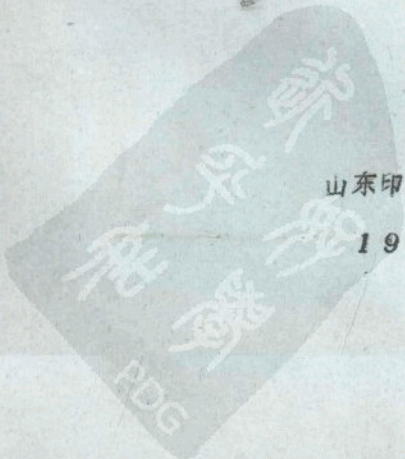

* 柔性版印刷 *
* *****

宋协祝

山东印刷技工学校

1990·4



目 录

第一节 柔性版印刷的沿革	1
一、柔性版印刷的沿革	1
二、柔性版印刷的特点	5
三、柔性版印刷的应用	12
四、柔性版印刷的发展前景	13
第二节 柔性版印刷的制版	17
一、柔性版印刷版材	18
二、柔性版印刷的制版工艺	28
三、柔性版印刷版材的性能	39
四、柔性版印刷版材的储存	44
第三节 柔性版印刷的印刷	45
一、柔性版印刷机	45
二、柔性版印刷机网纹辊供墨装置	81
三、柔性版印刷工艺过程	99
第四节 柔性版印刷油墨	105
一、柔性版油墨的种类及	105
二、柔性版油墨的性能	113
三、柔性版油墨的印刷性能	117
四、柔性版油墨的使用注意事项	123

五、柔性版油墨的印刷故障分析.....	127
第五节 柔性版印刷适性.....	138
一、柔性版印刷版材.....	138
二、柔性版印刷承印材料.....	144
三、柔性版印刷油墨.....	147
四、柔性版印刷压力.....	154
五、供墨网纹辊.....	165
六、柔性版印刷故障分析.....	172

第六章 柔性版印刷

柔性版印刷属于凸版印刷的范畴，由于柔性版印刷与传统的凸版印刷比较，在材料方面、印刷机结构方面及工艺方面有较大不同，因此将柔性版印刷列入特种印刷。柔性版印刷在近几年发展较快，兼有凸印、胶印和凹印三种印刷的长处，已逐步自成体系，成为一种比较成熟的特种印刷工艺。

第一节 柔性版印刷的沿革

柔性版印刷已有一百多年的历史，经历了一个漫长而又缓慢的发展阶段，随着机械、版材和油墨的创新改进，柔性版印刷工艺的优势明显地显示出来。柔性版印刷作为一种快速、最经济、应用范围最为广泛的印刷方法，其发展前景最为壮观。

一、柔性版印刷的演变

<一>初期发明阶段：（1840~1930年）

柔性版印刷是1839年由美国橡皮工业家O·古德伊（O·Good Year）发明橡皮以后所提出的印刷方法。

1853年，J·A·肯斯勒（J·A·Kingsley）发明的用于印刷的橡皮版混合物获美国专利第9548号。在此以后，柔性版印刷已在美国得到了应用。

一些历史学家认为，第一台柔性版印刷机是在1890年出现的。据完整的资料记载，柔性版印刷机是由法国的机械师C·A·霍尔韦(C·A·Holwey)发明的，他的发明获英国1908年第16519号专利，这种印刷机利用染料基苯胺印刷油墨来印刷一些简单的印刷品。当时这种印刷机称为橡胶版印刷机。

1910年，这种橡胶版着以苯胺印刷油墨的印刷方法在德国已比较发达。

1920年，此种印刷工艺传入美国始有阿尼林印刷的名称，即苯胺印刷。其后在美国将阿尼林印刷应用于包装材料的印刷，形成阿尼林印刷的兴盛。

1920年左右，在德国、英国和法国，柔性版印刷技术有了较大的发展，出现了各种新型的柔性版印刷机。当时以层叠式印刷机为主，同时还有少量中心压印滚筒式印刷机，有单色、双色和三色等不同机型。但由于控制油墨的技术很差，使印刷过程十分凌乱和肮脏，主要由于使用的油墨为水基染料油墨，质量很差。由于当时的印刷机、油墨和印版都不完善，加上缺乏印刷工艺方面的经验和知识，使柔性版印刷的应用范围很窄，仅用于纸类印刷，如说明书、包装纸等质量要求低的印刷品。

<二> 中期发展应用阶段(1930~1950年)

到了1930年，出现了玻璃纸等新型包装材料，由于这种透明

无吸收性的材料，很难用凸印和胶印方式印刷，而凹印又较为昂贵，非常适合于柔性版印刷。为了满足新兴包装材料玻璃纸的印刷要求，对印刷机进行了一系列改进，尤其在油墨、印版、操作方法、印刷机及其部件等进行了显著的改进，使柔性版印刷成为印刷包装材料的一种有效印刷方法。

三十年代中期，采用了卷筒式输纸和收纸装置，增设干燥装置，并可使印刷机和模切、边切、压痕、断料等后加工机械联接，形成流水作业线。由于柔性版印版技术的改进，使之应用范围进一步扩展，可以适应各种软包装材料、礼品包装纸、卫生纸包装材料、盒子封皮纸、商业单据等材料的印刷。

到了1940年，柔性版印刷技术更趋成熟，印刷机上普遍装置了干燥系统，并改进了传墨装置，采用网纹辊供墨。橡皮印版的制造技术也有所改进，采用合成橡胶取代天然橡胶，使印刷质量有了很大的提高。

四十年代后期，柔性版印刷机有了很大改进，其中最重要的是停机后墨辊的继续转动、印版的自动脱开、印版滚筒和压印滚筒的自动离合压。在装版方面，采用双面胶粘带将印版固定在滚筒上。油墨也已由无毒的颜料替代毒性的苯胺染料。

<三> 发展阶段(1950~1980年)

到了1950年，柔性版印刷技术设备和工艺有了很大的革新改进，油墨结构起了变化，已不使用苯胺染料作为油墨的主要组成成份，

但仍沿用阿尼林印刷这一名称。由于一提到苯胺一词，容易使人联想到有毒物质，而柔性版印刷主要用于包装行业，因此这一名称极不受欢迎。同时，印刷版材也采用柔性橡胶或感光合成橡胶凸版。

1952年，美国包装协会正式命名这种印刷为柔性印刷。

到了五十年代，市场上出现了一种新型透明塑料薄膜——聚乙烯，又一次推动了柔性版印刷的发展。聚乙烯材料对印在其上的油墨有一定的要求，改变了油墨配方，采用了以乙醇和烃类混合物作为溶剂的聚酰胺型油墨。对印刷机也作了改进，出现了共用压印滚筒式（即卫星式）及普通张力控制的柔性版印刷机，可高速地将图案印刷到极易拉伸的聚乙烯薄膜上，而且套色准确。

到了六十年代，柔性版印刷广为市场接受，尤以软包装印刷方面。经过对油墨的不断改良，使柔性版油墨干燥迅速，使纸、薄膜及铝箔等都可以迅速地印刷及回卷，还可以与其他工序直接联接。由于柔性版印刷技术上的革新和印刷质量的提高，不仅应用于纸类印刷，而逐步发展到塑料、玻璃、金属等印刷。

在七十年代，卫星式柔性版印刷机的应用日益增加，经改进的网纹墨辊以及反向刮墨刀的采用，使柔性版印刷工艺具备了达到优质三原色印刷所必不可少的印刷控制性能。1973年，弹性感光聚酯版的出现，提供了一种更新颖、更准确的印刷网线版的方法。

版的伸缩问题，柔性版印刷又向前迈进了一步。

到了八十年代，柔性版印刷已用来印刷报纸、电话簿及杂志等。

<四> 近期阶段（1980年至今）

近年来，柔性版印刷在报纸市场上的应用引起了人们的兴趣和关注。柔性版印刷被报纸业所接受，主要因为柔性版印刷经济性好，可将旧式凸版印刷机改装为柔性版印刷机，印迹干燥快且耐磨。

目前，世界上一些先进国家致力于柔性版印刷的研究，对柔性版印刷机结构、网纹辊、油墨、版材的进一步改进和创新，印刷机的电脑高速化，网纹辊采用激光雕刻的陶瓷辊代替传统的金属辊，网穴形状和网纹线数均有改变，油墨从醇性向水溶性及单溶剂方向发展。

柔性版印刷在我国的发展比较缓慢，近年来才开始萌芽发展，主要用于塑料薄膜、玻璃纸、铝箔、不干胶纸及其它一般纸张的包装装潢产品。随着工艺技术的不断提高，柔性版印刷将会得到广泛的应用及发展。

二、柔性版印刷的特点

<一> 柔性版印刷的特性

1. 柔性版印刷的工艺特性

柔性版印刷是一种特殊的印刷技术工艺，兼有凸印、胶印、凹印三者的特性。从其印版结构来说，它是图文凸起，高于空白，具

有凸版印刷特性；从其印刷适性来说，它是柔性橡胶版面与印刷纸张接触，具有胶版印刷特性；从其印刷对象来说，它是圆压圆轮转卷筒印刷，凡是凹印能承印的产品，它基本上都能替代，具有凹版印刷的特性。

< 1 > 与凸版印刷比较

①柔性版印刷压力为 1 kg/cm^2 左右，是轻压力印刷工艺，较金属凸版印刷的印版与压印液筒之间压力 30 kg/cm^2 左右要轻得多。因此，其运转速度可达到较高程度，一般为 $150 \sim 300$ 米/分钟，最高印速可达 760 m/分钟 。

②柔性版印刷压印时，印刷与纸张接触有一定弹性，因此装版时间比金属凸版印刷缩短，而且可以印刷纸张质量较差的印件，但对版材表面平整度要求高，一般不超过 $\pm 0.02 \text{ mm}$ 。

③柔性版印刷墨层厚度一般可达到 $5 \sim 10$ 微米，墨厚度和光亮度与金属凸版印刷相似，但柔性版印刷油墨流动性好，粘度小，可以自动循环使用。

④柔性版印刷适宜承印批量较大、版面适宜印卷筒塑料以及薄纸产品，质量较好；而承印批量较小、版面较大的厚纸产品效益不及金属凸版印刷。

< 2 > 与胶版印刷比较

①柔性版印刷压力为 1 kg/cm^2 左右，胶版印刷压力为： 5 kg/cm^2 左右，因此，其运转速度较胶版印刷高。

②柔性版印刷一般文字实地产品，墨层光亮度比较胶印好，但承印多色照相网点印刷质量不及胶版印刷，是由于网点扩大一般为20~100%，而胶版印刷网点扩大很小0~15%。

③柔性版印刷工艺操作较胶版印刷简单方便的多，生产运转稳定，纸张损耗率比胶版印刷低，生产流转周期缩短。

④柔性版印刷配套设备和前工序处理以及对生产车间温湿度要求较胶版印刷简单，设备投资较少。

<3>与凹版印刷比较

①柔性版印刷压力为 1 kg/cm^2 左右，而凹版印刷压力为 $11\sim 18\text{ kg/cm}^2$ ，一般产品质量基本接近。

②柔性版印刷套色准确精度比凹版印刷好，由于色与色之间距离在一米以内，承受拉力小。

③柔性版印刷墨层厚度为凹版印刷的60~70%，而油墨浓度比凹版印刷高40~50%，因此，干燥性好，便于叠墨套色。

④柔性版印刷制版时间仅及凹版的 $1/20\sim 1/30$ ，制版成本仅及凹版的10~20%。

2. 柔性版印刷的机械结构特性

柔性版印刷与凸版、胶版、凹版印刷机比较，其机械结构简单、精确度高。主要特性突出在：

<1>短墨路供墨装置。采用网纹辊给印版着墨是柔性版印刷所特有的。这一供墨装置一般由墨槽、墨槽辊、网纹辊组成。墨槽

是柔性版印刷机的盛墨容器，它与凸印机和胶印机的墨斗不同之处，在于没有调节墨量的螺丝，也没有墨斗刀片。墨槽辊一般为特制的橡胶辊，浸泡在墨槽中，对油墨有较强的抗蚀能力。同时，要有很高的圆度及柔韧性，才能将油墨均匀地从墨槽传送给网纹辊。网纹辊一般用金属制成，表面雕刻着相互交叉的网线，通常以每厘米雕刻的线数表示辊的精细程度，一般为80~200线/厘米，网线越细，印刷质量越好。采用短墨路网纹辊供墨，使印机结构大为简化，而且它使印版着墨均匀，有利于印刷质量的提高。

<2> 印刷液筒装置。柔性版印刷机的印版液筒一般用轻质合金铸成，对液筒表面的平整度要求很高，误差小于0.02mm。采用双面胶纸粘接固定印版。另外，还可机外装版，在印刷前可将印版装贴在备用液筒上，并可预先套准定位。压印液筒也是用合金铸成，液筒表面的平整度同样要求很高。压印液筒有实心、空心之分。

<3> 印刷机组的排列组合。柔性版印刷机通常为多色印刷机组，最典型的结构是层叠式印刷机，这类可进行双面印刷。另外还有卫星式印刷机，共用一个压印液筒；排列式印刷机，可由多个机组组成，还可同模切、压痕、制袋、复卷等后加工机械联机作业。用于报纸印刷，也可与折页装置连接。

<4> 印迹干燥装置。在柔性版印刷中，为了加速油墨的干燥，印刷机均有干燥装置，一般采用热风干燥。对于柔性版印刷油墨要

求印到承印物上后能快速干燥，但在印版及网纹辊上则不能干燥，以防止因油墨干燥而堵死网纹辊的网孔，而柔性版印刷油墨属溶剂型油墨，其干燥速度取决于溶剂挥发速度，只有加一热风干燥装置才能满足印刷的要求。

3. 柔性版印刷的版材特性

柔性版印刷版材具有一定的弹性，墨辊与版面只需轻微接触，印刷压力也可以很小。印版弹性的大小随着承印材料的不同而有不同的要求，版材的硬度在肖氏硬度35~65左右，反弹性在25%以上。

另外，柔性版印刷早期使用的橡皮版，制版工艺繁琐，平整度及精细度差，印刷的图象比较粗糙，这种版材已基本淘汰。现在使用的软质感光树脂版材，制版工艺简单方便，经过曝光、冲洗处理后，很快就能制出上机版，这种版材的图象印刷质量较好。

<二> 柔性版印刷的优缺点

柔性版印刷在众多印刷工艺中，是最经济和适应性最强的印刷方法，与其他印刷方法相比具有以下优点：

1. 柔性版印刷机结构简单，突出在短墨路网纹辊供墨装置，其传墨系统大为简化，减少了齿轮的传动，使能耗大大低于其它印刷机。印机价格较为便宜，投资成本低。另外，还可将目前使用的凸版印刷机改装成柔性版印刷机。

2. 柔性版印刷的制版周期短、速度快，制版工艺较简单，成

本低。版面平整度高，质量好，可减少上版时间。另外，可进行机外上版，提前在备用滚筒上装上印版，减少停机上版时间，提高了印刷机的利用率。

3、柔性版印刷前准备时间短，开机后很快即可达到合格的要求。柔性版印刷机大多为卷筒式供料，印刷速度快，一般可达150~300^m/分，高速机可达760^m/分。由于版材为弹性版，印刷压力较小，印机结构部件磨损轻微，而易于磨损的部件只有刮墨刀和网纹墨辊，因此机械操作简单，维修方便。

4、柔性版印刷其经济效益高。表现在投资成本低，能耗少；减少纸张的废纸率，目前凸印废纸率为4~7%，胶印废纸率7~15%，而柔性版印刷废纸率为1~2%，预计可降到1%以下；印版的耐印力高，一般可达80万印，最高可达百万印以上，制版、印刷效率很高。

5、柔性版印刷通过网纹墨辊和刮刀来准确地控制供墨量，可以保证良好的印刷质量。在印书印报方面，其印刷质量超过传统的凸版印刷和胶版印刷，网点印刷可达60线/厘米的胶印产品，而且在彩色印刷方面也取得了成功。

6、柔性版印刷应用非常广泛，可以选择各种承印物印刷，适应于塑料膜印刷，也适应于各种包装材料印刷，即使在较粗糙的纸张上，也能获得较好的印刷效果。柔性版印刷可选用各种不同的油墨，如水基油墨、醇类油墨、烃类油墨等，目前大量选用的水基

油墨可在纸张表面快速干燥，减少了油墨的渗透，防止粘脏、蹭脏和透印现象。由于墨路短，墨迹干燥快，可随时检查印品质量。

7. 柔性版印刷机规格广泛，可采用多种印刷形式。柔性版印刷机不仅可以从复卷的形式提供印刷品，而且还可与模切、压痕、涂布、制袋、涂蜡及单张裁切等后加工机械连接，也可与折页装置联机作业。

缺点：

①印版尺寸稳定性差，易造成变形及套印不准

②对细网线版复制质量较差，尤其是橡胶版只能复制60线/时以下的网线

③印版面保存性易受外界条件影响

④版面易为油墨、溶剂所腐蚀、溶胀

⑤油墨溶剂选用上受限，不能用芳香族酯类溶剂

⑥印刷过程中，油墨粘度不能保持恒定

⑦黑墨在印刷中的不稳定性明显，易产生堆墨现象。

⑧彩色复制的层次、色调再现不理想，网点扩大明显，明调趋向中间调，色彩不平衡，复制阶调较短

⑨网纹辊短墨路供墨虽为一大优点，但同时也带来新的问题，网纹辊精度要求较高，工作时必须小心为之

⑩印版成本较高，但总投资成本略低于胶凹印。

三、柔性版印刷的应用

随着柔性版印刷技术的不断改进和提高，柔性版印刷应用范围非常广泛，几乎可以应用于任何承印物的印刷。

<一>出版物印刷

柔性版印刷应用于出版物印刷是近期迅速发展起来的。主要用于杂志报刊、日报等各类新闻出版物，尤其应用于报业印刷所占比重越来越大；还用于电话簿、年鉴、小册子等书籍的印刷。

<二>包装装潢材料印刷

柔性版印刷最初先应用于包装材料的印刷，各种食品袋、纸制品、各种纺织品、瓦楞纸、玻璃纸、铝箔、塑料板材、各类树脂软包装材料；家具表面装饰材料、建筑用装饰材料、壁纸和其它室内设计及家庭用品的包装装潢材料等的印刷也采用柔性版印刷。

<三>金属电器产品印刷

印刷金属包装物和装饰金属片材等以及印刷线路板和其它电气元件。

<四>商业表格及证券印刷

应用于说明书、广告印刷品；无碳复写纸、收据；证券、合同书、信用券等。

目前，柔性版印刷在我国主要用于包装装潢材料的印刷，其它

领域应用较少。

四、柔性版印刷的发展前景

柔性版印刷是一种方兴未艾的印刷方法，将会有长足的发展，在印刷业中所占的比重会越来越来越大，作为发展中的一种印刷新工艺，就要对其改进、创新，使其成为更为完善、成熟的印刷工艺。

<一> 印刷机的发展

柔性版印刷机随着柔性版印刷技术的成熟和应用的扩大，结构越趋完善，主要表现在以下几个方面：

1. 印刷机的印刷部件

印刷机印刷滚筒组合向中心滚筒式发展，有利于套准精度的提高和印刷速度的加快。为了保证卷料在一个温度下进行压印，大滚筒内部用水进行温度控制，利用对水进行恒温控制系统使中心大滚筒表面温度保持在 30°C 左右。

供墨装置也由于陶瓷网纹辊的出现，它的耐腐蚀性能使用纹辊直接浸在墨槽里，从而省去了胶质墨辊，而采用双辊式供墨系统。另外，启用反向刮刀式供墨，可将多得的油墨由墨辊或纹辊上刮去，刮刀角度为 30° 左右。这种供墨装置能准确、稳定地供墨，并能应用粘度范围很大的油墨。

油墨循环系统可对油墨进行过滤、搅拌，防止油墨沉淀分离并保持一定粘度。

在印刷中途停机时，液压装置自动使印版随印版辊离开中心，大滚筒表面，以保持柔性印版，同时墨辊和网纹辊由单独电动机驱动作空旋转，防止油墨因网纹辊停止旋转而干结。

无缝印版滚筒的使用，使柔性版印刷又向前进了一大步。这种涂有感光性树脂的滚筒具有较高的印刷质量，制版速度快，并且备有各种大小的尺寸可供选用。快速活动套辊装置的发明，免除了储存大量不同规格辊的麻烦，可用来替换常规整版辊轴，在版辊上可以安装一个轻便玻璃纤维套，很快就能装换好。这种装置在承印短活和打样时特别经济。该装置可在各种不同机器间互换，任何材料的版都可以使用——激光雕刻橡皮版或手工刻版，连续图象光聚合版，或单块橡皮版，或拼合的聚合物版。

2、开复卷部件

柔性版印刷机的开卷和复卷装置有用一个纸卷的，也有用两个纸卷的快速接纸机组，为了发挥高速印刷能力，快速接纸机组已被广泛采用。

卷筒纸进给一直是柔性版印刷的根本工艺，单张纸进给只占很少一部分，但现在也已得到了广泛的应用。单张纸进给的印刷机可随时进行应急印刷，对于短版活和特殊印件非常适合。对特殊薄材料还可手动进给。

3、自动控制系统

为了在高速下获得稳定和高质量的印刷品，控制系统所起的作