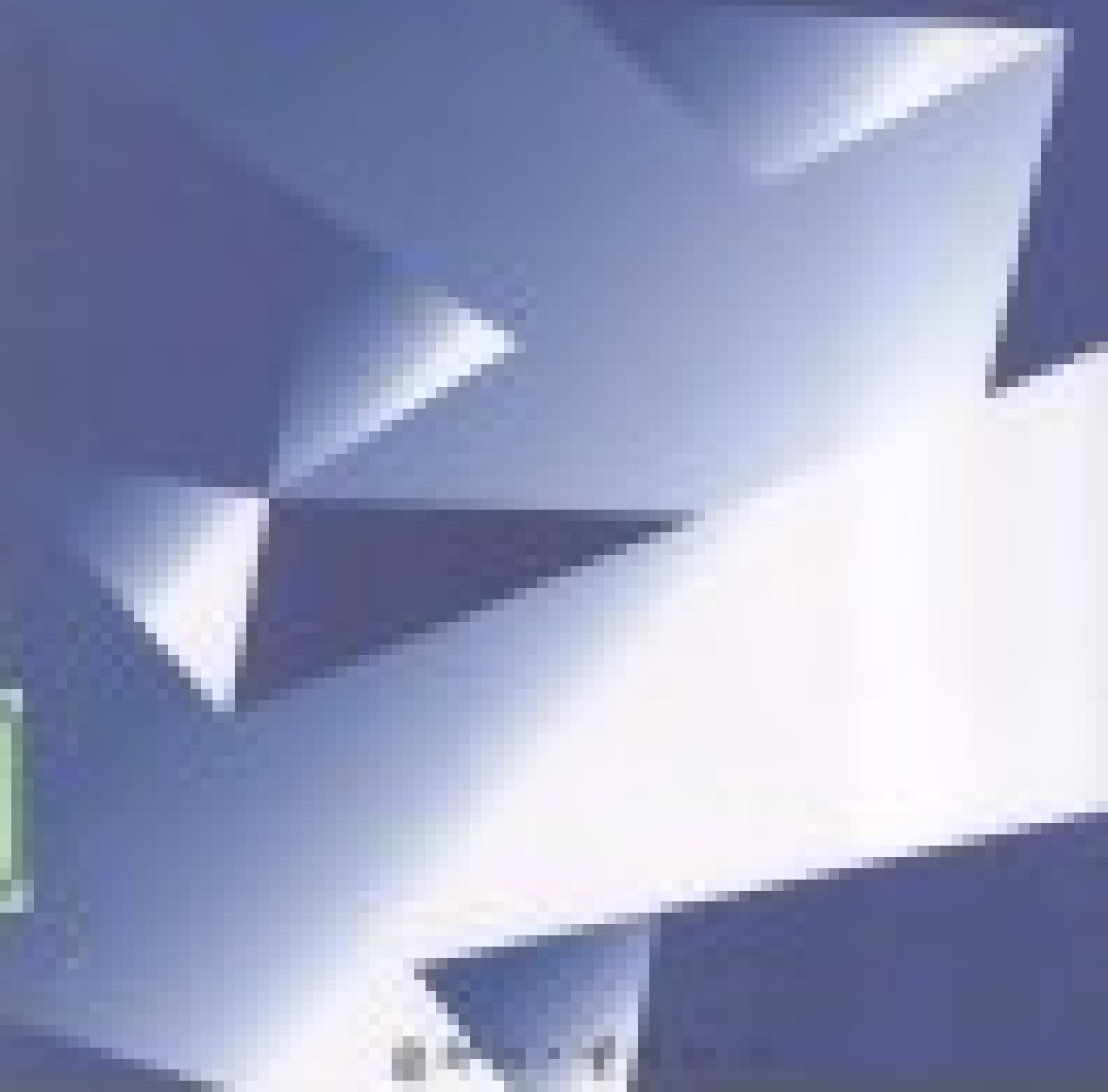


绿色包装 印刷工艺及材料

杨祖彬 戴宏民 主编

绿色包装 印刷工艺及材料

—— 绿色印刷 ——



绿色包装印刷工艺及材料

主 编 杨祖彬 戴宏民
编 著 杨祖彬 戴宏民
张书彬 程惠峰

印刷工业出版社

内容提要

本书全面系统地介绍当今绿色包装印刷工艺技术及材料,突出各种工艺技术及材料的环境性能和发展问题。同时也介绍了包装印刷废气、废物回收处理及再生利用工艺,以及相关的法律法规和环境性能评价,突出包装印刷绿色化发展的对策问题。本书对包装、印刷产业提高产品附加值、增强企业竞争力、开拓国内外市场、应对国际贸易“绿色壁垒”有良好的指导作用,适合包装、印刷院校师生及相关从业者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

绿色包装印刷工艺及材料 / 杨祖彬, 戴宏民编著. —北京: 印刷工业出版社, 2009.1
ISBN 978-7-80000-798-9

I. 绿… II. ①杨…②戴… III. ①装潢包装印刷—无污染技术②装潢包装印刷—印刷材料—无污染技术 IV. TS851

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第201731号

绿色包装印刷工艺及材料

主 编: 杨祖彬 戴宏民
编 著: 杨祖彬 戴宏民 张书彬 程惠峰

策 划: 陈媛媛

责任编辑: 郭 蕊

责任印制: 张利君

责任校对: 郭 平

责任设计: 张 羽

出版发行: 印刷工业出版社(北京市翠微路2号 邮编: 100036)

经 销: 各地新华书店

印 刷: 河北省高碑店市鑫宏源印刷包装有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

字 数: 340千字

印 张: 13.75

印 数: 1~2000

印 次: 2009年1月第1版 2009年1月第1次印刷

定 价: 35.00元

ISBN: 978-7-80000-798-9

◆ 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 88275602

前 言

包装印刷是印刷领域的一个独立分类，也是包装领域的一个重要组成部分。包装印刷作为印刷发展过程中的后起之秀，构筑起了商品生产、销售及消费之间的桥梁，对提高产品附加值、增强竞争力、开拓国内外市场、应对国际贸易“绿色壁垒”起着极其重要的作用。

改革开放以来，我国包装印刷随着国民经济的发展不断前进，逐步发展成为一个边缘性产业，已初步形成了集机械、光学、化学、电子技术于一体，门类齐全，能为轻工、食品、医药、化妆品、服装等行业配套的包装印刷工业体系。包装印刷产值从原来占全部印刷产值的30%增长为70%，成为我国印刷工业和包装工业的主要支柱，在国民经济中的地位显著，其生产总值的增长速度超过了GDP的增长速度，但包装印刷在不断推动我国经济发展中所暴露出来的资源浪费、环境污染问题也日益突出。

第一，油墨是包装印刷的重要原料和手段，同时也是包装印刷最为严重的污染源。油墨中的挥发性有机化合物VOC（Volatile Organic Compounds）是有特殊气味、有刺激性、有毒的有机气体，易燃易爆，部分是致癌物，对大气环境和人体健康均会造成危害。

第二，“三废”排放带来严重的环境问题。显影液、清洗液等废液；废抹布、废胶片、废页及边角料，装油墨、胶水、上光油的废弃容器等固体废物以及印刷噪声、静电等都会给环境带来极大的危害。未经处理的废液排放到江河，是造成水体污染的重要原因之一，同时也会污染土壤；印刷中挥发和泄漏的各种化学物品会形成恶臭；在固体废物中，塑料等有机高分子材料在包装中应用越来越普遍，其印刷废弃物造成了不容忽视的固体污染；印刷设备运转产生的噪声会令人感到头痛恶心，等等。

第三，包装印刷中的覆膜，以及大量使用的黏合剂等也是包装印刷行业特有的污染源。

第四，制版印刷使用的材料中，包括激光碳粉、胶片冲洗液、印版冲洗液、凹版辊制版等工艺中用到的化学腐蚀药品、润版液、印机清洗剂、上光油等也含有VOC。特别是清洗胶版的墨辊和橡皮布时采用汽油，会导致作业场所空气中铅含量超标。

为此，包装印刷行业对自然资源、能源的消耗及各种废弃物对环境带来的污染日益受到人们的关注。目前，在世界环保大潮的推动下，印刷行业正在大力贯彻ISO 14000，推进产品（工艺）生命周期评价，绿色印刷正以其强大的影响力调整并引导着全球印刷行业的发展，绿色化发展成为包装印刷发展的必由之路。

面对我国经济的不断腾飞及加入WTO后面临的新局面，面对我国“十一五”规划提出的科学发展观和可持续发展战略的新要求，面对我国从包装大国走向包装强国的新目标，包装印刷的绿色化发展已经不是一个单纯的潮流问题，而成为21世纪我国包装印刷业持续健康发展必须认真加以解决的大问题。包装印刷的绿色化发展是时代的必然，更是我国加入WTO、融入世界经济潮流的内在要求。树立环保意识，大力推进包装印刷的绿色化发展，才能缩短我国包装印刷业与发达国家之间的差距，才能突破国际贸易“绿色壁垒”，才能适

应我国“节能减排、保护环境、构建和谐社会”的发展要求。

本书在前述背景下，注重全面系统地介绍当今绿色包装印刷工艺技术及材料，突出各种工艺技术及材料的环境性能和发展问题；注重介绍包装印刷废气、废物回收处理及再生利用工艺，以及相关的法律法规和环境性能评价，突出包装印刷绿色化发展的对策问题。

全书共分八章。第一章绿色包装印刷概论，主要介绍包装印刷印前、印中、印后过程的环境污染和污染治理的主要方向，并介绍了绿色包装制度对印刷件的限制；第二章介绍了包装印刷传统工艺技术及绿色化发展对策；第三章介绍了绿色包装印刷的新技术、新工艺；第四、五、六章介绍了绿色包装印刷材料；第七章介绍了包装印刷的废气、废物处理；第八章对包装印刷环境性能评价作了介绍。

本书的编写，由杨祖彬副教授、戴宏民教授主编，第一章、第八章由戴宏民教授编写，第二章、第三章的1~2节、第四章、第六章和第七章由杨祖彬副教授编写，第三章3~5节和第五章分别由程惠峰、张书彬讲师编写。

本书的成果是建立在前人研究的基础之上，书中引用了许多专家作者的著述，未能一一列出，在此要对他们表示最诚挚的谢意！

由于编者水平有限，不当之处望读者批评指正。

杨祖彬
2008年8月

目 录

第一章 绿色包装印刷概论	1
第一节 绿色包装印刷的概念及意义	1
一、绿色包装印刷的概念.....	1
二、研究包装印刷生产过程环境污染的重要意义.....	1
三、发展绿色包装印刷的主要问题.....	2
第二节 印前过程的环境污染	3
一、印前过程的污染源.....	3
二、印前过程污染治理的主要方向.....	4
第三节 印刷过程的环境污染	5
一、印刷过程的污染源.....	5
二、印刷过程污染治理的主要方向.....	7
第四节 印后过程的环境污染	8
一、印后过程的污染源.....	8
二、印后过程污染治理的主要方向.....	8
第五节 绿色包装制度对包装印刷件的限制	9
一、欧盟“94/62/EC”的主要内容.....	9
二、国外食品包装安全制度的主要内容.....	11
三、我国油墨行业环保油墨标准.....	13
四、应对绿色包装制度的主要对策.....	13
第二章 包装印刷传统工艺技术绿色化	16
第一节 胶印工艺绿色化	16
一、胶印工艺的发展.....	16
二、胶印工艺的环境性能.....	18
三、胶印工艺绿色化对策.....	18
第二节 凹印工艺绿色化	20
一、凹印工艺的发展.....	20
二、凹印工艺的环境性能.....	21
三、凹印工艺绿色化对策.....	22
第三节 丝印工艺绿色化	24
一、丝印的发展.....	24
二、丝印的环境性能.....	25
三、丝印工艺绿色化对策.....	25

第三章 绿色包装印刷工艺技术	28
第一节 柔性版印刷	28
一、柔印工艺及相关问题	28
二、柔印工艺绿色化	33
第二节 无水胶印及无醇印刷	34
一、无水胶印的环境性能及工艺特点	34
二、无水胶印印版	37
三、无水胶印油墨	40
四、无水胶印机	42
五、无醇印刷	44
第三节 计算机直接制版技术	45
一、计算机直接制版技术的特点	45
二、计算机直接制版技术的发展动向	46
第四节 数字化印刷	53
一、数字化印刷的发展概况	54
二、数字化印刷的特点及应用	55
三、数字化印刷技术的发展动态	57
第五节 环保印后加工工艺	61
一、预涂膜干式复合工艺	61
二、水性湿式复合工艺	65
三、上光工艺	66
第四章 绿色包装印刷油墨	69
第一节 水性油墨	69
一、水性油墨的组成及配方	69
二、水性油墨的特点及使用问题	80
三、水性油墨的生产工艺	82
四、水性油墨的应用现状	82
第二节 UV 油墨	83
一、UV 油墨的组成及配方	83
二、UV 油墨的固化	90
三、UV 油墨技术的特点及使用问题	91
四、UV 油墨的生产	94
五、UV 油墨的应用与发展展望	95
第三节 水性 UV 油墨	96
一、水性 UV 油墨的组成	96
二、水性 UV 油墨的干燥固化机理	96
三、水性 UV 油墨的特点及应用	97
第四节 EB 油墨	97

一、EB 油墨的组成	98
二、EB 油墨的固化机理及特点	98
三、EB 油墨的使用问题及发展前景	99
第五节 植物油墨及醇溶性油墨	100
一、植物油墨	100
二、醇溶性油墨	103
第五章 绿色包装印刷上光、覆膜材料及环保纸张	104
第一节 水性上光材料	104
一、水性上光油的组成配方及性能	104
二、水性上光油的特点	107
三、水性上光油的应用问题	107
第二节 UV 上光材料	108
一、UV 上光油的组成及特点	108
二、UV 上光油的应用问题	109
第三节 绿色覆膜材料	110
一、覆膜用塑料薄膜材料	111
二、绿色覆膜黏合剂使用及发展	113
第四节 环保纸张	117
一、真空镀铝纸	117
二、轻型纸	119
三、其他环保纸张	123
第六章 包装印刷绿色黏合剂	126
第一节 概述	126
第二节 水基黏合剂	127
一、水基黏合剂的特点及种类	127
二、水性聚氨酯黏合剂	127
三、聚醋酸乙烯乳液 (PVAc) 黏合剂	133
四、其他有关水基黏合剂	135
第三节 无溶剂黏合剂	138
一、热熔黏合剂	138
二、热熔压敏胶	141
三、辐射固化黏合剂	142
第四节 醇溶型黏合剂	142
一、醇溶型聚氨酯黏合剂的特点	143
二、醇溶型聚氨酯黏合剂的应用及前景	144
第七章 包装印刷废物回收处理	145
第一节 VOC 废气的回收处理	145

一、概述	145
二、回收技术	147
三、销毁（处理）技术	151
四、包装印刷过程中 VOC 废气治理	155
第二节 其他废物回收处理	156
一、包装印刷废液、废水的回收处理	157
二、包装印刷废胶片、废塑边角料等难降解物质的回收处理	162
三、包装印刷废纸的回收处理	165
第八章 生命周期评价在包装印刷中的应用	167
第一节 生命周期评价基础理论	167
一、生命周期评价理论的起源和发展	167
二、生命周期评价的定义和主要特点	168
三、生命周期评价的技术框架	169
四、生命周期评价的应用	171
第二节 目的与范围确定	173
一、LCA 目标（Goal）的确定	173
二、LCA 范围（Scope）的确定	173
三、产品系统的功能单位	175
第三节 清单分析	176
一、LCI 的基本概念	176
二、绘制产品系统生命周期流程图	177
三、数据收集的准备	179
四、数据收集方法	180
五、数据的确认	181
六、数据的分配	183
七、清单分析结果	186
第四节 影响评价	188
一、概述	188
二、分类	191
三、特征化	192
四、量化	197
第五节 生命周期解释	198
一、生命周期解释概述	198
二、生命周期解释的三要素	199
第六节 LCA 在包装印刷中的应用	201
一、应用 LCA 二维矩阵确定最严重的污染阶段和最主要的污染要素	201
二、应用 LCA 对承印材料的资源环境性能进行分析评价	202
参考文献	206

第一章 绿色包装印刷概论

第一节 绿色包装印刷的概念及意义

一、绿色包装印刷的概念

包装印刷是以满足包装要求为目的，在包装材料、包装容器上印刷各种图文的总称。由于包装装潢对颜色和图案的多样性要求，包装印刷采用了凸印、胶印、凹印、柔印、丝印等多种印刷工艺技术及印后加工技术。

包装印刷过程中的原稿、胶片、印版、油墨、润版液、上光油、印刷机清洗液等除作为印刷成品的组成部分外，还有一部分在其作用完成后变成了气体、液体、固体的废弃物而污染环境和损害人体健康。对于这部分废弃物质，必须从源头上或在生产过程中减少各种化学制剂对环境的影响，以控制其对环境的污染，即要努力发展绿色包装印刷。发展绿色包装印刷需在包装印刷材料的选择，印前、印刷、印后加工，以及包装印刷产品的使用、回收等生命周期全过程中，做到绿色环保。

绿色印刷的概念是20世纪80年代由北美国家率先提出，其主要内涵有三方面：一是材料最省，废弃物最少，节省资源和能源；二是易于回收再利用和再循环；三是不污染环境。绿色印刷可以使包括材料、加工、应用和消费在内的整个供应链系统步入良性循环状态。

绿色包装印刷指在包装制品的生产、使用、废弃后处理等生命周期过程中，承印和印刷材料符合“3R1D”（减量化、再利用、再循环、可降解）原则，有毒有害成分和对外排放的废弃物控制在规定的范围内。欧盟绿色包装制度“94/62/EC”指令规定，包装印刷物中含铅、汞、镉、六价铬、聚溴联苯的浓度积累必须低于100 ppm（100 mg/kg）。有机溶剂油墨和上光油含有有毒的挥发性有机化合物（VOC），美国也在《清洁空气修正案》和《污染防治》中对其严加控制；德国则要求排放有机化合物VOC的浓度为0.15 g/m³，回收率为99.99%。目前，在世界环保大潮的推动下，绿色环保成为包装印刷的重要发展趋势，在包装印刷生产过程中使用环保油墨等绿色包装印刷材料和柔印等环保型印刷工艺技术已受到了极大的关注。

二、研究包装印刷生产过程环境污染的重要意义

1. 解决生产过程中的环境污染是发展绿色包装印刷的关键

包装印刷的生命周期过程包括印刷及承印材料的选择、制品生产、制品使用及废弃物的回收处理，而其中制品生产是包装印刷污染最集中、最严重的阶段。要发展绿色包装印刷就必须重点解决生产过程中的环境污染，包括印前、印刷、印后的承印材料、油墨、润版液、

胶片和废定影液、塑料覆膜、油性上光材料、塑料印刷废品等产生的污染。在解决包装印刷生产环境污染的过程中，必将有力地促进绿色环保的包装印刷材料和印刷工艺的发展。

2. 解决生产过程中的油墨污染，将促进绿色包装材料的发展

印刷生产过程的油墨是包装材料的重要组成部分。绿色包装材料是一种节能、低耗、无毒、无污染、可降解或可回收利用的无公害包装材料，而有机溶剂型油墨印刷在包装材料上就破坏了材料的绿色性。这是因为油墨中的有机溶剂在生产或在包装使用完后焚烧时，由于加热挥发，向环境排放的废气、废液、烟尘中含有有毒、有害成分和重金属颗粒；如包装废弃物填埋，则产生的渗滤液中也会含有上述有毒物质，这些有毒、有害成分和重金属颗粒将通过生物接触和食物链影响人体健康，故必须进行治理。欧盟“94/62/EC”指令中对油墨中的有毒、有害成分和重金属残余规定了严格的限量。发展水性油墨是解决油墨印刷污染的重要途径。

3. 解决生产过程中的环境污染，将促进企业建立起全面的环境管理体系

包装印刷生产过程的环境污染，涉及印前、印刷、印后的生产全过程，查明油墨、显影液、清洗液、噪声等污染源，并制订计划、采取措施控制污染源和减少能耗，必将促进环境管理体系在企业的建立，并有力地促进企业通过 ISO 14001 认证，取得国际上对企业和产品的认可，从而不仅有利于保护环境，也增强企业和产品的市场竞争力，给企业带来直接的经济效益。

ISO 14000 作为环境管理系列标准，为包装印刷企业有步骤地进行环保改进提供了标准，作为一个完整的结构化管理系统，它是由七个主要部分（即子系统）组成：环境管理体系（EMS）、环境审核（EA）、环境标志（EL）、环境行为评价（EPE）、生命周期评定（LCA）、术语和定义（T&D）、产品标准中的环境指南（EAPS）。标准号为 ISO 14001—ISO 14100。

ISO 14001 环境管理体系标准作为 ISO 14000 系列标准的核心，是企业建立环境管理体系并审核认证的根本准则。ISO 14000 强调污染预防和持续改进，工作的原则是 PDCA（规划—实施—检查—改进）。ISO 14000 不是绝不允许印刷企业有一点污染，而是要求印刷企业找到污染源，制订控制污染的计划，采取处理污染的措施，降低污染的危害。因此，研究、治理包装印刷生产过程的环境污染和企业贯彻实施 ISO 14000、建立起企业的环境管理体系是相辅相成、相互促进的。前者对后者有促进作用，而后者则是对前者治理、进行环保改进的根本保证。

三、发展绿色包装印刷的主要问题

我国包装印刷目前在环保方面的现状是比较落后的，传统的胶印仍占主导地位，在印刷设备的研发、生产，先进环保工艺技术的推广应用，印刷车间的环境污染治理，印刷耗材特别是用量最大的油墨的环保性能等方面与工业发达国家相比差距还很大。我国绿色包装印刷当前需解决的主要问题有以下几方面。

1. 减少或抑制印刷生产过程中产生的有害物质。要加紧解决油墨材料中诸如铅、苯、芳香族化合物、乙基乙二醇等有害物质的危害问题。

2. 研究和解决包装印刷生产过程，包括印前、印刷、印后加工的污染及治理。要积极推广应用无害环境的新材料、新工艺、新技术，大力倡导使用高效、环保的先进生产设备；在印前工艺推广应用数字化技术，使用高自动化的新型印刷设备；在印刷生产的各个环节开

发应用公害小、污染少以至无公害的绿色包装印刷材料，发展水性油墨、UV 油墨、醇溶性或酯溶性油墨等新型绿色油墨。

3. 积极研究和发发展包装印刷产品的使用、回收过程的绿色环保技术和再生利用工艺，积极利用环保技术处理包装印刷生命周期过程中的废气、废水、废物，走清洁生产和循环经济发展的道路。

4. 建立企业环境管理体系，大力推行 ISO 14000 环境认证，完善法规，制定严格的环卫标准，这是发展绿色包装印刷的根本保证。

第二节 印前过程的环境污染

一、印前过程的污染源

在印前处理中，主要是制版环节存在环境污染。特别是在照相制版中，需要使用多种化学溶液，这些化学溶液中的许多化学物质会给环境造成污染。

1. 印版材料

虽然已经出现了无须印版的印刷方式，但目前印版仍然是印刷过程中的重要媒介物，在大批大量印刷生产中还在普遍使用。印刷中需要各种各样的印版材料，其中，凸印使用的铅材料对人体的危害最大。凸印是一种古老的印刷方式（俗称铅印），虽目前已有被淘汰的趋势，但因其包装产品具有轮廓清晰、色彩鲜艳的特色，故仍在以色块、线条、文字为装潢主体的包装印刷件中使用，多用于印刷小纸包装盒、小纸包装袋、瓶贴、吊牌、标签等。我国包装印刷虽然目前胶印已占据了主导地位，但还是有许多许多的乡镇及私营小型包装印刷企业仍在使使用铅印作业，而铅和苯是印刷业的主要职业危害因素，所以今后凸印终将被柔印和胶印等所取代。

2. 化学溶液

印刷制版过程中要使用包括腐蚀液、电镀液、显影冲洗液等多种化学溶液，例如：凸印铜、锌版制版中要使用腐蚀液，凹版制版过程中要使用腐蚀液及含重金属的电镀液，照相胶片及胶印印版要使用显影冲洗液等，这些化学溶液使用后大多形成废液对人体及环境造成危害。在胶片显、定影液中含有银、酸、碱等物质，印版晒版显影液中以碱为主，也含氮系物，凹印制版的废腐蚀液及废电镀液中含有镉、铜、镍、锌、酸等物质（有的甚至仍采用氯化物电镀），胶印 PS 版版基的处理与涂布过程也要产生废液、废水，丝印制版中则产生含 Cr^{6+} 、汞、铅和酸碱等废液，这些废液如未经有效处理就直接排放到江河湖海，是造成水体污染的重要原因，同时还会污染土壤，并在土壤中富集，再通过食物链损害人体健康。

3. 胶片及感光材料

包装印刷的印前工艺过程一般都要经过原稿的选择、处理，然后通过激光照排机输出胶片（菲林），进行晒版、冲版等工序。胶片是银盐感光材料，里面含有重金属银离子，它与显、定影液中含有的银离子都会污染水体而造成对环境的污染。除胶片外，制版过程中还要使用感光材料，例如 PS 版上需涂布感光材料，金属印版、晒版前也要涂布感光材料，这些

感光材料在经晒版冲洗后，一部分形成胶片图像或印版图像，另一部分则会随显、定影液和冲洗液而形成大量废液，这些废液如得不到安全有效的处置，不仅会损失掉大量可回收重复利用的贵金属，而且废液中的贵金属银离子以及还原性物质、有机物和酸性物质等会到处迁移、扩散而污染环境，损害人体健康。例如，丝印制版过程中常用重铬酸类感光材料，排出的废液中含有大量 Cr^{+6} ， Cr^{+6} 毒性大，如果人体接触到含有 Cr^{+6} 的溶液就会产生皮炎等疾病。

另外，胶片的片基是高分子化合物，在自然环境中极难降解，进入土壤则破坏土壤结构、污染土壤，从而造成肥力下降。

4. 过度印刷

为追求利润、提高销售价格，而对包装过度装潢，必然导致过度包装印刷、过度消耗油墨等印刷材料，从而在生产、使用和废弃后造成大量的环境污染。这有悖于减量化原则，是印前又一污染源。

二、印前过程污染治理的主要方向

高新科技推动印前系统飞跃变化，直接制版技术和数字化印刷技术已在印刷过程尤其是印前领域中引起了一场重大的技术变革，不仅改造了传统落后的制版工艺，而且对推进包装印刷绿色化也具有重要意义。

1. 直接制版技术（CTP）

直接制版技术 CTP（Computer to Plate）就是指版面图文信息经计算机数字化处理好后，不经过制胶片工序而直接输出到印版上去的技术。直接制版技术不需胶片，而是干片成像，干片成像不需经过胶片的曝光和冲洗过程，也无须显影液，自然也就不需要相关的设备和操作过程，尤其是无须使用任何化学药剂就可成像，大大减少了含银、对苯二酚等对人体和环境危害较大的废液排放，也减少了紫外光对人体的伤害和空气的污染，因而对环保极为有利，被称为是“绿色”成像技术。

2. 数字化印刷技术

数字化印刷技术又被称为“数字化工作流程”或“数字化一体印刷”，它是一个联系印前处理、印刷过程和印后加工的整体概念，它以数字化的生产控制信息将上述三个分过程整合成一个不可分割的系统，使数字化的图文信息完整、准确地传递，并最终加工制成印刷成品。

在印前处理领域，“桌面出版技术”（DTP）是图文信息数字化、计算机信息处理在印前处理领域广泛应用的革命性变革技术。经过它的洗礼后，图文信息已经基本数字化。

在印刷领域，以 1991 年“直接成像（DI）印刷机”的出现为标志，图文信息流突破印前领域的限制，直接传递到印刷机上制版、印刷，表现了全数字信息化的通行性。在此阶段，印刷机也实现了计算机全数字化控制。

在印后领域，从实现数字化折手开始，自动配页、折页、订书、上胶、附页粘贴、三面裁切、自动爬移，到销售、运输，也基本实现了计算机数字化管理。

随着数字链的延伸和信息数字化程度的不断加深，印刷生产中间产物更多地以数字化的方式存在、传递和流通，实物形态在减少，甚至会完全消失，生产控制信息流的数字化也逐步实现。目前已经能够实现图文信息流和生产控制信息流的“一体化整合”。

当数字式印刷技术和网络技术结合时，传统印刷生产过程所必需的仓储和交通运输也将

减少到最低限度，甚至不再需要。制作输出最终印刷品/出版物所需要的数字式页面，已按数字化模式在网络中存在和流通，而生成这些数字式页面所必需的生产和商务操作（电子商务）也将通过网络进行，从而形成一整套环保、节能、节料的“绿色出版系统”。

3. 印前设计和图文处理的绿色设计

当前有些企业为了提高礼品、保健品等商品的销售价格，往往在包装材料和印刷装潢上使包装极尽华美，用最多的工序，多重的防伪，以及上光、覆膜、烫金技术，造成过度印刷和过度包装盛行。如此做法，一则对有限的资源和能源是一种浪费，二则也加重了对环境的污染，同时也增加了包装的成本，最终加大了消费者的负担。

因此，要求设计师更多地承担环境责任，推行绿色设计。即在装潢设计和创意时，从源头减少过度印刷，要尽量利用承印材料本身的色彩、纹理和光泽，避免满版印刷；同时在满足装潢要求的情况下应尽量减少烫金、覆膜等工艺的使用；还应尽量减少包装材料的使用，降低印刷品废弃后回收的难度。

第三节 印刷过程的环境污染

一、印刷过程的污染源

印刷过程是包装印刷生产过程中污染最严重的阶段，这一阶段中污染源也是最多的。

1. 油墨材料

在包装印刷中，油墨对环境的影响非常大，油墨对环境的污染除了油墨中微量有毒元素铅、铬外，最主要的是能够挥发的有机溶剂（二甲苯、甲苯、醚等），会造成严重的环境污染，在用于食品包装印刷时，油墨中对人体有害的成分还会直接危害食用者的身体健康。油墨不仅在生产制造时，而且在印刷厂应用以及印刷产品使用过程中都会存在或发生同油漆类似的环境污染问题。在复合包装材料中，引起异味的最主要原因就是油墨中的有机溶剂残留。中央电视台曾经在每周质量报告中报道了奶粉包装污染的问题，其最根本的原因就是印刷油墨和复合包装材料层间黏合加工过程中的溶剂残留引起的。

目前在印刷行业中应用最广泛的是有机溶剂型油墨，它由有机溶剂、颜料、连结料、填充剂和辅助剂组成。其中，油墨颜料中的重金属元素和有机溶剂会对人体造成严重损害。

油墨颜料颗粒很细小，吸附能力很强，无机颜料中含有铅、铬、镉、汞等重金属元素，均具有一定毒性。有机颜料中有的含有联苯胶，其中含有致癌成分，许多国家均规定含联苯胶的颜料不能用于印刷食品和儿童玩具。另外，含重金属的颜料微粒粉尘还是造成大气污染的重要原因之一。

油墨中大量采用有毒的芳香类溶剂（如苯、甲苯、二甲苯等）作为稀释剂，一方面直接导致印刷作业场所 VOC 超标，溶剂通过与皮肤接触进入人体内，损害人体及皮下脂肪，长期接触会令皮肤干裂、粗糙；如果渗入皮肤或渗入血管，会随血液危及人的血球及造血功能；如被吸入气管、支气管、肺部或经血管、淋巴管传到其他部位，甚至可能会引起慢性中毒。另一方面，VOC 是一些能与阳光、臭氧层中的 NO_x 发生反应的有机化合物，挥发到臭

氧中的 VOC 与 NO_x 在阳光下会发生光化学反应,并在一定的气象、地理条件下形成光化学烟雾,会刺激人体肺部,损害人体神经系统,对动植物等各种生物健康都会产生影响。另外,包装印刷上残留的油墨溶剂还会迁移到食品中对人体造成危害。有机溶剂虽然通过干燥可以除去绝大部分,但仍然有少部分残留,特别是在凹版印刷油墨中的颜料颗粒很小,吸附力很强,虽然在印刷时已加热干燥,但因时间短、速度快,往往干燥不彻底,特别是上墨面积较大、墨层较厚的印刷品,其残留溶剂更多。这些残留的溶剂被带到薄膜复合工序中,经复合后更难跑掉,会慢慢迁移渗透,危害人体健康;特别需要指出的是,在凹印油墨中使用的溶剂一般有丁酮、二甲苯、甲苯、丁醇等低沸点(高挥发性)有臭味、有毒性的溶剂,其中苯的职业危害最严重,丁酮残留的气味也很浓,故必须将溶剂残留量控制到最低限度,美国对油墨中有机溶剂限量不得超过 25%,德国要求排放有机化合物 VOC 浓度需在 0.15 g/m³ 内。

目前,国外学者对挥发性有机化合物对人体的影响进行了许多研究。MOLhace 以总挥发性有机化合物来考察多种 VOC 对人体健康的影响,研究表明:在 VOC 的总质量浓度小于 0.2 mg/m³ 时,不会对人体健康造成危害;在 0.2 ~ 3 mg/m³ 时,产生刺激等症状;而在 3 ~ 25 mg/m³ 范围内时会产生头痛及其他症状;而大于 25 mg/m³ 时对人的毒性效应明显。VOC 的成分复杂,是一类沸点为 50 ~ 260℃,室温下饱和蒸气压超过 70.91 Pa 的有机物,也是一类重要的空气污染物,组成种类有 300 余种,美国国家环保局 EPA 所列的优先控制污染物名单中有 50 多种是 VOC,具有毒性、刺激性、致癌作用,特别是苯、甲苯及甲醛对人体健康会造成很大的伤害。

2. 润版液

润版液是保证印版空白部分形成亲水盐层的必要条件,目前胶印机普遍采用酒精润版系统,异丙醇是润版溶液的添加剂之一,相对于传统的水润版系统来说,这种润版方式可大大减少水的用量,又避免了因水过量引起的纸张变形和油墨的过量乳化,从而大大地提高印刷效果。但是,由于异丙醇挥发后产生的醇蒸气有毒和不良的气味,会对人体健康造成有害的影响,许多发达国家规定异丙醇在工作场地的限值仅为 200 ~ 400 mL/m³;而且,异丙醇是一种光化学氧化剂,它与存在地面附近的其他痕量气体一样,受阳光照射会形成臭氧,从而导致所谓“夏季烟雾”现象,刺激人的眼睛和呼吸系统,危害人们的身体健康以及植物的生长。

3. 印机清洗液

印刷中经常用到的印机清洗剂主要是氟氯烷溶剂(又称氟利昂),这种溶剂具有良好的溶解性、不燃性、干燥性,被广泛应用于印机清洗,但氟利昂是破坏臭氧层的主要物质,一个氯分子能破坏 1 万 ~ 10 万个臭氧分子,国际法规已规定禁止使用。

4. 噪声、静电

印刷噪声、静电等都会给环境带来极大的危害。印刷行业是产生噪声较多的行业之一。印刷厂配置有较多的印刷机、大型送风机、空气压缩机、各种成型机等,均被噪声限制法列为受限的噪声发生设备。除了这些规定设备以外,装订机、折页机、切纸机等设备的动作声响也可能引起人们的关注。噪声对人体的不良作用是多方面的,主要是听觉系统的损害,其次是中枢神经系统和心血管系统、消化系统。噪声已是当今世界第三大公害,许多国家已把噪声治理列入劳动保护的重要内容。

静电产生的主要原因是摩擦的存在。产生静电的因素主要有材料性质、环境因素和机械

作用情况。印刷过程中像纸、塑料薄膜等承印材料，会产生静电而形成较高的电压。因而印刷生产时要有预防措施，提高安全意识。对于容易产生静电的地方，可以通过改变环境或接地等处理办法，进行静电消除处理。此外，工作人员最好穿戴防静电的工作服或手套等。

5. 其他污染

印刷过程其他污染源还有：印刷生产中激光照排紫外光源会产生臭氧，照排车间、制版车间有电磁辐射和紫外光辐射污染；喷粉等粉尘、纸张添加剂的粉尘会带来空气污染。当印刷速度较快、印刷面积较大、墨层较厚、印刷铜版纸等情况时，为避免印刷品背面粘脏现象，不得不采用喷粉，这使得印刷机周围空气中粉尘污染加重，影响操作者的身体健康。

二、印刷过程污染治理的主要方向

1. 大力发展环保型油墨

绿色印刷油墨，是由纯天然材料组成，流动性好、干燥性适宜、附着力好、色泽鲜艳、透明度良好的油墨。这类油墨最主要的有水性油墨、UV 油墨和水性 UV 油墨三大类。水性油墨与溶剂型油墨的最大区别在于水性油墨中使用的溶剂是水和乙醇，VOC 含量极低，不仅可以完全消除溶剂型油墨中某些有害物质对人体的危害，而且可以改善总体环境质量。

紫外固化油墨（简称 UV 油墨）是在一定波长的紫外光照射下，能够从液态变成固态、无溶剂排放的光固化型油墨。UV 油墨具有固化速度快、绿色环保、印刷质量好等特点。UV 油墨不含溶剂，不存在溶剂挥发，不会对环境造成污染；印后的纸可回收再利用，减少了资源浪费，被人们认为是污染物排放几乎为零的环保产品，有节能环保型的“绿色”产品的美誉。

目前油墨总的发展方向是朝着水性环保型油墨，无溶剂型光固化油墨，适应不同新材料的特种环保油墨，以及引入纳米材料形成减量、高性能的油墨发展。

2. 发展环保柔印技术

柔印被公认为是一种最优秀最有前途的印刷方式，一方面在于其印刷的广泛适应性和经济性，另一个更重要的方面在于柔印采用水性油墨，具有良好的印刷适性和优良的环境性能，正好符合现代包装印刷的绿色化发展趋势。柔印由于其良好的印刷质量，广泛的承印材料，低投入、高产出，环境性能好等优点，在欧美等发达国家发展迅速。在美国甚至已经把柔印称为“包装印刷”。

3. 发展无水胶印技术

醇蒸气是印刷车间危害健康的严重因素，同时醇类会污染环境，因而自从印刷技术中使用醇类以来，人们就一直在探索取消使用醇类的方法。无水胶印技术取消了醇类物质润版液，对环境保护意义重大。目前，无水胶印虽然应用还不多，但从环保角度考虑，凡是有利于环境的新技术、新材料、新工艺，今后必将有极大的发展前途，特别是随着数字化印刷技术的发展，无水胶印终将成为重要选择。