

现代印刷工程系列教程

平版印刷原理及工艺

周春霞 唐正宁 编

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍了平版印刷基本原理和平版胶印的工艺技术及质量控制因素,全书共八章。第一至第二章阐述了平版印刷的基本原理和平版胶印的工艺过程;第三至第四章介绍了单张纸和卷筒纸胶印过程的系统组成及具体装置;第五章对印刷过程的主要质量控制系统进行了介绍;第六章阐述了印刷作业的工艺过程及相应参数的调节和设置;第七章分析了印刷质量控制因素及检测方法;第八章对胶印技术的发展趋势作了总体介绍。

本书可以作为高等院校印刷工程、包装工程专业相关课程的教材和参考书,还适合于包装印刷行业的技术人员和生产管理人员使用参考。

图书在版编目(CIP)数据

平版印刷原理及工艺/周春霞,唐正宁编. —上海:
上海交通大学出版社,2008
(现代印刷工程系列教程)
ISBN978-7-313-05047-2

I. 平... II. ①周...②唐... III. 平版印刷—
高等学校—教材 IV. TS82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 184524 号

平版印刷原理及工艺

周春霞 唐正宁 编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:韩建民

上海交大印务有限公司印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:13 字数:316千字

2008年1月第1版 2008年1月第1次印刷

印数:1~2050

ISBN978-7-313-05047-2/TS·066 定价:21.00元

版权所有 侵权必究

前 言

目前计算机科学、数字化和网络化技术的不断发展和深入,成为印刷技术发展的主要推动力。数字印刷技术则应运兴起,并成为现在个性化社会信息传播的重要技术,正在实现人们对信息期盼的高品质、彩色化、个性化与按需印刷的目标。但是在数字印刷技术发展的同时,传统印刷也在相应的科学技术推动下,一直在不断地进步和发展,印刷自动控制、计算机直接制版、无水印刷以及其他新技术也为传统印刷开拓了新的空间和市场。因此,数字印刷与传统印刷具有各自适合的优势,并能保持各自优势共同发展、相互补充。

全书共八章。第一至第二章阐述了平版印刷的基本原理和平版胶印的工艺流程;第三至第四章介绍了单张纸和卷筒纸胶印过程的系统组成及具体装置;第五章对印刷过程的主要质量控制系统进行了介绍;第六章阐述了印刷作业的工艺流程及相应参数的调节和设置;第七章分析了印刷质量控制因素及检测方法;第八章对胶印技术的发展趋势作了总体介绍。

本书由江南大学周春霞老师负责统稿、修改和定稿,江南大学唐正宁老师和曲阜师范大学印刷工程学院李飞老师参加了编写工作,在此还要感谢武汉大学印刷包装系的王强教授,他对本书提出了许多有益的建议。

本书可以作为高等院校印刷工程、包装工程专业相关课程的教材和参考书,还适合于包装印刷行业的技术人员和生产管理人员使用参考。

由于作者学识有限,印刷技术涉及学科面又非常广泛,我们衷心希望读者对于本书存在的不足给予批评与指正。

编 者

2007年11月

目 录

第一章 概述.....	1
第一节 平版印刷工艺及其发展.....	1
第二节 平版印刷工艺的分类.....	3
第三节 平版印刷工艺的应用.....	6
第二章 平版印刷基本原理.....	9
第一节 典型胶印工艺.....	9
第二节 润湿原理与作用.....	10
第三节 印版、润版液、油墨、橡皮布.....	14
第四节 输墨单元、润版单元、印刷单元.....	32
第五节 印刷质量及其控制.....	39
第三章 单张纸胶印.....	44
第一节 典型单张纸印刷系统.....	44
第二节 纸张的传递.....	45
第三节 给纸装置.....	47
第四节 印刷装置.....	55
第五节 收纸装置.....	64
第六节 翻纸装置.....	66
第七节 干燥装置.....	69
第八节 控制装置.....	76
第四章 卷筒纸胶印.....	78
第一节 典型卷筒纸印刷系统.....	78
第二节 给纸装置.....	80
第三节 印刷装置.....	90
第四节 折页装置.....	100
第五节 翻纸装置.....	107
第六节 干燥装置.....	109
第七节 控制装置.....	112
第五章 印刷控制系统.....	114
第一节 印刷套准控制单元.....	114

第二节	印刷色彩测量与控制单元.....	118
第三节	印刷图文质量控制单元.....	124
第四节	典型印刷控制系统及其应用.....	127
第六章	印刷作业流程.....	141
第一节	印刷作业准备.....	141
第二节	印版、橡皮布和压印单元的设置.....	143
第三节	换版及其清洗.....	144
第四节	印刷油墨量的预设与调节.....	152
第五节	印刷纸张的预设与调节.....	155
第六节	印刷润版的预设与调节.....	156
第七节	印刷干燥的预设与调节.....	159
第八节	其他在线作业的预设与调节.....	161
第七章	印刷质量及其控制.....	163
第一节	印刷质量及其要素.....	163
第二节	印刷密度控制.....	166
第三节	印刷网点控制.....	177
第四节	印刷水墨平衡控制.....	183
第五节	印刷干燥控制.....	187
第八章	胶印技术的发展.....	193
第一节	胶印机的发展.....	193
第二节	胶印控制系统的发展.....	196
参考文献	200

第一章 概述

第一节 平版印刷工艺及其发展

一、工艺概述

平版印刷是目前主要的印刷方法之一,也是应用最为广泛的印刷方式。平版印刷工艺与凸版印刷、凹版印刷等传统印刷工艺相比,既有相同之处,又有区别,其特点主要有以下几个方面:

平版印刷的印版,其空白部分和图文部分几乎在同一平面上。利用油、水互斥的规律,在同一平面的印版上构成亲油疏水的图文部分和亲水疏油的空白部分。印刷时,印版先被“水”润湿,再涂布油墨,经过橡皮布的转移,在承印物上形成印迹。印版可以采用预涂的方式存放,使用时直接曝光制版,方便快捷,且分辨率高。

平版印刷的印刷方式是一种间接印刷,印版上的图形是“正形”的。平印印版上的油墨不直接传递给印张,而是先通过弹性体的橡皮滚筒进行转印。橡皮滚筒表面所包裹的橡皮布有两个特性:一是有较好的疏水、亲油的特性,能充分地传递油墨,并限制水分的传递;二是橡皮布具有弹性,可以在较大地印刷压力和压缩变形的情况下,使得印迹清晰而网点扩大较小。

平印产品呈现的色彩千变万化,其图文是由不同色彩的网点叠印而成的。它是以光色理论作指导,运用网点重叠、并列的手段,以三原色加黑的理论,通过照相分色或电子分色,把图画的色彩分解成网纹角度不同的黄、品红、青、黑等四种色版,然后用四色印版,套印交叠再现出无数众多层次及色彩,获得色彩非常丰富的艺术复制品。采用网点印刷的方式,可获得分辨率较高的印刷产品。

平版印刷能印刷单色文字版,但主要是多色套印。印刷幅面可大可小(四开以下至双全张)并且可同时印有网点和实地的多色产品,成品的画面平整,色彩鲜艳,是凸版印刷方式所不及的。

但是胶印方式获得的油墨层较薄,在线条、实地的印刷效果和色彩的饱和度上不及其他印刷方式,色差的控制难度也较大。而且由于水的存在,多色套印时会因承印物吸水而加大难度。

二、发展概述

平版印刷技术的发明是印刷术的一大飞跃,经过数百年的发展,已经成为最主要、市场最大的印刷方式。

1798年,奥国(今捷克的布拉格)人作曲家塞纳菲尔德(Alois Senefelder 1771~1834)发明了石版印刷术(Lithography),利用水与脂肪互相排斥的原理,在平面上印刷,自称为化学印刷(Cheical Printing),是平版印刷术(Planography)的前身。塞纳菲尔德并为其新型的印刷方

法,制造了一台特殊的手动印刷机,也就是“杠杆印刷机”。这种印刷机用一个转向的木制刮板刷过顺序放置在版台上的纸张,这样压印板就不会给敏感的石版造成过重的负担。由于这种杠杆印刷机操作困难,后来塞纳菲尔德又制造了一种带大尺寸压印滚筒的印刷机,即快速滚筒印刷机。如图 1-1 所示为当时使用的一种石印机。

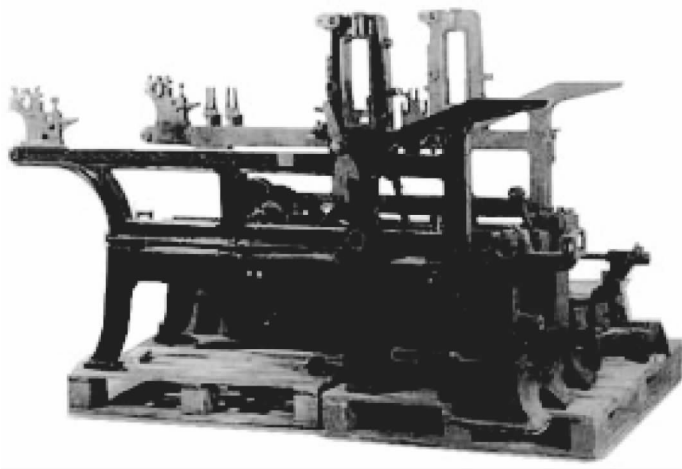


图 1-1 早期的石印机

第一台快速石印机出现在法国,由 Nicolle 在 1846 年发明。1860 年,Alexander Dupuy 在巴黎制造出第一台自动滚筒型石印机。1870~1871 年间,Louis Faber 和 Adolf Scheicher 在美茵河畔的 Offenbach 建立了石印机制造厂,这也是曼罗兰印刷机公司单张纸胶印机分部的前身。1886 年,采用柔性金属锌版的旋转滚筒替代沉重石版的机器出现了,后来,美国人又用铝版替代了锌版。图 1-2 所示为早期的石版印刷生产。

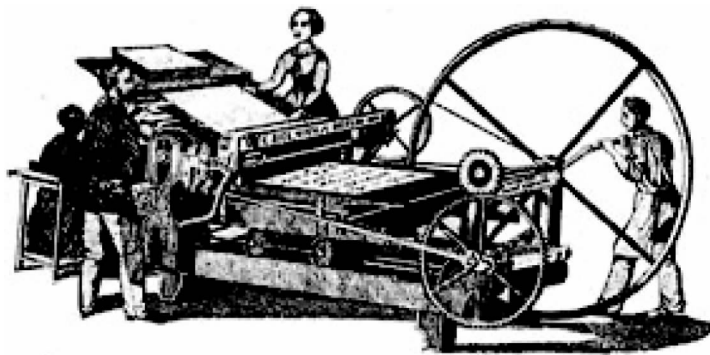


图 1-2 早期的石版印刷生产

1904 年,美国人鲁贝尔(I. W. Rubel)在采用间接凸印印刷铁皮的生产中得到启发继而发明了使用橡皮布转印图文的胶印机。1916 年前后,VOMAG 公司制造了第一台卷筒纸胶印机。

20 世纪 60 年代,无水胶印的概念被提出,到了 70 年代初期,由美国 3M 公司(现为 Imaton 公司)最先推出了无水胶印技术(DriOgraphy)。由于当时制出的印版易划伤,空白部

分不稳定,温度升高现象,油墨等原因而使 3M 公司放弃了这一计划。1972 年日本东丽公司(Toray)购买了 3M 公司的 DriOgraphy 技术专利和 Scott 纸业公司干胶印的相关专利,并于 1977 年的 Drupa 展会上推出了自己研制成功的阳图型无水胶印版,很快便打开了日本市场,实现了产业化。1982 年东丽公司又研制出阴图型无水胶印版和制版工艺,实现了单张纸和卷筒纸无水胶印工艺。通过与印刷机、纸张和无水胶印油墨供应商的通力合作,无水胶印技术在全世界得到了快速的发展,并成为一套完全可行的印刷解决方案。

随着计算机技术、控制技术的日益创新以及新材料的不断涌现,数字印刷技术也越来越多的被市场所关注。传统的平版印刷技术与其相结合,也不断得到创新和发展。CTP 技术,数字印刷机的出现,虽然其着墨原理与传统印刷在本质上稍有差别,但单纯从印版的形式来说,很大一部分也属于平版的范畴。

在现代印刷工艺中,由于平版印刷机印版制作安装工艺简单,采用轮转印刷方式速度快、效率高、印刷质量好,在整个印刷机中所占数量最大,发展较快,在书刊印刷、包装印刷等各个行业都有应用。在目前和将来相当长的一个时期内,平版印刷在各种印刷方式中将占据主导地位并将继续发展。

第二节 平版印刷工艺的分类

平版印刷工艺目前应用最为广泛,其分类形式也多种多样。

一、从印版版材来分

平版印刷根据印版材料的不同,可以分为石版印刷、玻璃版印刷和金属版印刷三种。

1. 石版印刷

石版印刷简称石印,主要应用于平版印刷工艺的早期,因版材笨重、印刷效率低、质量差,在商业印刷中已被淘汰。

2. 玻璃版印刷

玻璃版印刷,也称珂罗版印刷,这是最早利用照相制版技术的印刷方法。珂罗版印刷制版时首先在磨砂玻璃上浇涂一层骨胶与重铬酸盐组成的混合物,制成胶质感光薄膜,再用阴图底片敷在胶膜上曝光,背面也要作短暂的曝光,经水洗、干燥后,见光部分硬化构成图像。

图像的阶调层次不是用网点的大小不同来表现的,而是利用胶膜微细皱纹的疏密来表现的。胶膜感受的光量越大,产生的皱纹就越多,色调也就越暗;反之,色调就越明亮。在有胶膜图像的玻璃印版上,刷上油墨,在压力作用下,与承印材料接触,墨迹就转移到了承印物上。

珂罗版具有印刷精美、复制效果好等优点,适宜复制精致的绘画作品和手稿,但其印刷效率较低,使用范围较小。

3. 金属版印刷

石版印刷和珂罗版印刷都属于直接印刷方式,现在所说的平版印刷,实际上是指采用金属印版材料,采用光化学或计算机直接制版技术制版,图文经橡皮布作为媒介转印到承印物上的平版印刷方式,即胶印,是一种间接的印刷方法。

金属版根据制版工艺的不同又分为多种形式,整体来说,其制版工艺简便、效率高、印刷质量较高。

二、从印版制作工艺来分

1. 蛋白版

蛋白版是在锌版版基建立砂目后,涂布蛋白胶、重铬酸氨和氨水配制的感光液,干燥成膜后和阴图底片一起放入晒版机内进行曝光。透光的图文部分、受到光线照射的感光层硬化,便形成了亲油的图文。再经过擦显影墨,用水冲去未见光的空白部分的胶膜和腐蚀等处理,使空白部分具有亲水性,制成印版。由于印版的图文部分以硬化的蛋白膜为基础,故称为蛋白版。

蛋白版制作简单,生产成本低,但因硬化的感光层耐酸、耐碱性较差,又高出版面,耐印力小,仅两万印左右,加之铬胶的暗反应现象和有一定公害等,已经基本上被淘汰。

2. 平凹版

平凹版是在经过磨版和前腐蚀的锌板或铝板上,涂布聚乙烯醇(PVA)、重铬酸氨等物质配制的感光液,干燥成膜后与阳图底片密附并经紫外光源曝光后,印版上空白部分的感光胶膜受到光线照射发生光化学反应而硬化,图文部分未感光的胶膜,经显影被除去,露出金属表面。再用腐蚀液处理图文部分,使其版面低凹 $3\mu\text{m}$ 左右,并涂布一层亲油性很强的基漆。由于平凹版的图文部分下凹,并有一层耐磨耐酸性很强的基漆保护,耐印力可达5万印,而且网点形状光洁、吸墨量较大,印刷品的质量较高。

3. 多层金属版

多层金属版是选用亲油性良好的金属铜和亲水性良好的金属,在印版上分别形成稳定的图文部分和空白部分而制的印版。多层平版分双层和三层两种。按照图文凹下或凸起的形态分为平凹版和平凸版,使用较多的是平凹版。

双层平凹版是在铜金属版基上电镀数微米的铬层,用阳图底片晒版,显影后,使用氯化钙、氯化锌和盐酸配制的腐蚀液对图文部分的铬层进行腐蚀,露出铜层。

双层平凸版是在铝版基或不锈钢版基上电镀铜层,用阴图底片晒版显影后,使用硝酸铁类腐蚀液对非图文部分腐蚀,露出铝层。

三层平版,是在铁板上先镀铜层,再镀上铬层后用同样的方法晒制的印版。

多层平版均是耐磨金属,因此耐印力很好,适用于胶印轮转机大印量印刷。但是,当印刷压力和水辊压力调整不当时,容易磨损镀层,引起油墨转移不良、印版上脏。多层平版被作为环状平版而使用,适于包装纸、壁纸等连续图样的产品印刷。

但多层金属版制版周期长、成本高,阶调、色彩再现性不如PS版。

4. 预涂感光版

预涂感光版简称PS(Pre-Sensitized Plate)版,印刷厂不需要任何加工即可晒版,保存期长,制版分辨率高而被广泛采用。

PS版的版基是0.5mm,0.3mm,0.15mm等厚度的铝板。铝板经过电解粗化、阳极氧化、封孔等处理,再在板面上涂布感光层,制成预涂版。

阳图型PS版的制版工艺过程为:曝光→显影→除脏→修版→烤版→涂显影墨→上胶。

预涂感光版采用重氮化合物感光剂,按照感光层的感光原理和制版工艺,有阴图型和阳图型两种。阴图型中又分内型和外型两类。内型是指感光层里包含有补强树脂,不需涂敷基漆;而外型在感光层里不含树脂,故制版时为提高图文部分亲油性还需要涂敷基漆。此外,按表面处理分类,有无砂目、有砂目和阳极氧化处理几种类型。

无砂目印版耐印力低,印刷时对机器调整的精度要求严格,操作困难,但其分辨力高,多作为无网胶印的版材使用。

粗化砂目方法,有刷磨、液体研磨和喷砂磨等。砂目越细,印刷再现性越好,砂目粗,感光膜的附着性和保水性好。多层砂目结构的 PS 版,满足了网点再现性好、保水性好、耐印力高的优良特性。

阳极氧化,是用电解液对铝版表面进行阳极氧化处理,不但能提高铝版的硬度,而且可形成耐磨性的多孔膜层,因而增加了亲水性,也提高了印版的耐印力。

5. 干式剥离型 PS 版

1965 年以来,各国文献和专利发表了不少剥离型和粘合型 PS 版。这种版的制作原理是应用曝光之后感光性树脂对于版基的粘附性发生变化,经剥离去掉未感光部分的树脂,留下感脂性图像部分而形成印版。

干式剥离型 PS 版的感光层,经紫外线照射产生聚合反应,从而使其粘性发生变化。空白部分的感光层,在晒版后与剥离片一起从版面剥离掉,而见光的图像部分,因具有半粘性而留在版面,这半粘性的感光层,再以紫外线照射,以增强其耐磨性。干式剥离型 PS 版的最大特点是省去了大量化学药品,简化了工序。

三、从是否用“水”来分

1. 常规胶印

可分为常规胶印方法和无水胶印两种。常规胶印在印刷时有润版液存在,先给印版供水,这样就在印版表面的空白部分形成一层水膜。对于可以全部润湿印版的油墨来说,由于这层水膜的存在而只能涂布在印版的图文部分,经橡皮布的转移形成印迹。

2. 无水胶印

无水胶印也是基于基本相同的原理,在印版表面形成了亲油和疏油的两个部分。无水平版有阳图型和阴图型两种。目前,使用较多的是阳图型无水平版。

阳图型无水平版的版材由铝版基、底层(也叫粘合层,约 $0.5\sim 1\mu\text{m}$)、感光树脂层(约 $3\sim 3.5\mu\text{m}$)、硅胶层(约 $2\mu\text{m}$)、覆盖膜(约 $6\mu\text{m}$)等组成。为了提高晒版对原版和版材的密合度,覆盖层表面被加工成 $2\mu\text{m}$ 的凸凹形状。

阳图型无水平版晒版时,使用的光源和阳图型 PS 版相同。曝光时,见光部分的硅胶层发生架桥反应,进行光交联。曝光后的版材显影后,未见光图文部分的硅胶层被除去。无水平版可以印刷从高光 $2\%\sim 3\%$ 到 $98\%\sim 97\%$ 的网点,网点再现范围为 95% 。用无水平版印刷时,因为没有润版液的影响,所以网点扩大值小,中间调的网点扩大值约为 $7\%\sim 8\%$,这个范围即使在墨层厚度增加的情况下也不会发生大的变化。用无水平版可以印刷出阶调和色彩极为丰富的成品,可以达到近似于原稿的复制效果。图 1-3 为无水平版示意图。

无水平版的非图文部分,是拒墨性的硅胶树脂,版面固有的亲水性,不需要用水润湿印版,因而印刷工艺比普通平版印刷简单,操作技术容易掌握。但是,因为印刷中不再使用水,印刷油墨必须对印版的图文部分有良好的亲合性,对非图文部分的硅胶树脂有良好的排斥性,并能和橡皮布的类型、材质相匹配,以保证油墨的顺利传递和转移。

由于没有水,高速运转的墨辊,会因摩擦度上升而产生故障,所以必须有墨辊冷却装置,使墨辊温度下降。

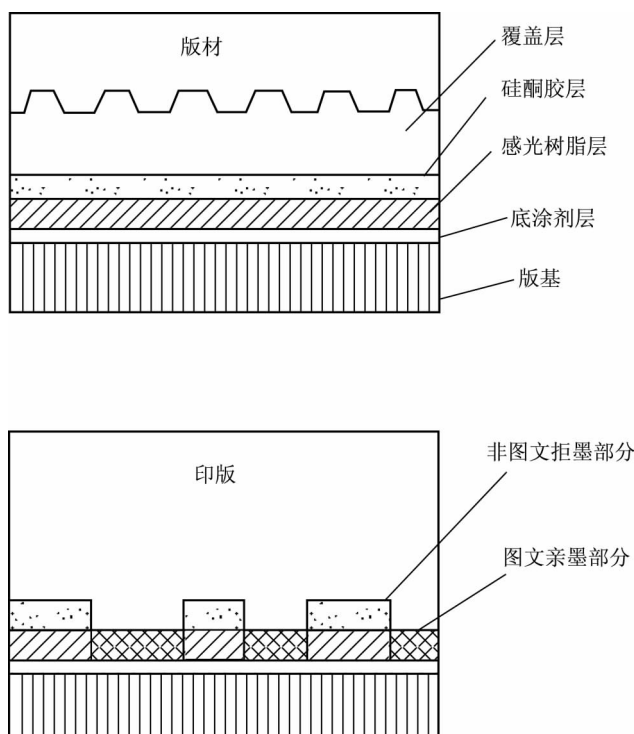


图 1-3 无水平版示意图

虽然印刷中没有水墨平衡的问题,但无水印刷对环境的要求较为严格,版面起脏后,去污技术难度较大。

综合来说,无水平版印刷具有印刷质量好,作业效率高,环境污染小,操作简单易于掌握等特点。是印刷小批量、多品种、高质量、短工期的最佳印刷方式。

四、其他分类方法

根据印刷品的性质不同,可分为商业印刷、书刊印刷、报纸印刷、商标印刷等。

根据印刷品色数的不同,可分为单色印刷和彩色印刷等。

根据印刷设备及供给形式的不同,可分为单张纸平版印刷和卷筒纸平版印刷。

根据自动化程度的不同,可分为半自动平版印刷和全自动平版印刷。

第三节 平版印刷工艺的应用

长期以来,在所有的印刷技术中,胶印技术由于其质量高、成本低及耐印力强等特点而一直处于印刷市场的主导和领先地位。

首先,平版印刷所用的图文载体(印版)成本低、使用寿命长、印刷图文质量高,是一种标准化生产条件下的环保型生产方式。其次,胶印领域研发了多种胶印生产工艺及其系统,实现了快速印刷作业准备及快速稳定印刷生产的生产目标。这些系统用户界面友好,并采用数字化技术进一步辅助、简化工艺过程,使整个印刷生产中各个工艺过程更加稳定可靠。特别是印刷

机的操作,印刷工不再是体力劳动者,而日益成为一个数据管理者。最后,市场还提供有许多先进的胶印设备、胶印材料和胶印生产技术,这些产品的供给企业在综合标准的基础上,构成了有效的、协调的机器部件和材料供给网络,方便用户选购。正是由于以上三方面的因素,创造了胶印技术的辉煌,使得在各种印刷产品中,都能找到胶印的身影。

一、书刊印刷

书刊印刷主要是书籍和期刊的印刷生产,是传统印刷的主要组成部分。书籍既可以是单色印刷产品,也可以是极高质量的多色艺术出版物。书籍在谷登堡发明铅活字印刷后,仍然通过手工着色,但已经能生产出比早期质量更高的彩色图书。凸版印刷统治了书籍印刷技术500多年,直到20世纪70年代照相排版和平版印刷逐渐普及后,文字的字体,印刷图案不断发展与演变,图书质量不断提高,逐渐成为价格低廉的大众媒体。

杂志社是期刊印刷的典型客户,与书籍一样,杂志一般也是由出版社出版。与书籍不同的是,杂志的内容和时效性决定了其寿命较短,基于此,两者的外观质量和内容有很大的不同,两者的生产方式也有区别。杂志一般用彩色印刷页面和软性封面,由于流通性强,其装订方法也很简单。根据流通量,杂志可以采用单张纸或卷筒纸胶印刷机印刷。

我国的书刊印刷生产主要采用胶印的方式,从发展来看,高效率、高质量的多色胶印机仍然是今后书刊印刷的主要设备。

从胶印技术的发展来看,单张纸印刷的单双色胶印机为主的印刷工艺将逐渐被淘汰,代替以卷筒纸胶印机为主的,单张纸胶印机为辅的新的书刊印刷工艺,从而大大地提高印刷效率和产品质量。国内印刷机械制造技术发展较快,目前国产的卷筒纸单、双色、四色胶印机完全可以满足一般书刊印刷的要求,国产的高档彩色图书、高档期刊所需的商业用卷筒纸多色胶印机也已成功使用并取得了满意的效果。

二、报纸印刷

平印质量高、速度快,适合于报纸印刷,汉字文字排版的发展也推动了平印报纸的发展。随着报社经济实力的提高,购置国产和进口轮转平版印报机的速度加快了。到1991年时全国报社印刷厂原有600台凸版轮转机,已有60%被平印轮转机所取代。到1993年,基本上淘汰了原有的凸版轮转印报机。到1994年,全国拥有各种平印轮转印报机800多台,年印刷能力为350亿对开张,当年实际印刷量为280亿对开张。这就是说,轮转胶印机已经成为报纸印刷的主要方式。

原来的报纸印刷机只能印黑白报,后来发展成印单面彩色,自20世纪90年代,随着印报平印化的发展,彩色报纸印刷逐渐增多,使报纸的版面异彩纷呈,以崭新的面貌同读者见面。当前,全国大城市报纸80%以上都是彩报,黑白报纸将会逐渐被淘汰。高质量,高效率,自动控制功能完善的卷筒纸轮转胶印机是报业印刷设备的必备要求和发展方向。

近几年国内引进的报业印刷机、商业轮转机几乎都是无轴印刷机,印刷速度快,可以实现不停机换版。小型机的速度最快可达每小时5.5万对开张;中型机的印刷速度由原来的每小时6万对开张,提升为7~7.5万对开张;原来双幅机的速度为每小时14万对开张,现在多为15~17万对开张,可以大大提高生产效率。

无水胶印也可以用于报纸印刷,无水胶印技术最大的优势在于墨路简化,不存在水墨平衡

问题,解决了纸张遇水变形的难题,因此能够提高生产效率、节省纸张和油墨的损耗、提高印品质量。虽然无水胶印技术已经成熟,而且很有可能成为报纸印刷今后的发展趋势,但是目前它在世界范围的使用率都不高。主要因为其印版制作难度大,价格高且易损坏;油墨研制复杂,国内市场依靠进口,价格较高;还有温度控制问题,不同颜色油墨对温度变化的反映不一,控制不同色组的技术问题还有待解决。

三、商业印刷

商业印刷涉及的领域广泛,产品也是五花八门,从简单的各类文化办公用品,信件、表格纸,销售用收据、发票,保险单到各种彩票,门票或交通票证,条形码,甚至复杂的彩色广告信函等应有尽有。

在商业印刷品中,用量比较多的是各种票据、账簿、表格等。这些印刷品的特点是文字较少或没有文字,印版制作比较容易。另外,这类产品一般还有防伪的要求,可以在印刷载体所使用的材料上设计防伪工艺,如票据印刷主要为各种防伪纸张。传统票据印刷基本上都有流水码的计数,利用计算机技术的发展,运用数据库管理手段,设计创作专用或唯一数码,实现计算机存贮,查询核对等技术功能防伪。此外,尚有多种防伪技术、安全线防伪技术、荧光纤维防伪技术等。

早期的表格印刷同商业账簿印刷一样,使用定量较小的纸张在小型凸版印刷机上印刷,印刷厂规模较小,工厂仅有几台圆盘机、方箱机,再配上一台切纸机就行了。但这些产品重印次数较多,一般胶印质量更好,且照相制版保存原版比凸印保存纸型或铅版要更方便一些,20世纪80年代以后,胶版印刷逐渐代替了铅印产品。

目前使用的商业表格印刷机械已取得了较快的发展,其印刷产品可以是单色或多色,可以采用单面或双面印刷,有的需要折叠,有的提供走纸孔等。商业表格印刷的特性与印后加工设备紧密相关,产品的多样性也要求要有多种印刷机和生产系统。商业表格印刷机主要采用卷筒纸印刷机设计,印刷幅宽为280~960mm,首先印刷表格,接着裁切成单张纸并对齐成堆,然后折叠或者复卷。当然,许多商业表格仍然采用常规的单张纸印刷机印刷。

四、包装印刷

包装印刷产品及印刷方式多种多样,包装印刷采用什么样的印刷方式与承印物材料性质有关,也同印刷产品的功能要求有关。包装印刷的承印物有各类纸张,塑料薄膜,有金属铝箔、易拉罐、马口铁等等,有先印刷后成型的,也有先成型后印刷的。面对这些形形色色的承印物,就要考虑采用不同的印刷方式,当然也需要配置不同的加工设备,这也是包装印刷与书刊、报纸印刷的重要区别。

在包装印刷产品中,适宜胶印的承印物有各类高档纸张,还包括制作罐头、铁桶、铁盒的马口铁板。马口铁是在低碳薄钢板上镀一层锡而成,又称镀锡薄钢板,属于非渗透性承印物。为了加速印铁上油墨的干燥固着,往往在印铁胶印机上安装烘干设备。先进的紫外线固化油墨(UV油墨),经过紫外线照射后可迅速固化,提高了印刷速度。

平印制版成本低,印刷速度快,幅面大,特别是在包装印刷品向大面积高档彩色化发展的趋势下,平印更具优越性。

第二章 平版印刷基本原理

第一节 典型胶印工艺

目前所讲的平版印刷,主要是指胶印方式,由于其制版容易,印刷速度快,质量高,被广泛应用于书报刊及各种商业印刷中。

平版印刷所用的印版其图文部分与非图文部分几乎处于同一个平面上,在印刷时,为了使油墨区分印版的图文部分还是非图文部分,首先由印版部件的供水装置向印版的非图文部分供水,再向印版涂布油墨。

经过处理的印版表面具有选择性吸收的特性,图文部分只对油墨有吸附作用,空白部分既能吸附水,又能吸附油墨。先上水后,在空白部分形成一层水膜,由于油水相斥的原理,印版的非图文部分不能再被油墨浸湿。因此,油墨只能涂布到印版的图文部分。这样就在印版上形成了油墨涂布的图文区域和水膜涂布的非图文区域。

印版上的油墨转移到中间载体橡皮布上,再利用橡皮滚筒与压印滚筒之间的压力,将橡皮布上的油墨转移到承印物上,完成一次印刷,所以,平版印刷是一种间接的印刷方式。图 2-1 是典型的胶印机印刷部分。

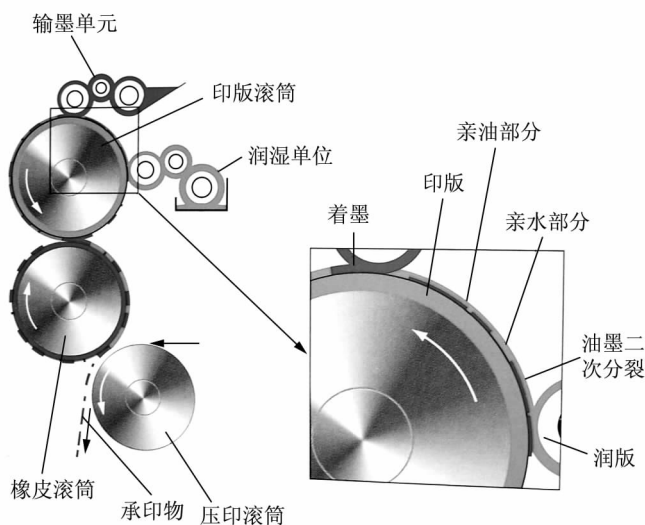


图 2-1 典型胶印印刷原理

由于印版上“油水”之间的界线划分并不非常精确,微观下两者常常互相渗透,所以胶印产品经过放大后,可以看到线条或网点的中心部分墨色较浓,边缘却不够整齐,而且又没有堆起的现象。这是因为墨迹的边缘部分受到水的侵蚀而形成的。

胶印中涉及的影响因素较多,主要包括几个方面:

印版:主要是印版的材料特性及表面加工性能的影响,如表面张力、粗糙度、吸附能力大小、砂目的制作方法等;

墨辊:主要有墨辊的材料,表面性能及机械制造的影响,如表面粗糙度、表面粘弹性、压力大小调节及同心度等;

橡皮布:主要有表面特性及材料的影响,如表面张力、粗糙度、压缩、膨胀性、尺寸稳定性等;

油墨:主要有油墨的流变性能,成分的影响,如表面张力、对润版液和吸收性能等;

润版液:主要有流变性,pH值,表面张力及稳定性的影响;

承印材料:主要包括了材料的表面性能,如平滑度,吸收能力的大小等;

设备:主要包括了机械的设计制造水平,精度要求,自动控制要求等。

这些影响方面,只要有一方面的参数产生变化,就会对整个印刷品质量产生影响。

第二节 润湿原理与作用

平版印刷中的润湿,包括了印版图文部分上的空气被油墨取代的过程,以及空白部分上的空气被润版液取代的过程。

油墨的主要成分是颜料和连结料。连结料构成了油墨的液体部分,除天然树脂、合成树脂外,油墨连结料均为有机液体,统称为“油”。因此,就把油墨对印版图文部分的润湿看成是“油”对印版图文部分的润湿。

润版液的主要成分是水,它对平版空白部分的润湿,即是水对印版空白部分的润湿。平印印版的图文和空白部分几乎处在同一个平面上,但这两部分对于水和油的亲疏关系具有完全相反的性质。图文部分是亲油疏水的,而空白部分是亲水疏油的。因此,在印刷过程中,图文部分吸附油墨,排斥润版液,而印版的空白部分吸附润版液,排斥油墨。在印刷过程中,空白部分首先被润版液润湿,随后图文部分被油墨涂布,接着图文部分的油墨转移到纸张上。因此,平版印刷是根据油、水不相溶的原理,把印版上的图文转印至承印物上面的。

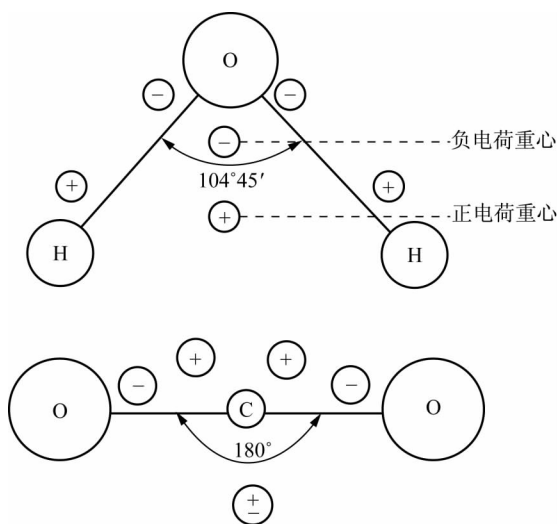
一、水、油不相溶原理

润版液的主要成分是水,水分子由氢元素和氧元素组成,分子的偶极矩等于 $6.17 \times 10^{-10} \text{C} \cdot \text{m}$,其分子结构不对称,极性很强。

水分子的结构式如图 2-2 所示,分子中的两个 O—H 键之间成 $104^\circ 45'$ 的夹角。水分子的偶极矩不等于零,分子中正电荷的“重心”与负电荷的“重心”不能重合在一起,使得氢原子的一端带正电,氧原子的一端带负电,于是显示了很强的极性。极性分子之间由于相互间的静电引力,对其他极性分子便有一定的亲合力,由极性分子构成的物质对水也有亲合力。

凡是对水有亲合力的物质都叫亲水物质。金属无机盐和金属氧化物等都是极性结构的物质,它们能和水产生很强的亲合力,是亲水物质。还有些物质,分子的结构是对称的,因而分子便失去极性。如二氧化碳分子 $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ 中,虽然共用电子对偏向氧,但由于两个 $\text{C}=\text{O}$ 键是在一直线上,即几何结构是对称的,两个键的极性互相抵消,所以它是非极性分子。

非极性分子对非极性分子有亲合力,而对极性分子没有亲合力,这是根据结构相似的物质

图 2-2 H₂O 与 CO₂ 的分子结构

互溶的原理得到的结论。所有非极性分子构成的物质,其分子对水分子都没有亲合力,这种物质叫做疏水物质。在有机化学中,“油”是非极性有机液体的总称,因此,“疏水”物质就一定有“亲油”的性质。

当一些极性的官能团,如羟基(-OH)、氨基(-NH₂)、羧基(-COOH)、羰基(-COH)、硝基(NO₂)等,引入疏水物质以后,疏水物质就有了一定的极性,并因此产生了亲水性。这种亲水性的大小,取决于该物质分子中碳链的长短,碳链愈长,分子的非极性愈强,亲水性就愈低,疏水性就提高了。

二、印版的极性

润湿是固体表面的空气被液体所取代的过程,固体被润湿的程度用接触角的大小来度量。

将液滴滴在固体表面,则同时存在三相:S——固体,L——液相,G——气相。三相的交点为E。从E点向气相作液滴的切线与固相表面形成的夹角 θ 称为接触角,如图2-3所示为润湿与接触角示意图。

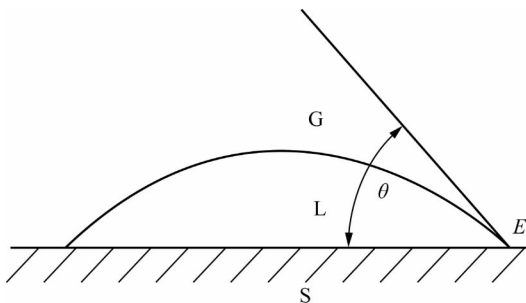


图 2-3 润湿与接触角

θ 角愈大,液滴隆起,固体表面被润湿的程度愈低;反之 θ 角愈小,液滴愈平,因而固体表面被润湿的程度愈高。

所以,可用接触角 θ 的大小来度量固体表面被润湿的程度。一般,把 $\theta=90^\circ$ 定为固体表面是否被润湿的界限。 $\theta>90^\circ$,为不润湿; $\theta<90^\circ$,为被润湿。 θ 愈小,润湿性愈好, $\theta=0$ 时,液体在固体表面完全润湿。

把各种常用金属做成光滑的平板,将其表面处理洁净,并在其上滴水,测定水滴在这些金属表面的接触角。按测得的接触角大小顺序排出如下:

$$\theta_{\text{Cu}} > \theta_{\text{Fe}} > \theta_{\text{Zn}} > \theta_{\text{Al}} > \theta_{\text{Ni}} > \theta_{\text{Cr}}$$

如改用油做上述试验,测定油在各种金属板表面上的接触角,按其大小排出的顺序如下:

$$\theta_{\text{Cu}} < \theta_{\text{Fe}} < \theta_{\text{Zn}} < \theta_{\text{Al}} < \theta_{\text{Ni}} < \theta_{\text{Cr}}$$

由此得到的各种金属的亲水性从左到右依次增大,其亲油性依次减小,如图 2-4 所示。



图 2-4 各种金属的亲水亲油性排序

由图 2-4 可以看出,Cu 的亲水性最差,而亲油性最好;Cr 的亲水性最好,而亲油性最差。要在同一块版材表面,得到既有亲油性能良好的图文部分,又有亲水性能良好的空白部分,只能改变金属版材的表面性能。金属 Al 和 Zn 的亲水性和亲油性居中,润湿性能容易改变。因此,平版印刷中选择 Al 铝或 Zn 锌板做版材。为了改善 Al 质印版对水的润湿性能,应在其表面形成稳定的金属氧化物的亲水膜层。由于亲合力的作用,水和印版之间的附着力大于水分子之间的内聚力,因而水便附着在金属无机盐或金属氧化物的表面上,提高了印版对润版液的亲合能力。在印版表面涂布一层和油墨能产生亲合力的脂肪酸和脂肪酸盐,形成亲油薄膜,油墨就能附着在它上面了。

脂肪酸的分子结构是 $\text{R}-\text{COOH}$,脂肪酸盐的分子结构是 $\text{M}(\text{RCOO})_n$,式中 M 是金属离子, n 是金属离子的化合价。它们分子的一端都是 R,R 是 17 个碳原子以上的碳链,在分子中显示出很强的非极性;分子的另一端是 $-\text{COOH}$,具有微弱的极性。把脂肪酸或脂肪酸盐涂布在铝板或锌板上,其分子中极性的一端附着于金属的表面,而使分子中非极性的一端伸向空间,这就使得锌板或铝板的外层具有了附着力。这个附着力大于油墨本身的内聚力时,油墨便被分开,有一部分附着到印版表面上了。硬化了感光树脂也具有良好的亲油疏水性,油墨也能很好地附着在它上面。

总之,在铝质印版或锌质印版表面形成稳定的脂肪酸、脂肪酸盐或感光树脂膜,便可改善油墨对印版的润湿性能,即提高了印版对油墨的亲合能力。

三、印版的选择性吸收

平印印版的版材一般选择亲水性和亲油性中等程度的金属铝和锌。为了提高版材的亲水性,要通过化学处理在版材表面形成稳定的金属无机盐或金属氧化物的亲水薄膜或在印版空白部分镀铬,为使印版表面能吸附足够的水分,可用研磨的办法使印版表面具有一定的粗糙度,以增加版面的表面积,增加储水量。为了提高印版的亲油性,通过晒版,在图文部分形成各