



普通高等教育“十五”国家级规划教材

印刷工程导论

徐锦林 主编
刘浩学 主审



化学工业出版社
教材出版中心

印刷工程导论是印刷工程及相关专业的技术基础课程,是继续学习后续各门专业课的入门和先导。本书除按印刷工艺顺序系统介绍基本工艺知识外,同时讲解印刷设备及材料、印品质量检测与控制技术、印刷管理知识等基础理论和基本知识,瞄准国际上印刷技术的最新发展,介绍诸如调频加网、直接制版、无轴传动、无缝橡皮布、数字印刷、印刷质量测控系统和 CIP3 及 CIP4 数字化工作流程等国际印刷前沿技术。

本书内容选择具备系统性、基础性、新颖性和可扩展性的特色,繁简得当。可供高等院校印刷工程类本科专业及相关专业作为教材使用,也可供印刷、包装及其他相关专业科技工作者、管理者参考。

图书在版编目(CIP)数据

印刷工程导论/徐锦林主编. —北京:化学工业出版社, 2006.6

普通高等教育“十五”国家级规划教材

ISBN 7-5025-8772-1

I. 印… II. 徐… III. 印刷-技术-高等学校-教材 IV. TS8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 060736 号

普通高等教育“十五”国家级规划教材

印刷工程导论

徐锦林 主编

刘浩学 主审

责任编辑:杨 菁

文字编辑:陈 敏

责任校对:战河红

封面设计:潘 峰

*

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)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

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

*

新华书店北京发行所经销
北京市兴顺印刷厂印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 12 $\frac{3}{4}$ 彩插 2 字数 323 千字

2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8772-1

定 价:25.00 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

序

教育部印刷工程专业教学指导分委员会精心选材、论证和筛选，共推荐并得到教育部批准 7 部普通高等教育“十五”国家级规划教材。《印刷工程导论》是其中之一，该教材的正式出版，将为我国印刷工程及相关专业教育与人才培养起到积极的推动作用。

教育部印刷工程专业教学指导分委员会

前 言

本教材是根据教育部印刷工程专业教学指导分委员会审定的《印刷工程导论》教学大纲编写的，主要作为本科印刷工程专业及相关专业的基本教材，同时也可供印刷、包装及其他相关专业科技工作者、管理工作参考。

“印刷工程导论”是印刷工程及相关专业的技术基础课程，是继续学习后续各门专业课的入门和先导，目的是给学生提供一个印刷工程专业的整体概念，增加对本专业的理解，引导和启发学生学习本专业后续课程的兴趣，在内容上具备系统性、基础性、新颖性和可扩展性。为此，从第二章开始，除按印前、印刷、印后顺序介绍基本工艺知识外，同时讲解印刷设备及材料，印品质量检测与控制技术，还编入印刷管理知识，目的使学生整体上把握本专业相关技术和理论的全貌和梗概，明确各种工艺、设备、材料、检测手段在整体图文信息处理、复制过程中的地位和作用以及相互间的联系。为加强基础，书中既涉及到印刷工程的方方面面，又努力抓住基础理论和基本知识，略去细节，目的使学生抓住要领，避免与后续课程的重复。新颖性是指不仅介绍传统的印刷工艺、设备和材料等基本知识，同时瞄准国际上印刷技术的最新发展，介绍国际印刷前沿技术。为此，书中特别介绍了诸如调频加网、直接制版、无轴传动、无接缝橡皮布、数字印刷、国际先进的印刷质量测控系统和 CIP3 及 CIP4 数字化工作流程等先进技术，期望使学生一开始就了解先进技术的现状和发展趋势，让学生站得高一些，看得远一些，注意培养学生关注新技术新动向的习惯。可扩展性是指内容的选择上尽力抓要领、抓重点，每种印刷工艺仅讲解现在最具代表性的工艺技术，其余则留待学生通过后续的学习、上网和生产实践活动去获取，留有充分的可扩展空间。在本书编写中，编者力求加强“大印刷”的意识，阐述了印刷工业和印刷技术在社会文明发展和国民经济中的地位作用，既讴歌了中国作为印刷古国的辉煌历史，也阐明了身为印刷大国但不是印刷强国的现状，以增强本书的文化背景，增添学生的自豪感、使命感、责任感，激发学生的学习热情。

本教材经教育部印刷工程专业教学指导分委员会审定推荐，并经教育部批准为普通高等教育“十五”国家级规划教材。本书第一章、第三章第七节由徐锦林编写，第二章由徐燕编写，第三章第一节至第六节由李延雷编写，第四章、第五章由曹从军编写，第六章由周世生编写。徐锦林任主编，徐燕任副主编，全书由徐锦林统稿，由刘浩学、邓普君审稿。限于编者学识水平，本教材中的不足，恳请印刷界专家学者及广大读者批评指正。

编 者

2005年10月于西安理工大学

目 录

第一章 印刷综论	1
第一节 印刷基本概念	1
一、印刷与印刷工程	1
二、印刷要素	2
三、印刷的作用与特点	3
四、印刷工程与其他学科的关系	7
第二节 印刷技术的发展概要	8
一、中国印刷技术的发明及对外传播	8
二、中国印刷技术的发展	12
三、国内外印刷业现状比较	14
复习思考题	15
第二章 印前处理	16
第一节 文字信息处理原理和方法	16
一、文字信息处理的内容及基本知识	16
二、铅活字排版	21
三、照相排版	21
四、计算机排版	24
第二节 图像信息处理原理和方法	27
一、关于图像及图像信息处理的基本知识	27
二、阶调复制原理	32
三、彩色复制原理	42
第三节 印前处理工艺	46
一、照相制版系统与工艺	47
二、电子分色制版工艺	54
三、彩色桌面出版系统与工艺	58
四、CTP技术与工艺	61
第四节 印版制作	63
一、凸版制版	63
二、平版制版	65
三、凹版制版	67
四、孔版制版	71
第五节 打样	74
一、机械打样	74
二、照相打样	75
三、数字打样	75

四、计算机软打样	76
第六节 色彩管理	77
一、色彩管理的基本概念	77
二、色彩管理的必要性	77
三、基于 ICC 标准的色彩管理基本框架	78
四、色彩管理技术	79
复习思考题	80
第三章 印刷	81
第一节 印刷设备及材料	81
一、印刷设备	81
二、承印物	82
三、印刷油墨	86
第二节 平版印刷	87
一、平版印刷机	88
二、平版印刷前的准备	92
三、平版印刷	95
第三节 凹版印刷	95
一、凹版印刷机	96
二、凹版印刷前的准备	98
三、凹版印刷	100
第四节 凸版印刷	100
一、凸版印刷机	100
二、柔性版印刷前的准备	106
三、柔性版印刷	106
第五节 孔版印刷	106
一、孔版印刷机	106
二、丝网印刷前的准备	110
三、丝网印刷	111
第六节 特种印刷	111
一、木刻水印	111
二、珂罗版印刷	112
三、金属印刷	112
四、贴花印刷	113
五、盲文印刷	113
六、商标印刷	113
七、软管印刷	113
八、移印	114
九、热转印	115
十、玻璃印刷	115
十一、香料印刷	115
十二、发泡印刷	115

十三、磁性印刷	116
十四、立体印刷	116
十五、全息照相印刷	116
第七节 数字印刷技术	117
一、有关数字印刷的基本概念	118
二、数字印刷系统	119
三、数字印刷与数字打样	123
四、数字印刷的发展趋势和市场定位	123
复习思考题	124
第四章 印后加工技术	125
第一节 表面整饰加工	125
一、覆膜	125
二、烫箔	125
三、上光	126
四、模压加工	128
五、折光技术	130
六、辊轧技术	131
第二节 印刷品功能性加工	133
一、塑料薄膜制品的复合加工	133
二、撕裂功能的加工	134
三、磁加工	134
第三节 容器类印品的成型加工技术	136
一、制袋加工	136
二、糊盒加工	137
第四节 书刊装订工艺	139
一、折页	140
二、配页	141
三、装订工艺	143
复习思考题	147
第五章 印刷品复制质量测控技术	148
第一节 印刷品质量的评价	148
一、印刷品质量的涵义	148
二、影响印品质量的主要因素	149
三、印品质量的评价方法	155
第二节 密度及色度测量原理与应用	158
一、密度测量原理及应用	159
二、色度测量原理及应用	160
第三节 印刷质量测控技术	164
一、标准印刷质量测控条	164
二、现代印刷质量测控系统	168
复习思考题	173

第六章 印刷企业管理	174
第一节 印刷管理概论	174
一、管理科学发展的三个阶段	174
二、印刷企业的设立及其基本特点	175
三、印刷企业管理的基本职能	176
四、印刷企业管理的主要内容	176
第二节 印刷生产与设备管理	177
一、印刷企业的组织结构	177
二、生产计划的编制	178
三、印刷作业控制与调度	178
四、印刷设备的选用	178
五、印刷设备维修	178
六、印刷设备更新改造	179
七、ISO 9000 质量管理体系与 5S 质量管理方法简介	180
第三节 印刷企业财务与经营管理	181
一、印刷企业的成本管理	181
二、印刷企业的财务管理	182
三、印刷企业市场调查与预测	183
四、印刷企业经营管理	183
五、印刷客户服务	183
第四节 印刷数字化工作流程简介	184
复习思考题	186
参考文献	187
中文索引	189
英文索引	193

第一章 印刷综论

本章首先介绍印刷基本概念,包括印刷定义、要素、分类等内容,强调区分传统印刷(有版印刷)和数字印刷(无版印刷)。其次阐明印刷工程学科内涵和印刷工业的重要作用,旨在树立大印刷概念。再次叙述印刷术发展梗概,记述中国对印刷术发明的重大贡献,讴歌印刷古国的辉煌历史。从印前、印刷(印中)、印后技术及设备三方面概述中国印刷技术的发展变化。通过与国际先进国家的印刷业现状数据对比,阐明中国作为印刷大国而非印刷强国的地位,认清差距,把握发展方向,明确重振中国印刷工业和印刷技术雄风的使命和责任。

第一节 印刷基本概念

一、印刷与印刷工程

按国标 GB 9851.1—90 规定,印刷(printing)是指“使用印版或以其他方式将原稿上的图文信息转移到承印物上的工艺技术”。印刷是对原稿上的图文信息进行采集输入、处理、传递并复制 to 记录媒体上的图文信息处理技术。按复制方式,可分为传统印刷和数字印刷两大类。

传统印刷(traditional printing)是指以文字原稿或图像原稿为依据,利用直接或间接方法制成印版(printing plate),把印版装在印刷机器上,涂上粘附性色料,在机器压力的作用下,使印版上一定量的色料转移到承印物(substrate)表面,再经装订成册或整饰加工,最后得到批量的与原稿内容相同的印刷品。其主要工艺过程是:原稿—制版—印刷—印后加工。尽管在现阶段,由原稿到制版可全部或主要采用数字技术,但其色料转移必须依靠印版和压力,色料转移量是模拟量。这种印刷方式称为有版印刷、传统印刷或模拟印刷。传统印刷方式适合制作大批量的复制品,同一批复制品的内容都相同。

数字印刷(digital printing)又称直接印刷,得名于将数字形式描述的版面信息直接转换成印刷品的过程,即从计算机直接到纸张之意。原稿上的图文信息,经数字化采集转为数字文件,在数字印刷机中由数字文件中的数据直接控制输出设备,使色料在承印物上着色,印刷过程无需压力和通常意义上的印版。这种印刷方式称为数字印刷、无版印刷或无压印刷。数字印刷是印刷技术数字化和网络化发展的一个新生事物,是当今印刷技术发展的一个趋势,但在目前还处于发展和市场推广阶段,在不引起含义混淆的场合,本书中通常把传统印刷略称为印刷。

广义的印刷,是指印前(prepress,由原稿制成数字文件或/和印版)、印刷(将图文信息由印版或数字文件转移到承印物表面)、印后(postpress或finishing,使印刷品获得所要求的形状和使用性能,如加工成册或制成盒等)的总称。狭义的印刷,仅指将图文信息由印版或数字文件转移到承印物表面的工艺技术。同样,在本教材中,印刷设备(机械)、印刷材料等也有广义与狭义之分,在阅读和学习时请予以注意。

不难看出,上述定义仅指印刷技术(印刷术,printing technology),实际上和“印刷”

直接相关的至少还有印刷工业（印刷业，printing industry）和印刷科学（印刷学，printing science）两大概念。前者指使用印刷技术制作传播信息和美化生活的产品、商品的生产部门，后者是指印刷范畴内规律性的知识体系。随着电子计算机技术与通信技术的高度发展，世界已进入信息化时代，印刷业也发生了深刻变化。印前处理技术已由物理、化学处理为主要内容，转移到以电子、电脑技术为主要内容，印刷技术已由经验导向迈向知识导向，承印物已由单纯的物理媒体转变为多种媒体信息记录材料，出版物也变为传统出版物与电子出版物并存局面。“印刷术”这一名词已增添了许多新的内涵，于是出现了“印刷工程（printing engineering）”概念。众所周知，工程是指将自然科学的原理应用到工业部门而形成的各学科的总称。印刷工程则是将物理、化学、光学、计算机科学、信息学等基础科学的原理，结合印刷工艺技术而形成的边缘性、交叉性学科。尽管印刷工程尚无国标统一的定义，但在国内多所高校已设立印刷工程相关的硕士学科和本、专科专业，印刷工程在各种学术文献中也已广为采用。印刷工艺过程本身就是涉及众多科学、技术的一个复杂的系统工程，采用印刷工程更能反映印刷术和印刷学的学科本质和丰富的技术内涵。

二、印刷要素（printing elements）

传统印刷必须具备五大要素，即：原稿（original）、印版（printing plate）、承印物（printing stock）、印刷油墨（printing ink）和印刷机械（printing machinery）。数字印刷则无印版，只需四大要素。

（一）原稿

原稿是印刷复制的对象，是载有需要印刷复制的图文信息的实物或记录媒体。原稿是制版、印刷的信息源和依据，是制版、印刷的基础。原稿的质量，直接影响印刷品的质量，所以必须选择和制作适合于制版、印刷的原稿，以保证印品质量。

印刷原稿可分为五大类：文字原稿、图像原稿、第二次原稿、印刷复制稿、实物原稿。

（1）文字原稿（word original） 文字原稿分为手写稿、打字稿、复印稿等。这类原稿要求：字迹清楚，醒目浓黑，无错别字，标点正确。

（2）图像原稿（image original） 图像原稿可分为绘画原稿、照相原稿和电子原稿。

① 绘画原稿 又分为线条原稿（line copy）和连续调原稿（continuous tone copy）。由黑白或彩色线条组成，没有色调深浅的原稿叫线条原稿，包括图表、漫画、钢笔画、木刻画、版画及计算机制作的图形稿。这类原稿要求图线清晰，黑白分明，彩色线条要有足够的密度。连续调原稿是指画面上由亮到暗、明暗层次连续变化的原稿，如照片、素描、水彩画、油画、国画等。这类原稿要求层次丰富、影像清晰、反差适中，彩色原稿要求色彩鲜艳不偏色。绘画原稿的材质多为不透明的反射稿（reflection copy），但也有用透光材料制成的，则称为透射稿（transparent copy）。

② 照相原稿 分为透射稿和反射稿，其中又有黑白稿和彩色稿之分。反射稿即为彩色或黑白照片，由照相底片冲扩而成，要求和绘画原稿中的反射稿相同。彩色透射原稿（color transparency）有正片与负片之分。彩色正片一般称为天然色正片，它由天然色反转片直接拍摄，经显影处理再反转曝光而成，故又名天然色反转片。彩色正片图像色彩鲜艳，层次丰富，反差大，清晰度好，且明暗层次和色彩与被摄物体相同。彩色负片（color negative）即天然色负片，图像是被摄物体的反像，明暗层次与被摄物体相反，色彩互为补色（complementary）。彩色负片的反差系数较小，色彩又为实际景物的补色，所以不如天然色正片容易观察。照相原稿要求层次丰富，清晰度高，反差适中，彩色稿不偏色，复制时放大倍率

适当。

③ 电子原稿 多指以 Photo CD 形式提供的电子图像,如 ISO 标准图像原稿。

(3) 第二次原稿 一般指将美术品转拍成天然色正片或负片。

(4) 印刷复制稿 指用印刷品(多为印品图像)作原稿,因一般印刷品都采用半色调技术制成,所以扫描输入时通常要采取去网技术。

(5) 实物原稿 指直接用于制版依据的实际物品,如刺绣、蜡染品、织物、手表等。对于平台扫描仪而言,目前只有少数高档平台扫描仪可采用实物原稿,且实物厚度(深度,与扫描时的景深有关)有一定限制。

(二) 印版

印版是用于传递印刷油墨至承印物上的印刷图文信息载体。印刷时印版上着墨部分称为图文部分(image area),也称印刷部分(printing area)。印刷时不着墨部分则为非图文部分(non-image area),又称空白部分(non-printing area)。

印版因图文部分与非图文部分的相对位置的高低和结构不同,可分为凸版(relief printing plate)、平版(lithographic plate)、凹版(intaglio plate)和孔版(porous plate)。不同的印版其版材、制版方法及印刷方法也不同。

数字印刷中没有印版,着墨部分和非着墨部分由电子控制系统根据数据文件直接控制成像。

(三) 印刷油墨

油墨是在印刷过程中被转移到承印物上的成像物质,一般由色料(颜料或染料)、连结料、填充料和助剂按照一定的配比量组成的均匀混合物,具有一定的流动性和黏性。油墨可按印刷方式及用途分为许多种类。各类油墨中都有黑色油墨和各种色相的彩色油墨。除一般油脂性的油墨外,还有非油脂性的水性墨,习惯上仍称为水性油墨。

(四) 承印物

承印物是能接受油墨或吸附色料并呈现图文的各种物质。最常用的承印物是纸张(paper)。随着印刷科技的发展,印刷承印材料种类不断扩大,包罗万象,如纤维织物、塑料、木材、金属、玻璃、陶瓷等。与承印物相对应,在电子出版物中出现了如光盘、磁盘等多种媒体信息记录材料。

(五) 印刷机械

印刷机械是用于生产印刷品的机器、设备的总称。常规印刷机的主要功能是将油墨涂布到印版上,然后加压使印版上图文部分的油墨转移到承印物的表面形成印刷品。印刷机的机组数量多少和质量高低,是决定印刷速度快慢和印刷质量优劣的前提之一。印刷机可按印版类型、印品幅面、机械结构、印刷色数等分为多种类型。除平版印刷机中有输水装置外,其他印刷机都由输纸、输墨、压印和收纸等装置组成。

三、印刷的作用与特点

(一) 印刷的作用

印刷技术是图文信息的复制技术,印刷品是传播科学文化知识的信息载体。通过印刷,一份原稿变成成千上万份印品,供人阅读、学习、收藏,极大地方便了人们的信息交流、知识传播和文化继承。印刷术具有综合作用和图像处理作用。现代印刷术不仅可复制单张原稿,还可将多份原稿拼合在一起,且能进行各种变形、变调、变色处理,使其成为具有一定内容、特定效果的复制品。印刷品是文字、图像的载体,信息传递的工具,文化传播的媒

介，艺术作品的再现，美化包装的方式，商品宣传的手段，是人们日常生活的精神食粮与物质基础，已成为人类生活中不可缺少的一部分。

印刷工业是知识产业，是支持科学技术发展的产业，是国民经济和政治生活中的重要部门，联合国教科文组织把一个国家印刷工业的产值占国民经济总产值的比重，看作是衡量一个国家的经济、科技、文化发展水平的标志。印刷工业发达的国家其印刷工业产值在国民经济中总是占有重要地位。据《中国印刷年鉴》等资料，2000年美国印刷工业总产值达1630亿美元，是第六大工业部门。日本的印刷工业归属于印刷、出版和相关行业中，在22个制造业中，该行业的产值排名第8，达到139320亿日元，相当于所有行业总产值的4.5%，印刷占该行业内产值的60%。2003年，英国的印刷、出版及纸品加工业及其相关产业的总营业额为450亿英镑（约合800亿美元），成为英国的第五大产业。现在印刷工业已成为工业发达国家和地区国民经济发展的支柱产业。

随着科学技术和经济的发展，印刷早已突破书刊印刷的小圈子，广泛应用于书刊、报纸、包装、商业和工业品的印刷中，其印刷载体也已发展为纸张、木材、塑料、陶瓷、金属、玻璃和纺织品等，并出现光、磁等新型信息记录媒体。数字化和网络化正在构筑一种全新的印刷生产环境和技术基础，成为当今印刷技术发展的一个焦点，诞生了无版的数字印刷和电子出版物，作为图文信息复制传播技术的印刷技术，其内涵不断丰富，不断扩大。我们必须树立起大印刷的观念，充分认识印刷在社会文明、国民经济和人们日常生活中的重要地位、重大作用，并不断采用新理论、新技术、新介质、新方法，丰富印刷科学，变革印刷技术，发展印刷工业，使中国的印刷走向未来的辉煌。

（二）印刷的特点

（1）复制性 印刷业是一种特殊的加工工业，其任务是复制原稿中的图文信息，原稿是印刷作业的依据和基础。印刷复制作业从原稿开始，复制方法和手段依原稿变化而变化，其复制成品除按客户特别要求外，原则上图文内容、图像的色彩层次都应该“忠实”再现原稿。从信息处理角度看，印刷过程是模拟信息的数字化（A/D转换）—数字信息处理—数字信息模拟再现（D/A转换）的过程。

（2）政治思想性 和其他文化传播工具一样，书刊等印刷品、出版物都是文化知识的载体，其内容属意识形态范畴，对读者的思维方法、认识能力、政治立场、文化素质等都有相当大的影响，某些出版物还担负着维护党和国家领袖人物的光辉形象、民族尊严和国家主权的重大政治责任。印刷品内容必须符合党的方针政策、国家政府的法律法规，要做到正确、准确、科学、健康。

（3）艺术性 印刷术是技术与艺术的结晶，一向被世界公认为“神圣的艺术”、“文明之母”。不仅所复制的图像本身是艺术品，即使是印刷品中文字字体、版式设计、装帧方式等，处处都渗透着艺术和美学的内容；处处都体现着美。复制原稿的过程，也是艺术加工的过程。印刷从业人员应具有一定的艺术鉴赏力，准确把握原稿的艺术特点和风格，采用恰当的复制手段和工艺方法，再现原稿的艺术魅力，并通过图像处理增强其艺术表现力。

（三）印刷方式、印刷机械与印刷工艺过程

1. 印刷方式分类

印刷方式很多，按有无印版可分为无版或电子印版的数字印刷和采用印版的传统有版印刷。后者按印版版面图文部分与空白部分的相对位置，分为凸版印刷（包括柔性版印刷）、平版印刷、凹版印刷、孔版印刷四大类印刷方式，称为常规印刷（general printing）。相对

于这些常见的印刷方式，将采用特殊油墨和承印物、具有特殊用途的印刷方式称为特种印刷 (special printing)。特种印刷是一个不断变化的概念，随着某种印刷方式应用范围的扩大，可由特种印刷变为常规印刷 (反之也有可能)，如柔印和孔印，现已归入常规印刷，而喷墨印刷则归入数字印刷。此处仅简介常规印刷方式，余者详见后续有关章节。

(1) 凸版印刷 凸版印刷 (relief printing) 的图文部分处于同一平面，且高于空白部分。印刷时图文部分涂布油墨，与承印物直接接触，在压力作用下，印版上的油墨转移到纸张等承印物上形成印品。由于空白部分是凹下的，加压印刷后印品上有轻微的不平整度，如图 1-1 所示。

凸版印刷主要用于书刊报纸印刷，印品轮廓清晰、墨色浓厚，可使用较低级纸张，但不适合印刷大幅面印品。凸版材料主要有铅合金活字版，铅合金复制版，铜锌版和感光性树脂版等。由于铅字、铅合金印版有毒，凸版印刷一度衰落，目前由于柔性版兼有凸印、凹印和胶印之长，又有高速、多用、成本低等特点，凸版印刷又在重新崛起。

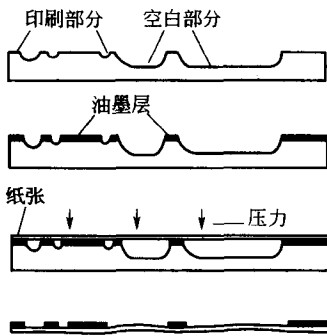


图 1-1 凸版印刷示意图

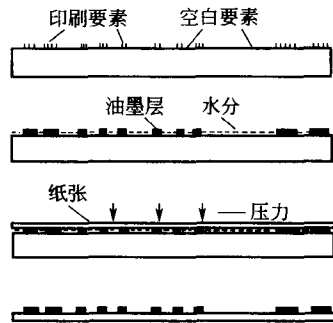


图 1-2 平版印刷示意图

(2) 平版印刷 平版印刷 (planographic printing) 的印版，图文部分与空白部分无明显的高低之分，几乎在同一平面上。根据油水相斥原理，图文部分亲油粘附油墨，空白部分亲水不粘附油墨，从而形成印刷图像，如图 1-2 所示。平版印品表面没有凸版那样的不平整现象，印刷的油墨膜层较薄。平版印刷目前多用预涂感光版 (PS 版, pre-sensitized plate)，制版简便，版材轻而价廉，印制质量好，可制作大幅面印版，印刷速度快，广泛用于印刷书刊、画报、宣传画、商标、挂历、地图等，是目前占据统治地位的印刷方式。其缺点是墨层厚度有限，色调再现性不够强。

(3) 凹版印刷 凹版印刷 (intaglio printing) 的印版，图文部分低于空白部。凹版印刷可采用三种方式表现图像阶调层次：一为印版凹陷程度，二为网点面积率与印版凹陷深度的同时变化，三为网点面积率。现在仅仅采用网点面积率可变的凹版印刷已经很少使用。印刷时，全版面涂上油墨，再用刮墨刀刮去平面上 (即空白部分) 的油墨，然后借助压力，将油墨转印到承印物上即可，如图 1-3 所示。凹陷部分深浅或面积不同，转印的油墨多少不同，形成与原稿图像对应的明暗层次和色调，凹版印刷是常规印刷中唯一可用油墨层厚度表现色调层次的印刷方法。凹版主要采用铜版、钢版等。凹版印品线条分明、墨色厚实，层次丰富、

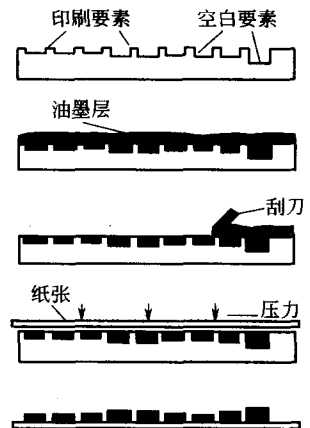


图 1-3 凹版印刷示意图

精细美观，色泽经久不变，不易仿造，常用于印刷有价证券、精美画册、塑料包装袋等，其缺点是制版困难，制版周期长，成本较高。

(4) 孔版印刷 孔版印刷 (porous printing) 又称滤过版印刷。印版的种类有誊写版、镂空版、丝网版等，目前多用丝网印刷。其印版上的图文部分是由大小不同或大小相同但单位面积内数量不等的孔洞 (网眼, mesh) 组成。印刷时油墨在印版的一侧，通过刮板或压辊的刮压，油墨透过印版上的孔洞转移到承印物上完成印刷，如图 1-4 所示。孔版印品墨层

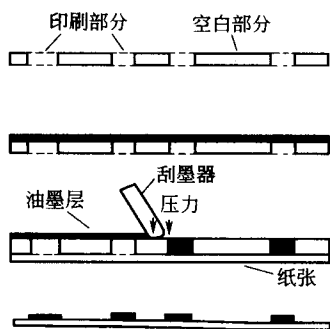


图 1-4 孔版印刷示意图

厚实 (比凹版印刷的墨量更大, 约为平版的 5~10 倍), 图文突起, 有浮凸的立体感, 孔版印刷可在各种形状的物体表面进行印刷, 应用范围广泛, 主要用于印刷线路板、集成电路板、标牌、包装装潢材料、办公用品等。孔版印刷的缺点是耐印力较差, 色彩和阶调还原性也不够好。

上述四种印刷方式中, 如印刷时印版与承印物直接接触, 印版图文部分的油墨直接转移到承印物上, 称为直接印刷 (direct printing)。相反, 印刷时印版与承印物并不直接接触, 印版图文部分的油墨通过中间载体转移到承印物上, 则称为间接印刷 (indirect printing)。直接印刷的印版上图文部分是反像, 间接印刷的印版上的图文部分是正像。凸印、凹印和孔版印刷一般采用直接印刷, 但凸印、凹印也有采用间接印刷的, 如不干胶印刷、移印等。平印一般采用间接印刷, 如胶印, 但也有采用直接印刷的, 如石印、珂罗版印刷等。

上述四种印刷方式中, 平印墨层厚度最薄, 凸版次之, 但两者都只有几微米, 凹印墨层可达 12~15 μm , 丝印最厚, 可达 10~100 μm 。

2. 印刷机械

印刷机的种类很多, 分类方法也很多, 一般可按下述方法分类。

按有无印版分为传统印刷机与数字印刷机。数字印刷机按工作原理又分为喷墨、静电照相、电凝聚、磁记录和电荷沉积等几类数字印刷机。传统印刷机可按印版特点分为凸版印刷机、平版印刷机、凹版印刷机、孔版印刷机。

按印刷幅面大小分为八开、四开、对开、全张印刷机, 在数字印刷机中常用 A0~A5、B0~B5 等表示幅面大小。

按印刷纸张形状分为单张纸印刷机、卷筒纸印刷机。

按印刷色数分为单色、多色 (双色、四色、五色、六色、八色等) 印刷机。

按印刷面分为单面、双面印刷机。

传统印刷机中, 按印刷过程中的施压方式又可分为三大类, 即平压平型印刷机 (plate machine)、圆压平型印刷机 (flat-bed machine) 和圆压圆型印刷机 (rotary letterpress machine)。

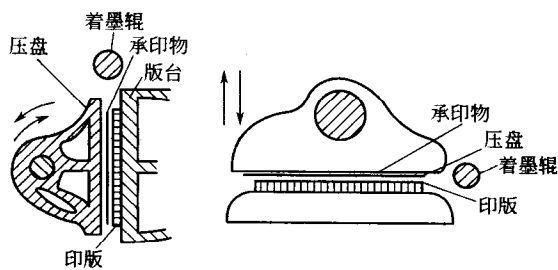


图 1-5 平压平型印刷机结构示意图

(1) 平压平型印刷机 压印机构与装版机构都是平面形的印刷机, 如图 1-5 所示, 印刷时印版与压印机构同时全面接触, 压印时印版承受的总压力很大, 压印时间长, 印品墨色鲜艳, 图像饱满。由于压力大, 不适于大幅面印刷, 且印刷速度慢。一般都用于印刷书刊封

面、彩色图片、包装用品或烫金压凸等印后加工。

(2) 圆压平型印刷机 圆压平印刷机的压印机构呈圆筒状，装版机构为平面形。如图 1-6 所示，印刷时版台在压印机构下移动，压印机构在固定位置转动。印版与压印机构不是面接触，而是线接触，印刷总压力较小，因此印刷幅面可较大，速度也可较平压平印刷机快。但版台必须作往复运动，印刷速度仍受到限制。常用机型有一回转、二回转和停回转书刊凸版印刷机及传统机械打样机。

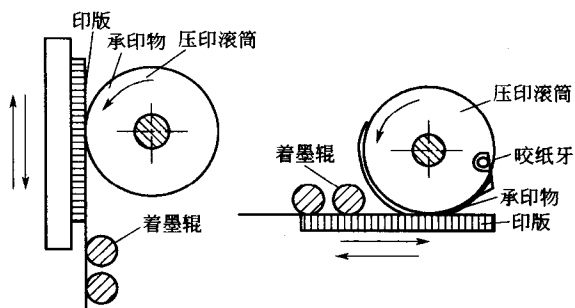


图 1-6 圆压平型印刷机结构示意图

(3) 圆压圆型印刷机 圆压圆印刷机的压印机构和装版机构都呈圆筒状，如图 1-7 所示。印刷时，压印滚筒与印版滚筒作相反方向转动，压印滚筒带着承印物与印版滚筒接触，完成油墨转移。由于两滚筒间仅作线接触，不仅结构简单，压力小，运动也较平稳，避免了往复运动的冲击，印刷速度可大大提高。而且印刷装置可设计成机组型，进行双面印刷，是一种高效印刷机。这类印刷机有：印刷报刊书籍的轮转印刷机、平版胶印机、凹版印刷机和柔版印刷机等。

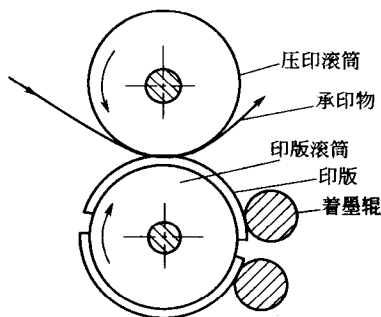


图 1-7 圆压圆型印刷机结构示意图

3. 工艺过程

印刷复制工艺过程是一个复杂的系统工程，工序甚多，一般可将该工艺过程分为印前、印刷和印后三个部分。其中印前技术及设备发展快变化大，先后有照相分色制版、电子分色制版、整页拼版、彩色桌面出版系统（DTP）和直接制版（CTP）等。图 1-8 为目前最通用的 DTP 复制工艺过程示意图。图中栅格图像处理器（RIP, Raster Image Processor）如不输出分色胶片，而直接输出印版，则为直接制版（CTPlate），包括脱机直接制版和在机直接制版，后者又叫直接成像（DI, Direct Image）。如栅格图像处理器工作时不出印版而直接控制油墨在承印物上成像，则为数字印刷，即计算机直接到纸（CTPaper）。

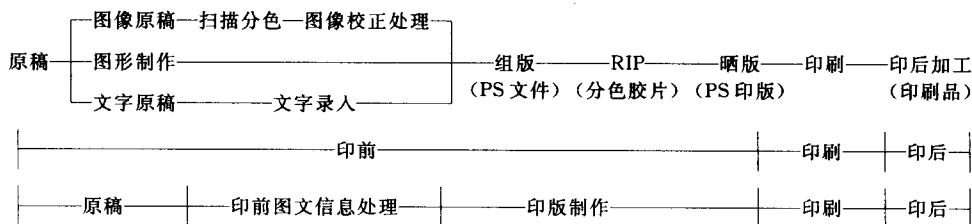


图 1-8 DTP 系统印刷复制工艺过程

四、印刷工程与其他学科的关系

印刷工程是一门综合性很强的工程技术学科，它主要研究印刷科学基础理论、印刷图文信息处理、印刷工艺和设备、信息记录材料、印刷材料与印刷适性、印品质量检测等。印刷

工程涉及到化学、光学、色彩学、机械学、电子学、美学等基础学科与工程学科。任何一件印刷品都是科学、艺术及技术的综合产物。

（一）印刷与光学的关系

印品图像的色彩来自于光，有光才有色，光源不同，同一印品呈现的色彩不同。光与色的分解与合成，是构成印刷色彩学的基础理论，贯穿于图像印刷的全过程。

光与印前制版关系尤其密切，原稿图像的信息采集、数字化，离不开制版光源和扫描分色等光学系统，胶片和印版的制作，主要靠输出光源作用于印版感光材料产生光化学反应。现代印刷机都是机、光、电结合的自动机械。印品质量检测仪器中也涉及到光学的具体应用。另外印刷油墨与光学也有着密切关系，如变色油墨经转动方向，光照射后能闪射变色；折光变色油墨，利用三维概念，具有透色、折射特点；阳光变色油墨，利用紫外线照射既可显色，也可复原。

（二）印刷与机械学的关系

不用详述，现代印刷离不开印刷机械，印刷机械的先进程度，直接影响着印品质量与产量。先进的印刷方式、高速印刷能力、墨量的精确控制、自动换版续纸、自动检测等印刷高科技在很大程度上都体现在印刷设备中。拥有先进印刷设备的类型和数量，已成为印刷企业技术力量的象征，直接影响着印刷企业的市场竞争力。印刷机械的发展依赖于机械学的发展和电子计算机的应用，机械学是印刷机械的基础科学之一。

（三）印刷与化学及材料科学的关系

纸张、油墨、印版、塑料薄膜等印刷材料的性能、状态、质量，都与其化学构成密不可分。版基处理，胶片与印版的感光及显影处理，塑料薄膜表面的化学与光化学处理，印刷过程中的墨辊、印版清洗，润版液的使用，以及印后加工中的胶黏材料等，都与化学和材料特性有着密切关系。

（四）印刷与电子学的关系

可以说，没有电子学的发展，就没有电子计算机，就没有数字图像处理，也就没有现代印刷技术。现在不管是印前、印刷、印后，处处离不开计算机和自动控制系统，离不开计算机的软件和硬件。不言而喻，数字印刷、电子出版、网络出版，更加依赖于电子学的发展，另外，所有印刷设备都需电气拖动和控制，与电工学也有密切关系。

（五）印刷与美学的关系

在印刷复制绘画、摄影等艺术作品时，需要印刷者有一定的美学修养与艺术鉴赏能力，报刊、画报等在排版设色时也需要设计者有一定的美学功底。不管是彩色印刷品还是单色印刷品，都有字体设计、图形安排、装订样式、装帧装潢设计。印刷品处处体现着美，渗透着艺术和美学的内容，印刷品是科学、技术与艺术的结晶，印刷科学与美学紧密相连。

此外，印刷还与摄影学、生物医学、心理学、数学等有着密切关系。印刷工程学科是一门与多种学科联系的交叉、边缘学科，学好印刷工程需要掌握扎实的基础科学理论，需要培养正确的思维方法和综合分析能力，需要付出艰辛的努力。

第二节 印刷技术的发展概要

一、中国印刷技术的发明及对外传播

古代，我们的祖先为了相互交流，产生了语言，先后创造了结绳记事、刻木记事方法。随着生产力的发展，为了克服长时间和远距离交流的困难，我们的祖先又创造了永久性交流

的工具——文字。先有用图画描绘实物的象形文字，后来按照删繁就简、避难趋易的规则，逐步发展，创造出形声、会意等多种造字方法。字体也由殷商时代的甲骨文、商周战国时代的金文、秦代的小篆、汉代的隶书、魏晋的楷书，逐步演化为现代的简化字。文字的产生，是人类文明的一大跃进，文字是人类记录语言、交流信息、记载历史的优良工具，文字为印刷术的发明提出了需求并提供了可能。图 1-9 为汉字演变示例图。



图 1-9 汉字演变示例图

伴随着文字的形成和演变过程，存留文字的记录工具的载体也在不断发展。公元前 3 世纪中国就有了笔和墨。早先人们将文字刻在竹片（称为“竹简”）、木片（称为“木牍”）上或书写在绢帛上。多片竹简木牍用皮条串起来，便成为“册”或“策”，这就是早期的书籍，如图 1-10 所示。竹简木牍太重，绢帛太贵，公元前 2 世纪东汉的蔡伦改进了造纸术，发明了质量较高、便于书写携带保存的“蔡侯纸”，有力地推动了科学文化的传播和发展。笔、墨、纸的发明和改进为印刷术的发明奠定了物质基础。

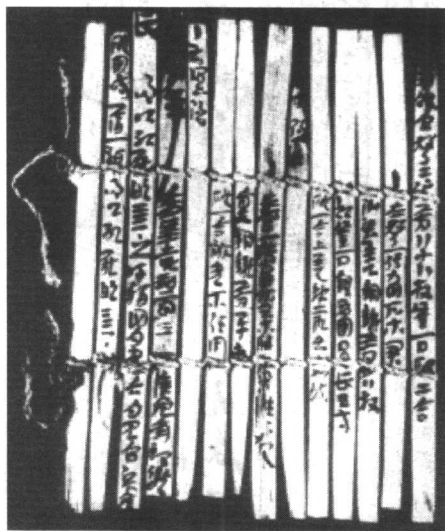


图 1-10 简册示例图

印刷术起源于印章和拓石。早在四五千年前，我们的祖先已懂得用压印方法，制作带有印纹的陶器，后来又学会用类似于雕版凸印的方法在织物上印花，这就是原始的印刷。到了战国时代，开始出现印章。印章上的文字，有凹下的反写阴文，也有凸出的反写阳文，印出后则都成正写的文字。印章提供了一种从反写文字取得正写文字的复制技术（图 1-11）。早在公元前 7 世纪，我国就有了石刻文字。为了节省时间，减少抄写的辛苦和避免差错，我们的祖先又先后发明了拓石的方法。石刻文字都是阴文正写，拓石提供了从阴文正写取得正字的复制技术（图 1-12）。拓片是黑底白字，不如白底黑字醒目，于是人们便仿照印章的办法，将石碑上的阴文改写为反写阳文，刻在木板上做成雕刻的木版，在木版上刷墨铺纸，用类似于拓石的方法来拓印，这就是雕版印刷（woodblock printing）（图 1-13、图 1-14）。雕版印刷是第