增量的 33.3%;中幅机为 57 台,占 36.6%,宽幅机为 47 台,占 30.1%。窄幅机组式柔印机主要应用于标签、纸盒、纸袋、纸杯等印刷,目前,窄幅机组式柔性版印刷在标签印刷领域正获得较快增长,国内相当一部分标签印刷开始关注并引进窄幅机组式柔印机以替代传统的凸版印刷方式。而且,由于标签对印刷质量要求较高,也带动了高清网点、平顶点网点制版等创新技术的应用,并进一步促进柔性版印刷质量的大幅提升。中宽幅机组式柔印机主要用于纸袋、纸杯、纸碗、纸箱预印、装饰纸印刷等方面,特别是在纸箱预印、装饰纸印刷领域取得了不错的成绩。

(2) 柔印产业的市场现状 目前,柔印完全能满足烟草包装、医药包装、食品包装、标签印刷、等包装印刷品的要求,且能与印后加工工序联机完成印刷涂胶、模切烫印等多种加工,降低成本,提高生产效率。据统计,目前国内的柔印机用于烟草包装印刷的占 30%,用于标签印刷的占 15%,用于不干胶印刷的占 35%,其他印刷的占 20%。现在国内生产的餐具、纸杯、饮料包装,80% 都采用柔版印刷。出于食品包装安全的考虑,食品包装纸及包装盒的印刷,也将逐步采用柔版印刷,如麦当劳食品包装盒、伊利冰淇淋盒等都采用了柔印方式。据调查柔印每年的生产总值的增加比例在 15% 以上,占有包装印刷市场 15% 的份额,充分表明柔印在包装印刷业已越来越显示出其优越性,具有广阔的应用前景。

从全球来看,中国作为仅次于美国的第二大瓦楞纸箱生产国,年产纸箱约 300 亿 m^2 。从整个柔印市场来看,当前瓦楞纸箱的印刷成为国内柔印应用最好且比例最大的一部分。另外,国内的部分企业,已经认识到水墨柔印具有无污染、健康和环保的优势,加强了客户对产品质量的认同,如强生、雀巢、肯德基等产品包装都采用了柔印。事实证明,中国柔性版印刷市场具有很大潜力。

二、柔性版印刷的发展趋势

1. 柔印新技术

随着国内外对无毒绿色环保印刷——柔性版印刷需求量的渐增,这几年柔性版印刷有了迅速的发展,柔印领域的新技术新工艺主要表现在以下几个方面。

(1) 高清网点柔版技术 艾司科公司推出的高清柔印技术,集成了 4000 dpi 高精度光学系统和独特的加网技术,可实现更清晰、更准确的成像。高分辨率的光学系统可提供更清晰的文本和线条,更好的网点形状。高清柔印技术旨在提高柔印的质量,并真正成为和胶印和凹印可以媲美的一种印刷方式。

(2) 平项网点制版技术 平项网点制版技术是通过计算机直接制版技术来实现的,主要用于软包装的薄膜印刷领域,特别是配合高清柔印技术,可以提升软包装薄膜印刷实地和线条的实地密度和墨层的均匀性。在相同的印刷条件下,四色中的青色墨,实地密度较普通柔性版提高了近 0.4,非常接近于凹印的实地密度,这对我国柔印行业整体发展具有积极意义。

(3) 无溶剂热敏干式洗版技术 无溶剂热敏干式洗版技术,由杜邦公司于 21 世纪初发明并向全球柔印行业推广。该技术将曝光后的版材进行加热,熔化未曝光单体,并使用无纺布吸收熔化的单体,不再使用液体显影。

(4) 套筒技术 传统的带轴式版辊存在效率低,装卸版费时费工、安全性差、储存不