

印刷

高等学校教材
工程专业系列教材



印后加工技术

钱军浩 主编



化学工业出版社
教材出版中心

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

印后加工技术/钱军浩主编. - 北京: 化学工业出版社, 2003.9

(印刷工程专业系列教材)

高等学校教材

ISBN 7-5025-4819-X

I. 印… II. 钱… III. 书籍装帧-高等学校-教材
IV. TS88

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 086749 号

高等学校教材

印刷工程专业系列教材

印 后 加 工 技 术

钱军浩 主编

责任编辑: 杨 菁

文字编辑: 焦欣渝

责任校对: 郑 捷

封面设计: 蒋艳月

*

化学工业出版社

出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

发行电话 (010)64982533

<http://www.cip.com.cn>

- *

新华书店北京发行所经销

北京市昌平振南印刷厂印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 15 1/2 字数 379 千字

2003 年 10 月第 1 版 2003 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4819-X/G·1276

定 价: 24.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

随着当今市场经济的日益发展,各类名优新产品如雨后春笋般地不断涌现。人们对商品的认识,除自身必需外,更重要的是来自于对商品的宣传。商品的外包装是表达其特点和性能的重要手段之一。如今,各行各业的生产厂商,已不再满足印刷包装行业仅仅文字、色块、简单图案等平常手段来介绍其产品,而是要求用新材料、新工艺、新技术、新构思、新造型对印刷品、包装物的表面进行修饰和装潢,以提高其品位和价值。

印后加工是现代装潢印刷技术的重要保证和实施手段,是产品实现增值的重要途径,尤其是包装印刷产品,很多都是通过印后加工技术来大幅度提高品质并增加其特殊功能的。从某种意义上讲,印后加工是决定印刷产品成败的关键,往往由于印后加工的质量问题而造成印刷品前功尽弃。

本书实际上分两大部分,上半部分主要介绍包装印刷品的印后加工技术。详细地论述了印后加工技术的工作原理、加工工艺、材料和设备,如覆膜、上光、模切与压痕、凹凸压印、烫印、复合、对裱与糊盒等。下半部分着重介绍了书刊类的装订技术,对平装装订、精装装订和特种装订技术进行了比较详细和系统的论述。全书针对每种类型的印后加工工艺,都详尽分析了各自的原理、工艺、材料、设备,另外,对其故障检查等方面也作了分析。因此,本书具有较高的指导价值,便于读者尽快掌握和理解。

本书技术新颖、实用性强,是全面了解和掌握当前印后加工知识和发展方向的专业技术书。另外,根据高等教育的特点及教材编写的基本原则,力求处理好基础理论与实际应用的关系,系统性、完整性与先进性的关系,并注意教材在教学上的适用性和启发性,便于学生自学,以着重提高学生分析问题和解决问题的能力。

本书可作为高等院校、中等专业学校印刷工程类专业的教学参考书,也可供广大印刷、包装行业的工程技术人员参考。

本书在编写过程中,得到了张逸新、须文波、唐正宁、孙寅、周春霞、王澜、陆瑞德、冯斌、周明香、陈晓红、张焜、李兆龙、衣永政等同志的大力帮助,并提供了很多有意义的建议,在此向他们表示衷心的感谢。

由于作者的专业水平和资料收集有限,书中难免出现错误,敬请广大读者批评与指正。

编 者

2003年7月

内 容 提 要

印后加工是保证印刷产品质量并实现增值的重要手段，对印刷品的最终形态和使用性能起着决定性的作用。

本书全面系统地介绍了印后加工技术的工作原理、加工工艺、材料和设备，包括覆膜、上光、模切与压痕、凹凸压印、烫印、复合、对裱与糊盒以及装订技术（平装装订、精装装订和特种装订），并给出了具体参数和方法。另外，对故障检查等方面也作了分析。

本书具有较高的实用价值，便于读者学习并尽快掌握操作技能，独立解决实际问题。本书可作为印刷、包装专业学生用的教材，也可作为高等职业学校、中等专业学校以及一些培训机构用教材，还可作相关企业、设计人员参考用书。

目 录

第一章 概述	1
一、印后加工的含义与分类.....	1
二、印后加工的重要性.....	1
三、印后技术的发展方向.....	2
第二章 覆膜技术	3
第一节 覆膜的特点及应用.....	3
第二节 覆膜材料.....	4
一、覆膜用胶黏剂.....	4
二、覆膜用塑料薄膜.....	6
第三节 覆膜设备.....	9
一、即涂型覆膜设备.....	9
二、预涂型覆膜设备.....	14
第四节 覆膜工艺.....	14
一、即涂型覆膜技术.....	15
二、预涂型覆膜技术.....	20
三、开窗覆膜技术.....	23
四、油墨与覆膜质量控制技术.....	25
第五节 覆膜常见故障及排除方法.....	28
第三章 上光技术	34
第一节 概述.....	34
一、上光的目的与意义.....	34
二、上光原理.....	34
第二节 上光涂料.....	35
一、上光涂料类型.....	35
二、上光涂料的组成.....	36
三、上光涂料的质量要求与选择.....	40
四、上光涂料常用配方.....	50
第三节 上光设备.....	51
一、上光涂布机构.....	51
二、上光设备.....	55
三、上光用辅料装置.....	58
四、上光干燥装置.....	58
第四节 上光工艺.....	61
一、上光工艺分类方法.....	61
二、上光工艺过程.....	62

三、影响上光质量的工艺因素分析	69
第五节 上光加工故障与排除	75
第四章 模切与压痕	79
第一节 模切压痕的特点及应用	79
一、产品的分类及特点	79
二、模压原理	79
第二节 模切压痕版的制作	80
一、模切压痕版的分类及特点	80
二、版面设计与制作	81
第三节 模切压痕工艺	85
一、加工工艺流程	85
二、加工工艺过程	86
三、工艺参数及其影响	86
四、模切操作	88
第四节 模切压痕设备	89
一、平压平模压机	89
二、圆压平模压机	91
三、圆压圆模压机	91
第五节 模切压痕加工中常见故障及处理	92
第五章 凹凸压印	91
第一节 凹凸印版的制作	91
一、凹版的制作	94
二、凸版的制作	95
第二节 凹凸压印设备	97
一、平压平型与圆压平型	97
二、圆压圆型	97
第三节 凹凸压印的工艺	98
第四节 凹凸压印的常见故障及其处理方法	101
第六章 烫印技术	103
第一节 烫印材料及其选用	103
一、电化铝箔	103
二、色箔烫印材料	107
三、色片烫印材料	108
四、金属箔烫印材料	109
五、其他烫印箔	111
六、烫印助黏料	112
第二节 烫印设备	113
第三节 烫印工艺	115
第四节 烫印技术的新近发展	120
一、采用高自动化、高效率烫印机	120

二、立体烫印技术·····	121
三、全息定位烫印技术·····	123
四、冷烫印技术·····	125
五、扫金技术·····	125
第五节 烫印常见故障及排除方法·····	126
第七章 复合技术 ·····	130
第一节 塑料薄膜的复合技术·····	130
一、塑料复合薄膜的特性与应用·····	130
二、塑料薄膜复合工艺·····	131
第二节 铝箔的复合技术·····	136
一、铝箔类材料及应用·····	136
二、铝箔材料的复合技术·····	138
第三节 复合材料的成型加工·····	139
一、复合材料的压花·····	139
二、复合材料的分切·····	140
三、制袋技术·····	140
第八章 对裱与糊盒 ·····	145
第一节 对裱卡纸·····	145
一、对裱卡纸的分类·····	145
二、对裱卡纸工艺流程·····	145
三、裱薄纸工艺流程·····	145
四、常见故障及处理方法·····	145
第二节 糊盒·····	146
一、糊盒方式·····	146
二、糊盒工艺流程·····	146
三、常见故障及处理·····	146
第九章 平装书籍装订技术 ·····	148
第一节 平装装订工艺基本知识·····	148
一、书籍装订含义与作用·····	148
二、书籍装订的常用术语·····	149
三、书刊装订方法及工艺流程·····	154
第二节 平装装订工艺及设备·····	154
一、裁切·····	154
二、折页·····	156
三、配页·····	163
四、订书·····	168
五、包封面·····	174
六、平装书籍装订联动线·····	178
第三节 平装骑马订工艺及设备·····	181
一、骑马订书的装订形式·····	181

二、骑马订书机·····	181
三、骑马订书机头的工作过程·····	183
四、铁丝订书机常见故障·····	183
第十章 精装书籍装订技术 ·····	185
第一节 精装书造型加工分类·····	185
一、书芯造型·····	185
二、书封壳造型·····	186
三、套合造型·····	188
第二节 精装书芯及其加工·····	189
一、书芯加工过程及要求·····	189
二、精装书芯硬衬加工及要求·····	196
三、精装用反应性热熔胶·····	196
第三节 精装书封壳及其制作·····	196
一、精装封面材料·····	197
二、精装书壳的造型·····	200
三、精装书壳各部分尺寸和计算·····	200
四、精装书壳烫印加工·····	202
第四节 精装书套合加工·····	203
一、套合形式·····	203
二、套合操作过程及要求·····	204
第五节 精装书联动生产线·····	205
一、精装书联动生产线操作过程及要求·····	206
二、精装书联动生产线操作顺序及要求·····	211
第六节 精装画册加工·····	212
第七节 豪华装·····	211
一、豪华装的特点·····	211
二、豪华装书芯造型加工·····	215
三、书脊背加工·····	218
四、封里·····	220
五、手工烫印·····	220
六、豪华装装饰书盒的制作·····	221
第十一章 其他形式的装订技术 ·····	223
第一节 异形装订·····	223
一、不规范的加工形式·····	223
二、畸形开本·····	223
第二节 古线装·····	225
一、古代书籍装订形式的演变·····	225
二、线装书册的加工·····	227
三、线装书函的加工·····	230
第三节 活页裱头装·····	232

一、活页袂头装的加工方法..... 233

二、活页袂头装的成型类型..... 233

第四节 数字印刷的装订工艺..... 235

一、数字印刷常采用的装订形式..... 235

二、数字印刷品装订的常见故障..... 235

第五节 我国装订技术的发展趋势..... 235

参考文献..... 237

第一章 概 述

一、印后加工的含义与分类

印刷技术是一个系统工程，主要划分为印前、印刷、印后加工三大工序。印后加工是使经过印刷机印刷出来的印张获得最终所要求的形态和使用性能的生产技术的总称。

不同印刷产品，印后加工的简繁程度差别很大。仅以纸类印刷品为例，报纸在印刷后只需折页和打包处理，期刊则增加了订本和裁切作业。但是，精美的画册、辞典、书籍等，就需要对书芯、封皮分别进行一系列考究的加工，才能获得坚固、耐用，便于翻阅，又具有较高欣赏价值的产品。至于各种包装印刷品则需要涂装亮光油或进行多层复合等加工，最后模切糊盒制出不同造型的容器。

印刷品印后加工，按加工的目的，可分为三大类。

(1) 对印刷品表面进行的美化装饰加工 如为提高印刷品光泽度而进行的上光或覆膜加工，为提高印刷品立体感的凹凸压印或水晶立体滴塑加工，增强印刷品闪烁感的折光、烫箔加工等。

(2) 使印刷品获取特定功能的加工 印刷品是供人们使用的，不同印刷品因其服务对象或使用目的的不同，而应具备或加强某方面的功能，如使印刷品有防油、防潮、防磨损、防虫等防护功能。有些印刷品则应具备某种特定功能，如邮票、介绍信等的可撕断，单据、表格等能复写，磁卡则具有防伪功能等。

(3) 印刷品的成型加工 如将单页印刷品裁切到设计规定的幅面尺寸，书刊本册的装订，包装物的模切压痕加工等。

二、印后加工的重要性

印刷品是科学、技术、艺术的综合产品，印刷品是否使读者赏心悦目，爱不释手，除内容外，视原稿设计的精美、版面安排的生动、色彩调配的鲜艳、装潢加工的典雅大方等而定，必须赋予印刷品以美的灵感。

当今，人们对印刷品的外观要求越来越高。而满足这一需求的主要途径，就是对印刷品进行精加工，通过修饰和装潢，提高印刷产品的档次。据有关资料统计，好的包装可使销售额提高 15%~18%。印后精加工成本的投入，远低于产品附加值、商品促销率、安全便利等使用价值的增加。

印刷品印后加工技术伴随着印刷术的发展及高分子材料工业和加工设备的开发而发展。印刷品印后加工作为印刷技术的补充，与印刷相结合，同适当的色彩、文字、图案等相配合构成均衡的画面，能产生动感和节奏感，形成强烈的视觉效果，给人以美的享受，并可以赋予印刷品以新的功能和新的生命。

印后加工是保证印刷产品质量并实现增值的重要手段，尤其是包装印刷产品，很多都是通过印后加工技术来大幅度提高品质并增加其特殊功能的。从某种意义上讲，印后加工是决定印刷产品成败的关键，往往由于印后加工的质量问题而造成印刷品前功尽弃。例如印刷精美的盒（箱）因为模切误差而不能成盒（箱）；书芯裁切歪斜不能成书等。

三、印后技术的发展方向

1999年,我国确定了中国印刷及设备器材工业到2010年达到“印前数字、网络化,印刷多色、高效化,印后多样、自动化,器材高质、系列化”28字技术发展方针要求,其中就有7个字“印后多样、自动化”,是关于印后加工的技术发展方向。如何正确理解其含义与发展目标十分必要。

1. 含义

印后多样化是指印刷后序加工(包括印品表面整饰、书刊装订和包装成型加工等)采用多种工艺和多种设备来完成。

印后自动化是指广泛采用自动化、连续化的工艺和设备,逐步改变手工和半机械化生产的落后状况,从根本上提高最终产品的质量和生产效率,并力争达到先进国家的一般水平。

2. 2010年前印后加工技术的发展目标

① 通过广泛采用多种印品整饰工艺(如紫外上光、压光、覆膜、过胶、上蜡、凹凸压印、烫金、打孔、打号、喷字等),提高印品的光泽性、耐磨性、耐腐蚀性和防水性。

② 通过广泛采用自动化、连续生产水平较高的折页、配页、锁线、平装胶订、无线胶订、骑马订、精装、裁切、打包等设备,提高书刊产品的外观和内在质量。

③ 通过多种包装成型工艺(如模切压痕、烫金、折叠糊盒、开窗、贴面、复合、分切、制袋等),满足迅速增长的包装市场多品种、高质量、短周期的需求。

④ 重点推广应用胶粘订工艺,开发和完善无线胶订单机和联动机、精装单机和联动线、自动切纸机。

⑤ 开发和广泛应用计算机包装设计应用软件、计算机控制的模切版激光切割机、雕刻机、刀具成型机,着重提高模切精度和模切加工速度。

⑥ 应用和开发高精度、高速度多功能的印刷与印后联机生产线。要使生产线各工序的加工时间节拍相同,形成不间断的运转,就要压缩一些工序的高工时,研究开发新型机电设备。例如:改变低速的平压平模切、打孔、压凸方式,应用圆压圆的滚式模切、滚式打孔、滚式压凸方式;改变烘干工序中的低速运行,应用高速热气垫;加大UV固化工序紫外灯的功率和采用UV灯高效散热结构等。

⑦ 印后加工设备向着自动化、深层次的方向发展。对印后装备要求具有一系列的功能,如:对加工印刷品尺寸、色彩以及设备故障等进行实时检测;对各加工工序参数、加工过程图文信息进行实况监视;对加工中的压力、张力、温湿度、计数、对准、排废等进行积极控制。在设备结构上,进行部件模块化、标准化设计,可实现部件模块快速互换,根据批量、工艺等因素,组合不同结构的生产线。目前柔性版生产线(包括不干胶生产线)和商业表格生产线已经形成各具特点的联机形式,这些联机还在不断更新换代。

⑧ 印后的工艺与材料按照环保、优质、简捷、廉价的思路发展,环保要求排在首位。面对含有化学成分、污染环境的工艺材料,必须寻求满足环保要求的解决方案。例如,针对上光、复合、涂布、印刷、清洗等工艺的污染问题,世界各国都在开发环保工艺和环保材料。近年来,有不少新产品问世,生产中也已见成效。如无溶剂复合(工艺与材料)、预涂覆膜、水性上光、水性印刷油墨等。

随着商品经济的发展和印刷产品的日趋彩色化、高档化、多样化,印刷品印后加工技术将会得到更大的发展,各种特殊的要求和性能也将会得到进一步的满足和完善。

第二章 覆膜技术

印刷品覆膜工艺（简称贴膜或覆膜），就是将塑料薄膜涂上胶黏剂，与纸印刷品经加热、加压后使之黏合在一起，形成纸塑合一的产品的加工技术。

经覆膜的印刷品，由于表面多了一层薄而透明的塑料薄膜，表面更加平滑光亮，从而提高了印刷品的光泽度和牢度，图文颜色更鲜艳，富有立体感，同时还起到防水、防污、耐磨、耐折、耐化学腐蚀等作用。

第一节 覆膜的特点及应用

1. 覆膜原理及特点

覆膜属于干式复合。热压复合前，胶黏剂涂布装置将胶液均匀地涂敷于塑料薄膜表面，经干燥装置干燥后，由复合装置对塑料薄膜与印刷品进行热压复合，最后获得纸塑合一的产品，其截面如图 2-1 所示。

从图 2-1 可以看出，覆膜产品的黏合牢度取决于薄膜、印刷品与胶黏剂之间的黏合力。实现一定黏合强度的基本条件，主要包括：胶黏剂分子对薄膜和印刷品表面的润湿、移动、扩散和渗透。

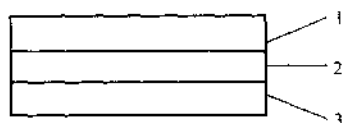


图 2-1 印刷品覆膜后的截面

1—塑料薄膜；2—胶黏剂；3—印刷品

胶黏剂与被粘物表面之间通过界面相互吸引并连接的力称为黏合力。覆膜时黏合力的来源是多方面的，但其中最主要的是胶黏剂与薄膜、印刷品的机械结合力和物理化学结合力。

胶黏剂与薄膜、印刷品之间的机械结合力，是胶黏剂渗入薄膜和印刷品孔隙内部固化后，在孔隙中产生机械键合的结果。机械黏合力的本质是一种摩擦力，通过加大粘接体两界面间的摩擦，从而提高剥离强度，达到黏合目的。

覆膜过程中，胶黏剂分子经过润湿、移动、扩散和渗透等作用，逐渐向薄膜和印刷品表面靠近，当其分子间距离小于 $10^{-3}\mu\text{m}$ 时，胶黏剂就与薄膜或印刷品产生物理化学结合力。这种结合形式主要有主价键结合和次价键结合两种。主价键力又称化学键力，存在于原子或离子之间，包括离子键、共价键及金属键三种不同形式。次价键力又称分子间作用力，包括范德华力和氢键力。

覆膜工艺按采用的原材料及设备不同，可分为即涂覆膜工艺和预涂覆膜工艺两种。即涂覆膜操作时先涂布胶黏剂，经烘干之后再热压，目前国内普遍采用，也称为湿式覆膜。预涂覆膜是将预先涂布好胶黏剂的塑料薄膜，作为商品出售，覆膜时进行热压，便可完成覆膜过程。覆膜设备无需有胶黏剂涂布装置（也称为干式覆膜），大大简化了覆膜工艺。因为覆膜设备不需要胶黏剂涂布加热干燥系统，操作十分方便，并且覆膜时无溶剂挥发，不污染环境，更重要的是这一工艺完全避免了气泡、脱层等覆膜故障的发生，因此此项工艺有着非常广泛的应用前景。

2. 覆膜的应用

印刷品覆膜是印刷品表面装饰加工技术之一，是印刷的辅助工艺。覆膜工艺广泛应用于

书刊、画册、封面、各种证件、广告说明书的表面装饰以及各种纸制包装制品的表面装潢处理。经覆膜的印刷品光亮夺目、色彩鲜艳，明显提高了印刷品的艺术品位和价值，对印刷品起到了保护作用，使之耐水、耐光、耐摩擦、防水、防污染，并且不会改变印刷品图文信息和色彩。

覆膜技术诞生于 20 世纪 50 年代，首先为美国陆军所采用。我国覆膜工艺是于 60 年代中期，受日本年历卡影响而得到启发，从而在印刷品上进行试验获得成功，并很快得到广泛应用。随着塑料薄膜复合技术和设备的引进、吸收，以及塑料薄膜、胶黏剂、溶剂等覆膜原材料制造工业的进步，印刷品覆膜技术已逐步形成一种独特的印刷品再加工手段。

第二节 覆膜材料

印刷品覆膜通常采用 EVA 类、聚氨酯、聚丙烯酸酯、橡胶类、聚酯类等溶剂型或乳液型胶黏剂。热压合前，胶黏剂涂布装置将胶液均匀涂敷于塑料薄膜表面，经干燥装置干燥后，由复合装置对塑料薄膜和印刷品进行热压复合，获得了纸-塑合一的产品。

一、覆膜用胶黏剂

1. 覆膜对胶黏剂的要求

覆膜是将印刷品和薄膜黏合在一起的工艺过程，较之同种材料的黏合（如纸-纸、塑-塑）更为复杂，因而对胶黏剂的要求也更加严格。特别是对于一些非极性的聚丙烯、聚酯薄膜与网点积分密度值较高、图文面积大、墨层较厚的印刷品的黏合，更是如此。因此用于覆膜的胶黏剂除具有其他胶黏剂的基本性能外，还必须具备适合覆膜工艺的特殊性能。例如：对胶黏剂黏度、固含量、黏合强度、干燥时间、表面张力值等各项指标，都有不同的较高要求，另外还必须满足以下特殊性能：

① 无色透明，不影响印刷品图文色彩，不因光照和日久而返黄、变色；

② 能在纸张、油墨层及塑料薄膜表面形成良好的润湿、扩散，并对其具有良好的粘接性能和持久的黏合力；

③ 有较好的耐油墨性，不易受印刷品油墨层中石油溶剂的侵蚀而引起颜色改变和黏合力下降；

④ 韧性好，具有较高的耐折性。

2. 胶黏剂性能对覆膜质量的影响

胶黏剂性能对覆膜质量的影响，主要是指胶黏剂内聚能、相对分子质量和相对分子质量分布以及胶黏剂内应力、黏度值、表面张力等对黏合强度的影响。

（1）极性的影响 覆膜用各类胶黏剂一般都含有极性基团，即为极性结构。

胶黏剂主体材料极性基团对黏合影响很大，胶黏剂的黏合强度与胶黏剂主体材料的基团的极性大小和数量多少成正比。吸附理论认为胶黏剂的极性越强，其黏合强度越大。但是，覆膜生产实践表明，这种观点仅适用于高表面能被粘物的粘接，对于低能表面被粘物来说，胶黏剂极性的增大往往会因其基团互相约束使链段的扩散能力减弱，导致胶黏剂的润湿性能变差，而使黏合强度降低。覆膜生产中采用的塑料薄膜由于种类、产地、表面处理工艺不同，其表面能亦不相同，甚至有较大差别。另外，印刷品的表面特性不同，表面能值也有很大差异。因此，对于不同印刷品的覆膜，应选用不同的胶黏剂。

（2）相对分子质量和相对分子质量分布的影响 胶黏剂的相对分子质量（主要指聚合

度)是很重要的参数。它对胶黏剂一系列性能起决定性的作用。一般情况下,黏合强度随相对分子质量的增大而升高,升高到一定范围后逐渐趋向一个定值。如果相对分子质量继续增大,由于胶黏剂的润湿性能下降,黏合界面发生界面破坏(两被粘物脱开),而使黏合强度严重降低。

胶黏剂平均相对分子质量相同而相对分子质量分布情况不同时,其黏合强度也不相同。例如,用聚合度为 1535 的聚丙烯酸酯组分甲和聚合度为 365 的聚丙烯酸酯组分乙混合制成的胶黏剂作黏合强度试验时,两种组分不同(相对分子质量分布不同),对剥离强度也造成影响。

低聚物与少量高聚物混合时,剥离强度适中,当高聚物与低聚物组分以 10:90 比例混合时可得到最大黏合强度。

(3) 内应力的影响 覆膜后的印刷品在固化过程中,胶黏剂层以及整个黏合体系存在着内应力。内应力一般来源于三个方面:其一是胶黏剂层在固化过程中因体积收缩而产生的收缩应力;其二是由于黏合体系,在受到热或冷却时产生的热应力;其三是复合材料在复合过程中,由于牵引拉伸而使被粘物(塑料薄膜、印刷品)和胶黏剂层的尺寸有较大的伸长,而形成的弹性应力。上述三种内应力产生后,一部分随着胶黏剂或被粘物分子运动而降低,但仍有一部分残留内应力。这部分内应力在黏合体系内的分布是不均匀的:在黏合界面的边缘,内应力比其他部位约高 30%;在黏合界面的气孔、空洞(胶黏剂漏涂处)周围内应力也较集中。特别是胶黏剂对被粘物润湿不良时,以上现象更为突出。

内应力大小与复合材料基材(塑料薄膜、印刷品)和胶黏剂的延伸率、塑性流动、热膨胀系数、胶黏剂的层厚及表面状态有关。降低胶黏剂层内应力及使应力集中作用缓和的方法有以下几种:

- ① 改变胶黏剂性质,加入易于产生分子蠕动或有助于主体材料产生分子蠕动的物料;
- ② 控制胶黏剂的黏度值在适宜的范围,实现胶黏剂对被粘物的良好润湿,减少涂布中出现的胶黏剂层气孔和空洞等漏涂现象;
- ③ 尽量选择同被粘物内应力相近似的胶黏剂;
- ④ 根据被粘物的使用及允许的加工工艺条件选择胶黏剂。

(4) 黏度及表面张力的影响 胶黏剂的黏度对胶黏剂的流动性、润湿性、涂布均匀度等有重要影响。覆膜用胶黏剂一般属溶剂型,应当对其涂布、干燥、复合等过程中黏度的变化予以考虑,使之在各个阶段都具有适当的黏度。

胶黏剂的表面张力也是影响胶黏剂润湿及渗透的一个重要因素。若胶黏剂的表面张力比被粘物小,或者说,被粘物的表面张力比胶黏剂大,就容易润湿,也就容易黏合。如不容易黏合的聚乙烯薄膜,经电晕处理后临界表面张力由 $3.1 \times 10^{-2} \text{ N/m}$ 增大至 $3.8 \times 10^{-2} \text{ N/m}$ 以上,就变为容易黏合的材料,并能够获得理想的黏合强度。表面张力较低的胶黏剂润湿性能好,易于涂布、渗透、扩散,适用范围较宽。因此在实际覆膜生产中,往往采用黏合强度高的胶黏剂,为使其达到适当的表面张力,常加入少量的表面活性剂(一般为 0.1%~0.25%),这样既改善了胶黏剂的表面张力值,又可保证胶黏剂的黏合强度。

3. 覆膜常用胶黏剂

覆膜常用的胶黏剂有溶剂型、醇溶型、水溶型和无溶剂型等。溶剂型胶黏剂具有很好的稳定性,但是仍然大量地使用芳香烃类、有机酯类溶剂,有碍操作者健康并污染环境。醇溶型和水溶型胶黏剂低毒甚至无毒有很大优势,且成本低,但黏合牢度不够理想,性能稳定性

较差。常用胶黏剂的综合性能见表 2-1 所示。

表 2-1 覆膜常用胶黏剂综合性能比较

类 型	品 种	干燥能耗	稀释稳定性	设备维护	污染状况
溶剂型	EVA 树脂类胶黏剂	较低	好	容易	较大
	丙烯酸酯类胶黏剂	较低	好	容易	较大
	聚氨酯类胶黏剂	较低	好	容易	较大
	聚酯类胶黏剂	中等	较好	容易	较大
	丁苯橡胶类胶黏剂	较低	好	容易	大
	异丁烯橡胶类胶黏剂	较低	好	容易	大
醇溶型	丙烯酸酯类胶黏剂	中等	好	容易	较小
	聚氨酯类胶黏剂	中等	好	容易	较小
	聚酯类胶黏剂	中等	较好	容易	较小
水溶型	EVA 类胶黏剂	较高	不够稳定	较容易	小
	丙烯酸酯类胶黏剂	高	不稳定	较容易	小
	聚氨酯类胶黏剂	较高	较稳定	较容易	小
	聚酯类胶黏剂	高	不够稳定	较容易	小

二、覆膜用塑料薄膜

对于覆膜工艺来说，塑料薄膜有着不可替代的作用，它是覆膜材料的主体。随着塑料工业及石油化工工业的不断发展，被用于覆膜的塑料薄膜的种类正在不断开发，日益增多。目前我国塑料薄膜的生产方法主要是挤出法和压延法：挤出法适用于生产各种厚薄规格的薄膜；压延法一般生产 0.05~0.3mm 范围内的薄膜。挤出法又分为使用圆模口机头的吹塑法和使用狭缝机头流延法。流延法生产的塑料薄膜宽度比吹塑法宽，可达 4m，可以直接生产复合薄膜。压延法的生产设备制造精度要求很高，主要有二辊、三辊、四辊和五辊等形式的压延机，以三辊和四辊最为普遍，五辊用得还很少。塑料薄膜的生产设备还包括各种处理设备，比如材料拉伸机，可使薄膜经处理后在纵向和横向产生拉伸预应力等，以提供不同物理性能的塑料薄膜，适应不同的需要。

1. 覆膜对薄膜基本性能的要求

对于覆膜薄膜，不论采用哪种类型和体系，均需符合下列基本要求。

(1) 厚度 薄膜的厚度直接关系到透光度、折射率、覆膜牢度、机械强度等方面，根据薄膜本身的性能和使用目的，覆膜薄膜的厚度在 0.01~0.02mm 之间较合适。国内这类用途的塑料薄膜均为 0.02mm 厚，国外 0.01mm 厚的较普遍，覆膜效果要好一些。

(2) 表面张力 用于覆膜的塑料薄膜需经过电晕处理，或采用其他方法处理过，其处理面的表面张力应达到 0.04N/m² (40dyn/cm²)，以便有较好的润湿性和黏合性能。同时，电晕处理面要均匀一致。

(3) 透明度和色泽 对直接覆于印刷品表面的塑料薄膜来说，它的透明度越高越好，以保证被覆盖的印刷品的最佳清晰度。透明度以透光率表示，即透射光与投射光的百分比。聚酯薄膜的透光率一般为 88%~90%；其他几种塑料薄膜的透光率通常在 92%~93% 之间。

(4) 耐光性 耐光性系指塑料薄膜在光线长时间照射下变色的程度。用于覆膜的塑料薄膜应具有耐光性。具有良好的耐光性，即便经过长期使用和存放仍然透明如故。比如聚碳酸酯薄膜和其他薄膜相比，在同样的条件下就容易变成微黄色。

(5) 机械性能 塑料薄膜在覆膜工艺操作中要经受机械力的作用，因此，必须使薄膜具

备一定的机械强度和柔韧特性。塑料薄膜的机械强度要用拉伸强度、断裂延伸率、弹性模数、冲击强度和耐折次数等技术指标表示。拉伸强度是指薄膜在外力的作用下发生断裂时，在单位面积上所受到的机械拉力，用每平方米薄膜所能承受的最大拉力表示，其单位为 kg/mm^2 。断裂延伸率是指薄膜被拉断时所产生的纵向伸长与拉伸之前长度的比值，用百分数表示。弹性模数也叫杨氏模数，是指薄膜在机械拉力的作用下产生变形所需要的应力，单位为 dyn/cm^2 ($1\text{dyn/cm}^2=0.1\text{Pa}$)。冲击强度是指单位面积的薄膜被单位质量的自由落体以一定的距离降落冲断时所需要的强度。耐折次数是指以一定角度和拉力来回折叠薄膜直至断裂时的折叠次数。用于覆膜的塑料薄膜，应该具有较强的机械强度。

(6) 几何尺寸稳定 塑料薄膜的几何尺寸不稳定、伸缩率过大，不但在覆膜操作时会出现麻烦，而且还会使产品产生皱纹、卷曲等严重质量问题。因而，要求塑料薄膜的几何尺寸要稳定。表示几何尺寸稳定性通常用如下技术指标：吸湿膨胀系数，即薄膜吸湿前后的水平膨胀比值；热膨胀系数，指在不同温度下塑料薄膜遇热前后水平膨胀的比值；热变形温度，指塑料薄膜遇热变形时临界温度；抗寒性，用薄膜在低温下受冲击，韧性变化的大小来表示。

(7) 化学稳定性 塑料薄膜在工艺操作中要和一些溶剂、胶黏剂以及印刷品的油墨层接触，因此，要求它必须具有一定的化学稳定性，不受化学物质的影响。

(8) 外观 塑料薄膜应该膜面平整、无凹凸不平及皱纹。膜面凹凸不平或有皱纹会使涂胶不均匀，低凹处难以粘接，严重影响覆膜质量。同时，还要求薄膜无气泡、缩孔和针孔以及麻点等，膜面清洁、无灰尘、无杂质、无油脂（斑）等污染。

(9) 其他 塑料薄膜还需厚薄均匀，横、纵向厚度偏差小。另外，复卷要整齐，两端松紧要一致，因为覆膜机调节有限，一端松一端紧会使上胶不均匀。当然，薄膜作为覆膜的主要原材料还要成本低。

2. 覆膜常用塑料薄膜的种类及特点

塑料薄膜是以高分子化合物为基本成分的薄膜材料的总称。塑料薄膜的命名，基本上以所用树脂原料为准，例如：以 PVC 树脂为原料生产的薄膜被叫做 PVC 薄膜；以 PE 树脂为原料生产的薄膜，被叫做 PE 薄膜，其他塑料薄膜的命名亦如此。部分塑料薄膜的名称及代号见表 2-2。

表 2-2 部分塑料薄膜名称及其代号

名 称	代 号	名 称	代 号
聚乙烯膜	PE	软质聚氯乙烯膜	B. PVC
低密度聚乙烯膜	LDPE	硬质聚氯乙烯膜	H. PVC
高密度聚乙烯膜	HDPE	聚偏二氯乙烯膜	PVDC
吹塑聚丙烯膜	IPP	聚乙烯醇膜	PVA
未拉伸聚丙烯膜	CPP	聚酯膜	PET
双向拉伸聚丙烯膜	BOPP	拉伸尼龙膜	NY
聚氯乙烯膜	PVC	聚碳酸酯膜	PC

3. 塑料薄膜表面特性与覆膜质量的关系

覆膜的实质是胶黏剂对印刷品（纸张）及塑料薄膜的黏合，覆膜质量不仅和胶黏剂的性质有关，更重要的是还与被粘物——印刷品、塑料薄膜的表面性能有着十分密切的关系。这里，仅对塑料薄膜表面特性与覆膜质量的关系加以阐述。

(1) 塑料薄膜的表面能 关于被粘物体的表面能与体系的黏合强度的关系,理论与实践都已证明,在一般情况下,黏附体系的黏合强度随着被粘物体的表面能的增加而提高。

塑料薄膜的表面能通常是最低的,如聚乙烯的临界表面张力只有 $3.1 \times 10^{-2} \text{ N/m}$,聚丙烯的临界表面张力是 $3.4 \times 10^{-2} \text{ N/m}$ 。高能表面可使液体在上面展开,而低能表面将使液体在上面形成不连续的液体。因此,为了使胶黏剂能在被粘塑料薄膜表面上展开,薄膜就需要有足够的表面能或表面张力。具体地说,就是为了使塑料薄膜表面能够被胶黏剂浸润,薄膜的临界表面张力应接近或大于覆膜胶黏剂的表面张力。有了良好的浸润,才有可能形成胶黏剂与塑料薄膜表面分子间的紧密接触,否则,黏合界面存在空气,减少了有效的接触面积,并由于应力集中使黏合破坏。通常,用于覆膜的塑料薄膜,其表面张力应达到 $3.7 \times 10^{-2} \sim 3.9 \times 10^{-2} \text{ N/m}$ 。

塑料薄膜的表面能主要取决于塑料薄膜表面的化学结构,许多表面处理方法都是通过不同程度地改变塑料薄膜表面化学结构来提高其表面能。

(2) 极性 一般情况下,黏合主要是靠胶黏剂同被粘物分子间次价力的作用。分子间的作用力包括范德华力和氢键。范德华力包括色散力、偶极力、诱导偶极力。聚乙烯、聚丙烯分子中没有极性基团,是典型的非极性高分子材料。用非极性胶黏剂黏合它们时,仅能靠两者分子间的色散力的作用,黏合不牢;当用极性胶黏剂黏合极性塑料薄膜时,两者分子间的作用力除色散力之外,还有偶极力,某些情况下,还有氢键力,因此覆膜效果较好。

只有当分子间的距离达到约 $10^{-3} \mu\text{m}$ 时,分子间才能产生作用力。因此,为了获得理想的覆膜效果,胶黏剂必须浸润塑料薄膜表面。极性胶黏剂对非极性的塑料薄膜表面的润湿性差,两者分子间的作用力很弱。

通过对塑料薄膜表面进行处理,非极性塑料薄膜表面引入极性基团,可以提高塑料薄膜表面的极性,同时也能提高其表面张力,这样既有利于改进极性胶黏剂对塑料薄膜表面的润湿能力,又增加了两者分子间的作用力,从而提高覆膜牢度。

(3) 表面清洁度 目前,企业里的车间密封条件差,空气洁净度低,塑料薄膜的表面极易吸附空气介质中的灰尘、水分、油脂等其他物质,这是一种普遍的物理吸附现象。这些附着物会阻碍胶黏剂对塑料薄膜表面的浸润,减少它们之间的相互接触,会严重影响覆膜牢度,所以,应尽量避免和去除这些附着物。

4. 塑料薄膜的表面处理

塑料薄膜是否需要进行处理,主要取决于该种塑料薄膜的表面自由能、极性等因素,通常,若表面自由能低于 $3.3 \times 10^{-2} \sim 3.5 \times 10^{-2} \text{ N/m}$,则该种塑料薄膜就必须进行表面处理。如前所述,由于用于覆膜的多数塑料薄膜属于非极性、低表面能的难黏合材料,此外由于弱表面层、清洁度差等因素影响,对这类塑料薄膜材料在出厂前,生产厂必须对其进行表面处理,这一程序可使薄膜表面氧化,生成羰基、羧基之类的极性基团,并使薄膜表面洁净,从而提高膜面的自由能,增加有机溶剂、胶黏剂对薄膜表面的润湿能力和黏附能力。经过表面处理的塑料薄膜其表面张力应该达到 $37 \times 10^{-2} \text{ N/m}$ 或更大些,才能符合覆膜工艺要求。

对塑料薄膜表面的处理方法有数种,常用的有:化学处理法、电晕放电处理法以及光化学处理法等。限于篇幅,关于处理方法的内容,这里就不再多述。