

现代印刷工程系列教程

印刷材料学

梁权峰 胡健安 编

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书主要介绍了印刷过程中所涉及到的材料。如承印材料、印刷油墨、印刷版材、感光胶片、橡皮布、润湿液、上光油、覆膜材料等,本书介绍了这些印刷材料的化学特性及其对印刷过程的影响,并配有大量的图解,使其介绍更加清晰。全书理论简明、注重实用性、内容翔实,是本很全面的印刷材料学书籍。

本书读者对象为出版印刷专业相关人员。

图书在版编目(CIP)数据

印刷材料学/梁权峰,胡健安编. —上海:上海交通大学出版社,2008

(现代印刷工程系列教程)

ISBN978-7-313-04969-8

I. 印... II. ①梁... ②胡... III. 印刷材料—高等学校—教材 IV. TS802

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 147264 号

印刷材料学

梁权峰 胡健安 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×1096mm 1/16 印张:13.25 字数:321 千字

2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷

印数:1~2 050

ISBN978-7-313-04969-8/TS·061 定价:21.00 元

版权所有 侵权必究

前 言

本书以高分子材料学、物理学、化学、流体力学等学科为基础,结合目前印刷行业中使用的材料和国内外新开发的材料,如免处理 CTP 版材、无水胶印版材、喷墨版材等与行业的相关性和发展趋势。通过系统全面的介绍,使读者能够初步掌握印刷材料的基础知识和基本技能,适应印刷技术发展的需要。本书涉及内容广泛,包括纸张等承印材料,油墨等呈色材料,橡皮布、印版等转移材料以及上光油、润湿液、整饰材料等其他辅助材料。编写过程中力求理论简明,注重实用,理论联系实际,以教学为特点的原则,增加内容的广度、新知识的容量和知识面的宽度。

本书由梁权峰、胡健安合编,并由胡健安统稿。本书在合编的过程中得到王强教授、刘真教授的大力支持和指导,得到了许向阳、胡新月、耿连娣的大力支持和帮助,在此表示感谢。

由于编者水平有限,编写过程中参阅了大量的书籍、著作与文献,并引用其观点与数据,在此表示万分感谢,它们包括姚海根教授的《成像技术》、陈永常老师的《纸张、油墨的性能与印刷适性》、王尚义老师的《最新印刷实用知识手册》、陈正伟老师的《印刷包装材料与适性》、赫尔穆特·基普汉的《印刷媒体手册》等。

印刷材料特性及在印刷流程中的作用涉及内容与学科非常广泛,书中有疏漏及不妥之处,恳请各位专家读者批评指正。

编 者

2007 年 12 月于南京

目 录

第一章 概述.....	1
第一节 印刷材料及其作用.....	1
第二节 印刷材料的种类、用途和内容	2
第二章 承印材料.....	4
第一节 纸张承印材料.....	4
第二节 其他承印材料	59
第三章 印刷油墨	72
第一节 印刷油墨的组成和分类	72
第二节 印刷油墨的性能及印刷适性	86
第三节 印刷油墨应用的问题及解决办法	93
第四章 印刷版材	97
第一节 印版基础知识	97
第二节 预涂感光版	99
第三节 CTP 版材	111
第四节 柔性版版材.....	126
第五节 凹版滚筒.....	129
第六节 丝网版材.....	131
第七节 无水胶印印版.....	134
第八节 小胶印印版.....	137
第五章 感光胶片.....	139
第一节 银盐感光材料.....	139
第二节 胶片成像的工艺基础与胶片的感光性能.....	143
第三节 干胶片材料.....	149
第六章 橡皮布.....	151
第一节 橡胶的特性.....	151
第二节 橡皮布的结构.....	153
第三节 压力作用下的橡皮布变形特性.....	158

第七章 润湿液.....	163
第一节 普通酸性水斗溶液.....	164
第二节 低表面张力的润湿液.....	165
第三节 润湿液的 pH 值	171
第八章 上光油.....	173
第一节 上光油的基本组成和分类.....	173
第二节 上光方法性能的比较.....	178
第三节 水性上光和 UV 上光故障与排除	182
第九章 覆膜材料与电化铝箔.....	188
第一节 覆膜材料.....	188
第二节 电化铝箔.....	198
参考文献.....	203

第一章 概 述

当印刷技术在现代商业化社会中的地位不断提高的时候,一起审视其对社会发展带来的影响对我们深入理解印刷技术有着深远的意义。当人们还在回味印刷术造纸术带来的千年文明的时候,现代印刷已经从传统的复制意义上升为一种媒体。数字技术已经成为现代印刷的主题,无论是数字工作流程还是数字设备,均体现出一个信号:印刷技术不再仅仅是一门学科,而是存在于现代社会的、涉及大量新技术应用以及跨门类、跨学科的多种技术、多种工业成分的集合体。

作为包含印刷五大要素之三的印刷材料学,在数字印刷工艺中占据着重要的地位。当消费者用另一种眼光来审视印刷品的时候,印刷新技术的不断应用已经成为必然。在印刷科学和材料科学高速发展的今天,印刷技术发生了巨大的变化,高分子聚合物材料的应用、计算机控制的图文信息处理系统、印刷机自动控制系统以及印刷机械的高速化、多色化的进程,促进了印刷工业进行新的技术革命。由印刷适性优良的印刷包装材料所匹配的新技术、新工艺、新设备带来的高质量、高效益的印刷系统,已经能逐步满足人们对精美印刷品复制的要求。分析研究印刷材料,掌握印刷材料的结构、组成与印刷适性理论,对适应高速发展的印刷工业有着重要的意义。

第一节 印刷材料及其作用

材料科学涉及化学、物理学、数学、高分子物理化学、表面物理化学、材料化学、固体物理学等多门类学科,是一门研究材料的组成原理、结构及其性能间关系的科学。材料科学的学习是运用各门学科的知识与技术,研究材料的组成机理和制造方法,研究材料的结构与性能之间的关系,研究材料在使用中的变化和适应性等。印刷材料是指在印刷复制过程中所使用的承印物、呈色剂与其他材料的总称。

印刷材料的质量是保证印刷复制质量的基本条件之一。没有优质的印刷材料,就没有优质、精美的印刷品。印刷材料与复制过程中的各种因素相互联系而又相互制约。各种印刷操作要素和措施的制定都要结合使用材料的特性来确定。

印刷材料是印刷五要素的重要组成部分。印刷五要素中印版、承印物和呈色剂均属于材料的范畴,由此可以看出印刷材料在整个印刷工艺流程中的重要性。它在很大程度上决定着印刷工艺的可实行程度、印刷品质量的好坏。

1. 印刷材料与印刷工艺

印刷流程中接触到的材料种类繁多、性能各异,其印刷适性也各不相同。所选择材料的特性是设计和调整印刷工艺技术参数的重要依据,也是决定工艺操作与印刷过程的因素之一。

2. 印刷材料与机械

印刷机械的选择是依据多种因素来确定的,如果仅从工艺的角度分析,材料因素是最重要的条件之一。例如纸张厚度与机器运转速度之间的关系,油墨类型与设备上的干燥方式的关

系等。

3. 印刷材料与印刷环境

印刷材料的性能除了取决于自身的组成原料和结构,同时在使用过程中还受到环境因素的影响,如环境湿度的变化、光谱辐射及强度等。

4. 印刷材料间的匹配

印刷复制的过程是印刷包装材料综合使用的过程。各种材料之间、材料与作业之间的配合协调,将影响到印刷复制质量和效果。

正确协调印刷包装材料之间以及与印刷工艺各要素之间的相互关系,认真调整使用材料之间的性能,科学地使用各种印刷包装材料,可以减少印刷故障的产生,提高印刷品质量和印刷效率。

第二节 印刷材料的种类、用途和内容

狭义的印刷是指将呈色媒体通过印版转移到承印材料上的过程。而印刷材料学就是分析研究在印刷过程中所使用的纸张、油墨(或其他呈色媒体)、橡皮布、墨辊、印版、塑料薄膜、金属箔、复合材料等的结构、组成、性能与印刷之间的相互关系,以及如何合理使用印刷材料的一门学科。了解和掌握印刷材料的基本知识和使用等基本技能,对于提高印刷质量、降低印刷成本、缩短印刷周期、提高印刷效率具有重要作用。

就印刷而言,材料可以分为以下几类:承印材料、呈色材料、转移材料、其他辅助材料。其中承印材料主要包括纸张、金属、塑料、复合物等;呈色材料主要包括油墨、色粉、墨水等;转移材料主要包括橡皮布、墨辊、印版等;其他辅助材料主要依据不同的印刷工艺有所不同,例如胶印中的润版液,丝网印刷中的网框等。不同的材料在印刷流程中承担着不同的作用。下面列举了主要的材料及在印刷流程中的作用。

1. 纸张(或其他承印物)

纸张是印刷工业中使用数量最多的承印材料,各种印刷品中大多数是纸张,如书刊、报纸、画报、钞票、证券、宣传画等。纸张的质量和性能将直接影响到印刷品的复制效果,特别是对彩色印刷品的色彩和清晰度等都具有决定性作用。在印刷工艺流程中还会接触到其他各种承印物,例如塑料、金属、复合材料甚至食品等,不同的材料均有不同的印刷适性。正确理解材料的特性,并匹配之相应的工艺、设备是印刷流程的关键,只有如此才能生产出合格的成品。

2. 油墨(或其他呈色媒体)

油墨是印刷品中图像、文字、色彩和形状的显色材料。油墨的质量和性能关系到彩色印刷品的色彩鲜艳和图像颜色的再现程度,特别是对彩色印刷品的色调还原能力、层次细节、灰平衡等具有决定性作用。随着数字技术的不断使用,油墨已经从传统的概念发展为呈色媒体,或称之为显色媒体,已经不再局限于原有的状态或性能,新的呈色媒体已经开始冲击传统的油墨领域,例如色粉、墨水等。

3. 橡皮布

印刷橡皮布是平版胶印中图文印迹的转印材料,起着从印版表面吸附油墨再转印到纸张表面的作用。因此,了解和掌握橡皮布的组成、结构、特点和性能以及与印刷的关系,对于合理使用橡皮布,延长橡皮布的使用期限,保证印刷产品质量,具有重要作用。

4. 墨辊

也称胶辊,在印刷过程中起着给墨、匀墨、传墨的作用。因此,墨辊在印刷中能否将油墨均匀地传递到印版表面的图文部分,是决定印刷品图文色调浓淡、印迹虚实的主要因素。

5. 印版材料

印版是印刷的基础,印刷品上的图文都是由印版上的图文转印而得到的。因此,印版的质量直接关系到印刷品的质量。新技术的出现,使版材在近几年发生了巨大的变化,例如 CTP 版材的出现、无印版技术的使用等。随之而来的就是制版技术的日新月异,不同的制版技术也催生了新的版材出现,例如目前的免处理版材等。

随着技术的发展,人们对印刷材料的认识也在逐步深化,由宏观到微观,逐步揭示印刷包装材料性能与结构的关系,为深入研究印刷包装材料的适印性能提供理论依据,对印刷包装材料在印刷生产中的应用与开发,逐渐地从经验到理论,从现象到本质,从而为深入有效地控制印刷包装材料的质量和在印刷生产中科学、合理的使用,更好地开发新印刷包装材料,提供理论和实践基础。

第二章 承印材料

印刷的过程实质上就是油墨向承印物的转移过程,承印材料的质量直接关系到印刷品质量的好坏。在印刷材料学的研究中承印材料的研究是极其重要的一个环节。例如报纸印刷,有的厂家生产的新闻纸印出的报纸,字迹清晰,不掉色,不脱墨,而有的则质地很差,印出来的图文模糊,这就是与纸张这种承印材料的性能有很大的关系,我们只有了解和掌握了这种承印材料的印刷性能及特点,才能印出高质量的报纸印刷品,所以作为一名好的印刷工作者必须要掌握不同印刷承印材料所具有的特性,这也是必须了解各类印刷承印材料特性特点的原因。

第一节 纸张承印材料

印刷承印材料的种类很多,如纸张、塑料薄膜、陶瓷、金属等等,而种类繁多的承印材料中面广量大的还要算纸张,报纸、书刊、包装用品、邮票证券、广告等都是纸质的印刷品,因此我们了解并研究纸张的特点和性能是研究印刷原理最基本的问题。为了进一步讨论纸张的各项性能,本章对纸张的种类、结构、抄造及印刷性能等作一简单叙述。

一、纸的基本构成及分类规格

(一) 纸的基本构成

1. 造纸纤维原料的种类

造纸纤维原料的种类如图 2-1 所示。其中,造纸植物纤维原料的主要种类有:木材纤维原料,非木材纤维原料,矿物纤维原料,人工合成纤维原料。

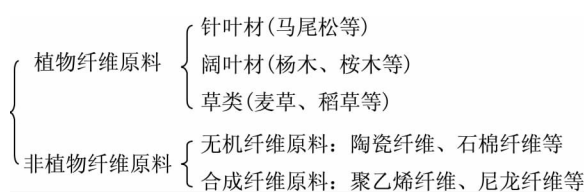


图 2-1 造纸纤维原料的种类

2. 纸张的基本组成

纸张主要是由造纸纤维、填料、胶料、助剂及染料组成,由于纸张的基本原料是植物纤维,因此下面主要了解造纸植物纤维的结构和化学组成。

1) 纤维结构

纤维是一种细而长,两端尖,呈纺锤状的细胞,是植物体中的厚壁细胞。经研究发现植物纤维的细胞壁是一种多层结构。在显微镜下可观察到图 2-2 的结构,可分为胞间层(M)、初生壁(P)、次生壁(S)。纤维与纤维之间的组织称为胞间层,是由半纤维素、木质素、果胶等非纤维素物质组成。初生壁很薄(约 $0.2\sim 0.5\mu\text{m}$),是一层类似塑料的多孔薄膜,它的细纤维呈网

状排列。从结构看,它是各向同性的,且木质素含量较高,只能透水,不能润胀。次生壁又分成外层(S1)、中层(S2)、内层(S3)。次生壁外层是介于初生壁与次生壁中层间的过渡层;次生壁中层是纤维的主要部,比其他各层厚的多,约为 $1\sim 1.5\mu\text{m}$ 。它的细纤维排列是高度各向异性的,且与纤维的轴向呈一定角度。因而造成纤维的纵向结合强度大,沿着纤维的横向润胀较为容易。次生壁内层较薄,其木质素含量较低,细纤维呈交叉螺旋状排列。

2) 造纸纤维原料的化学组成

(1) 碳水化合物 主要是多糖,约占原料一半以上,纤维素和不溶水的非纤维素多糖,如半纤维素、淀粉、果胶质等。其中含量最多是纤维素和半纤维素。

(2) 苯酚类物质 这类物质约占原料的15%~35%;包含于该系统的大部分苯酚类物质为木素,它也为主要组分。

(3) 萜烯类 主要指挥发性物质(如松节油)和松香酸。这类物质在针叶木中约占5%,而在草类及阔叶木中含量较少。

(4) 其他少量组分 如脂肪酸、醇类、蛋白质及无机物等。

在纤维原料的化学组分中,纤维素、半纤维素和木素为主要组分,也是成品纸纤维的主要成分,它们的性质对纸张的性质有很大的影响,因此,有必要了解这三种主要组分的结构和一般性质。

① 纤维素:纤维素是自然界中储量最大、分布最广的天然有机物;线型高聚物,聚合度在5~250万之间;木材中含量约40%~50%,草类原料中含量约为40%~45%,麻类植物中约为80%~90%,棉花含量最高95%~99%;纤维素具有多分散性(对机械强度影响很大)。

经研究,纤维素的分子通式为 $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ 。纤维素大分子中每个基本单元上均有三个醇羟基。这些羟基对纤维素的性质有决定性的影响,可以发生氧化、酯化和醚化反应,分子间形成氢键、吸水、润胀以及接枝共聚等,从而影响着纸张的许多性质,如纸张的亲水性、松软性等。

纤维素基本结构式如图2-3所示。

② 半纤维素:非均一高聚糖。也是造纸植物纤维中的主要原料。半纤维素的基本结构式如图2-4所示。

半纤维素含大量羟基,吸水、润胀能力较大,纸张中含一定量半纤维素,有利于改善纸张的性能,有利于打浆,能提供更多的极性基团,增加纤维的润胀和细纤维化,但是也不能过高,过高则使纸张的形稳性变差。

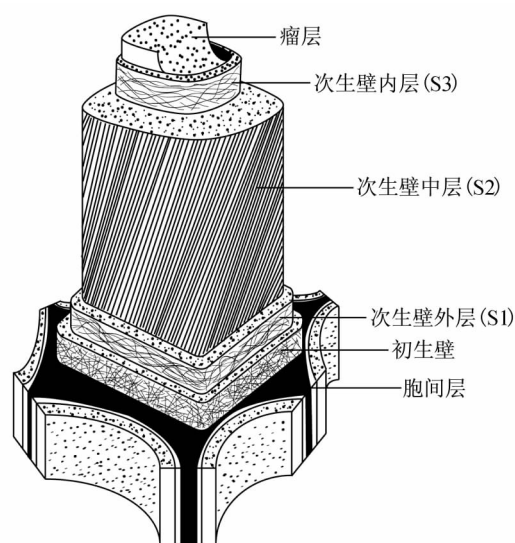


图 2-2 纤维结构图

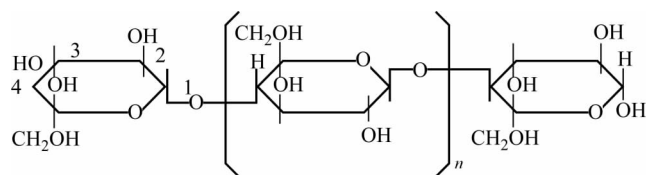


图 2-3 纤维素化学结构式

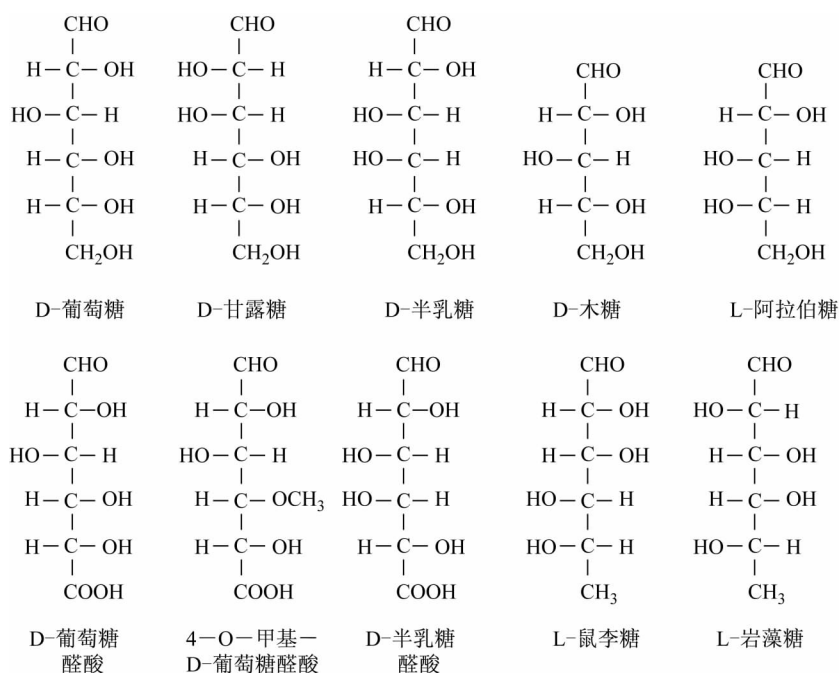


图 2-4 半纤维素化学结构式

木材中半纤维素含量占干材重的 20%~30%，针叶材和阔叶材中的半纤维素是不同的，针叶材是半乳糖基-葡萄-甘露聚糖、阿拉伯糖基-4-O-甲基-葡萄糖醛酸基-木聚糖、阿拉伯糖基-半乳聚糖；阔叶材是 4-O-甲基-葡萄糖醛酸基-木聚糖、葡萄-甘露聚糖；草类原料是阿拉伯糖基-4-O-甲基-葡萄糖醛酸基-木聚糖。

③ 木质素：木质素是一种具有立体网状结构的高分子化合物，存在于木化纤维的复合胞间层和次生壁外层中。

在植物纤维中，木质素约占 20%~30%，木质素主要是由三种基本的苯丙烷结构单元通过 C—O 键、C—C 键连接起来的立体网状分子。通过实验证明木质素是由其先体脱氢聚合而成的，而木质素的先体是松柏醇、芥子醇、对-香豆醇，不同的植物中木质素都是由这三种先体构成，但是其先体的聚合又有所不同，构成了植物个体上的差异。

大多数针叶材中是由松柏醇脱氢聚合，也就是愈创木基木质素(G 木质素)(罗汉松例外)，大部分温带阔叶材及禾本科木质素是由松柏醇和芥子醇脱氢共聚而成，也就是愈创木基-紫丁香基木质素(GS 木质素)，在阔叶材中含对-羟基苯甲醛量很少，但是在禾本科中相对就较高，所以我们也称之为 GSH 木质素。

木质素的分布：针叶材木质素含量高于阔叶材和禾本科植物。在不同材种间木质素含量差别也很大，热带阔叶材的木质素含量与针叶材就接近。同株木材从上到下，同一高度心材和边材木质素含量也有差别。

运用植物纤维造纸时，木质素是我们需要除去的部分。因为木质素在化学结构上极不稳定，在光、热、空气、酸、碱的作用下，都会引起木质素结构的化学变化，使纤维变脆，造成纸张机械强度的下降，木质素也是纸张化学组份中的发色基团，会影响纸张的光学性能，降低纸张的

白度,使纸张的耐久性下降。

在造纸生产过程中,木质素是一种副产品,尽管在造纸过程中必须要除去木质素,但它也具有较高的工业用途。如木质素具有很强的吸收性,我们能用之来作分散剂,可应用到染料、水泥、混凝土中;木质素磺酸盐能与多种金属离子生成络合物,使金属盐在溶液中不沉淀,可用于水处理和工业清洁剂;也可用于沥青乳化剂;也可用于黏合剂。

3) 填料

纸张是由大量细小纤维互相交织而形成的,因而纸张内部结构上就存在着许多不均匀的孔隙,造成纸张表面凹凸不平,为了克服这种弊病,在抄纸过程中,要对纸张进行加填处理。填料的加入也就直接影响了纸张的物理化学性能。

(1) 加填的作用 加填可改变纸张的光学性质,如:提高纸张的白度和不透明度等;加填能改进纸张的物理性质和印刷性质,如:可改进纸的平滑度和匀度等;加填可满足纸张某些特殊性能的要求,如:改进纸的透气性等;加填能节省纤维原料,降低生产成本。

(2) 常用的填料 一般作为填料的白色颗粒物质应具有颗粒细腻而均匀、色纯而白度高、良好的化学稳定性、透明度小而折射率要大以及成本低等特点。印刷用纸中常用的填料有滑石粉、高岭土、碳酸钙、硅酸钙、二氧化钛等,其中滑石粉和碳酸钙因为成本低廉使用得最为广泛。

① 滑石粉 滑石粉是一种粉末状的矿物质,其化学成分为 $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$,相对密度为 2.6~2.8,折射率为 1.56~1.57。滑石粉系单斜晶,呈片状、鳞片状或致密块状的集合体,有白色、灰色、淡绿色或淡黄色。造纸上采用的是白色,白度要求 90% 以上,颗粒度要求能通过 200 目筛网的占 98% 以上。

② 碳酸钙 碳酸钙的化学成分为 CaCO_3 ,有天然碳酸钙和沉淀碳酸钙两种。天然碳酸钙是由石灰石磨碎制成的,相对密度为 2.2~2.7,白度为 90%,球形颗粒。沉淀碳酸钙是由制碱厂将白泥通过特殊沉淀方法制成的,相对密度为 2.3,白度为 95%。

③ 高岭土 高岭土又称瓷土,是一种纯度不同的硅酸铝。主要成分是高岭石,一般为白色,其化学成分为 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,相对密度为 2.2~2.6,折射率为 1.56。高岭土中的含砂量与白度是衡量其质量好坏的主要因素,印刷用纸的高岭土要求白度在 90% 以上,含砂量不大于 0.5%。

④ 二氧化钛 二氧化钛也称为钛白粉,化学成分为 TiO_2 ,相对密度为 3.38,折射率为 2.62,白度在 98% 以上。二氧化钛是填料中性能最好的,其特点是颗粒细腻、分散度高并具有较强的遮盖力、良好的白度和光泽度,其高折射率使纸张具有良好的不透明度。

(3) 填料对纸张性能的影响

① 填料对纸张平滑度的影响:抄纸过程中,纸张中的纤维大量纵横交错,留下了许多空隙和孔穴,从而造成纸面凹凸不平,纸张的平滑度不高,通过加填,就能将颗粒细小的填料填入到这些孔隙中,经过最后的压光,纸张的平滑度能得到一定程度的提高。

② 填料对纸张强度的影响:纤维间的结合是纸张强度的基础,填料的加入则相应降低了纤维间的结合,因而填料会造成纸张强度的显著下降,其中抗张强度、耐折度和耐破度下降较大,对撕裂度影响较小,如图 2-5 和图 2-6 所示。

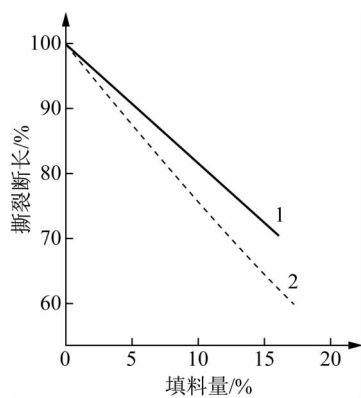


图 2-5 填料量对抗张强度影响
1-云杉亚硫酸盐浆;2-桦木硫酸盐浆

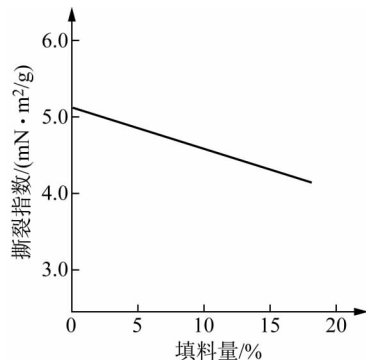


图 2-6 填料量对撕裂度影响

③ 填料对纸张松厚度和挺度的影响:纸张纤维的密度为 $1\text{g}/\text{cm}^3$ 左右,而一般填料的密度大多为 $2.5\sim 3.0\text{g}/\text{cm}^3$,因此填料的加入会降低纸张的松厚度。但实际中,并非如此,如图 2-7 所示,当加入填料较少时,松厚度随填料量增加而增加,由图也能看出,不同类型的浆料填料加入对松厚度的影响也不同。

纸张的挺度是纸张厚度和弹性模量的函数,因此填料对挺度的影响应将填料对松厚度和抗张强度的影响综合起来考虑,当加填量小时,填料的加入基本不影响纸张的挺度,随着填料量的持续增加,则挺度会显著减少。

④ 填料对纸张白度的影响:填料对纸张白度的影响是明显的,但纸张白度的增加程度部分受填料的自身白度影响,填料白度越高,对光的折射率越大,则纸张白度的增加程度就越明显,从图 2-8 就能看出纸张白度受填料白度的影响。

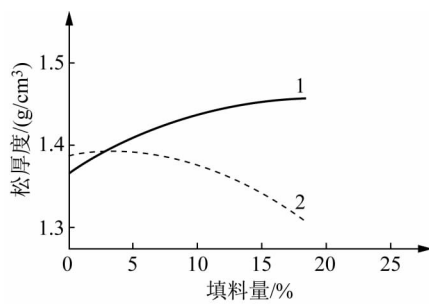


图 2-7 填料量对纸张松厚度的影响
1-云杉亚硫酸盐浆;2-桦木硫酸盐浆

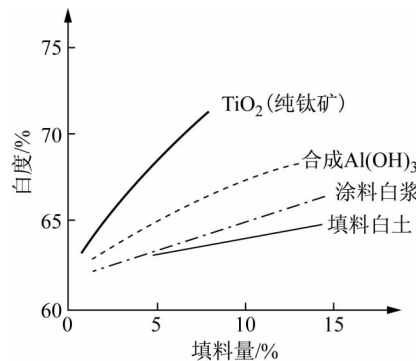


图 2-8 填料量对纸张白度的影响

4) 施胶

(1) 施胶的目的 纸张是由纤维构成的,纤维具有亲水性和多孔性,如果不经施胶,则纸张就不能进行书写;且纸张吸水后其强度会下降,影响纸张的使用性能,因而要对纸张施胶,在纸中添加抗水性的物质,达到抗墨、抗水、抗油等流体的侵蚀。

(2) 施胶原理 施胶主要目的就是提高纸张的抗水性。在实际生产中,胶液的化学反应

是复杂的,影响施胶的因素也很多,现围绕着施胶效果的产生介绍相关理论。

当液滴与纸张表面接触时,是扩散还是凝聚,这主要取决于纸张表面与液体的附着力和液体本身的内聚力的大小。根据表面化学的润湿理论,液体在固体表面的扩散程度可用扩散系数来表征:

$$\lambda_{LS} = \gamma_{LV}(\cos\theta - 1)$$

式中: λ_{LS} ——扩散系数;

γ_{LV} ——液体的表面张力;

θ ——液固接触角。

上式表明,对于一定的液体, γ_{LV} 为一定值,扩散系数 λ_{LS} 只取决于液体与固体表面接触角的大小。当 $\lambda_{LS}=0$ 时,表明液体完全扩散,此时, $\theta=0$,也说明液体完全润湿,液体的浸透性极强; $\lambda_{LS}<0$,表明液体部分扩散, $0^\circ<\theta<90^\circ$,也说明液体部分润湿,液体的浸透性减弱; $\lambda_{LS}\ll 0$,表明液体几乎不扩散,此时 $90^\circ<\theta<180^\circ$,也说明了液体润湿极微,液体无浸透趋势;当 $\theta=180^\circ$ 时,液体完全不扩散,即液体在固体表面凝聚成珠状,也说明液体完全不润湿,如图2-9所示。

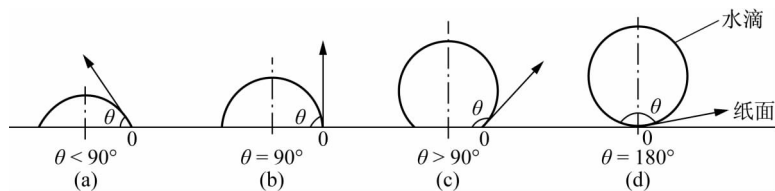


图 2-9 液滴在纸面上的润湿状态

综合上述所知,当纸面与液体接触时,形成一定接触角,能说明纸张对液体的抗阻能力或液体对纸张的润湿能力。接触角越大,则抗阻能力越强,反之则弱。

纸张进行施胶后,比表面自由能较低的施胶剂均匀的分布在纸张纤维的表面,降低了气、固的综合比表面自由能,加大了液固间的接触角,减少了纸页表面对水的附着力,从而提高了纸张的憎液性能,减少了液体对纸页的渗透,达到抗水的目的。

(3) 施胶方法及常用施胶剂

① 纸面施胶:纸面施胶又称表面施胶,是在纸张的表面均匀地涂上一薄层胶料,以提高纸张的憎液性能、适印性能、表面性能以及减少纸张的两面差和变形。

纸面施胶的方法分机内施胶和机外施胶。机内施胶是在纸机上进行,较为普遍;机外施胶则是将卸下的纸卷在纸机外专门的施胶装置上进行,多用于某些需要浸渍或湿压的特种纸。施胶方式主要有辊式纸面施胶(水平、垂直和倾斜)、烘缸纸面施胶、压辊纸面施胶、压光机纸面施胶。常用的施胶剂有淀粉、改性淀粉、动物胶、纤维素衍生物(羧甲基纤维素、甲基纤维素等)、聚乙烯醇等。

② 纸内施胶:纸内施胶又称内部施胶,是将施胶胶料进行熬胶,熬成胶料乳液,然后直接加入到造纸纤维浆料中。纸内施胶一般在纸浆上网成形前加入,通常情况下一般加入到打浆和上网成形之间的匀浆池或者流浆箱中。常用于纸内施胶的施胶剂有松香胶和合成胶(合成胶主要是烷基烯酮二聚物,简称 AKD)。

由于纸内施胶是将胶料直接加入到纸料中,因此影响施胶的因素较多,主要有:

- 浆料的性质 不同浆种具有不同的施胶效应,实践证明草浆比木浆容易施胶,未漂白浆比漂白浆容易施胶,半纤维素含量越少,施胶越困难;

- pH 值 生产中,pH 值常控制在 5 左右,pH 值不能过小,否则产生大量泡沫,使纸页发脆,影响强度,并增加设备的腐蚀;

- 施胶温度 施胶的温度最好控制在 $20^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ 以下,最高不超过 35°C 。否则使胶料发生凝聚,造成施胶度下降;

- 胶料粒度 胶料的粒度小则有利于胶料的均匀分布,能扩大施胶面积,并取得较好效果;

除了以上的影响因素外,还有打浆、加填、上网成形、压榨、干燥等抄造工艺,都会影响纸张的施胶效果。

5) 助剂

又称造纸助剂,是在造纸生产中除了使用施胶胶料、填料、染料等添加剂之外的其它非纤维性的化学添加剂的统称。其作用表现为:

- ① 提高生产效率,如:为了提高纸机湿部脱水,增加产量,可在纸浆中加入阳离子型聚酰胺等助虑剂。

- ② 改进质量赋予纸张特殊性能,改进纸张的特殊性能,如生活中用的水泥袋纸要求强度大,透气好,可通过在纸浆中加入改性淀粉等干强剂来改善。

- ③ 减少流失节约原材料的消耗使用一些助剂能提高生产效率(助虑剂);减少流失节约原材料的消耗(助留剂),提高填料和细小纤维留着。

- ④ 消除生产障碍,如在造纸蒸煮、漂白工艺中,纸浆会产生大量泡沫,给制浆带来困难,影响纸浆质量,可通过加入消泡剂来降低泡沫的产生。

- ⑤ 改进生产操作,如在纸浆中使用交联剂可提高纸页的抗水性。

6) 染料

在造纸生产中,有时为了生产有颜色的纸张,就要用到染料,对纸张进行染色。生产有颜色的纸,需要加入染料,就是生产白纸,为了提高纸张白度,同样也要加入一定量的白色染料。

(1) 造纸色料分类

- ① 颜料:不溶于水,是一种有色填料,与纤维无亲和力,染色质量主要取决于颜料的粒度和纸面分散情况。颜料分天然无机颜料和人造颜料,其耐光性较强,耐酸碱性、抗氯性视品种而定。颜料染色性能不如染料,因此纸张染色主要用染料。

- ② 染料:早期用天然的染料,着色力不强,在阳光下容易变色,后来都是用人造染料,又称合成染料,能溶于水,着色力强,价格低,操作简单。人造染料又分碱性、酸性和直接染料三大类,此外,还有荧光增白剂。

在造纸中应用最多的是碱性染料。因为碱性染料着色力强,易使纤维上色,但耐光性、耐热性极差,易褪色;酸性染料的着色力和色度鲜明性比不上碱性染料,但耐光和耐热性较好,耐酸耐氯性极差。直接染料不溶于冷水,溶于 50°C 以上温水,着色力和鲜艳度远不如碱性染料,而耐光耐热性较好。在造纸过程中,为了加强染色,可以在直接染后,再加碱性染料,这种方法尤其适合未施胶和吸收性好的纸种。荧光增白剂是荧光染料(又称白色染料),只用于漂白浆,白度越高,增白效果越好,其原理就是不仅可以反色可见光,同时还吸收紫光,并将其转化为可

见蓝色或红色荧光,从而可抵消纤维中的微黄色,起补色作用。

(2) 染色方式

① 浆内染色:在打浆、配料、碎浆等适当地方加入,进行染色,在造纸生产中普通采用。

② 压光染色:属于纸面染色。该方式与压光机纸面施胶类似,在压光辊上使纸与染料液接触进行染色。此法成本低,色泽鲜艳,耐光强,但是色料易脱落,多用于纸板和厚纸的染色。

③ 浸渍染色:使原纸通过色料槽染色,在烘缸部干燥。常用于皱纹色纸及其它薄型色纸。

④ 涂布上色:将颜料分散在胶粘剂中,配上各种助剂调制成涂料,对原纸进行涂布加工,而实现上色。

(二) 纸的分类

纸张的种类很多,分类方法多种多样,一般情况下,纸可分为纸与纸板两大类,把定量在 $250\text{g}/\text{m}^2$ 以下的统称为纸,定量在 $250\text{g}/\text{m}^2$ 以上的统称为纸板。

纸的分类除了按定量厚度划分以外,还可根据抄纸方法的不同、原料纤维的不同和用途来分类。按抄纸方法不同可分为机制纸和手工纸(宣纸等);按原料纤维不同大致可分为植物纤维纸、矿物纤维纸(玻璃纤维纸、石棉纤维纸等)、金属纸和合成纸(合成薄膜纸等);根据《中国造纸年鉴(1986)》,国产的机制纸及纸板按纸的主要用途共分为 6 大类,约 544 个品种。

(1) 印刷用纸 包括新闻纸、字典纸、铜版纸、凸版印刷纸、邮票纸、票证纸、地图纸、胶版印刷纸等 60 种。

(2) 书写、制图、复制用纸 包括图画纸、打字纸、描图纸、静电复印纸、复写纸、拷贝纸、制图纸等 41 种。

(3) 包装用纸 包括牛皮纸、玻璃纸、食品包装纸、防潮纸、牛皮箱板纸、饮料软包装复合纸、纸袋纸、防油纸等 85 种。

(4) 生活、卫生及装饰用纸 包括贴花面纸、妇女卫生巾纸、擦镜纸、卫生纸、餐巾纸、壁纸等 28 种。

(5) 工农业技术用纸 包括心电图纸、啤酒过滤纸、静电记录纸、PH 试纸、电容器纸、卷烟纸等 239 种。

(6) 加工原纸 包括防辐射原纸、热工记录原纸、晒图原纸、蜡光原纸、印刷涂布原纸、复写原纸等 91 种。

就所有纸张品种而言,大多数都能进行印刷。但是,不能说所有进行印刷的纸都称为印刷纸,如包装用纸、书写纸等,虽然也要经过印刷,但不属于印刷用纸类。

通常所说的印刷纸,是指在印刷厂进行印刷的,以阅读、阅览为主要目的的纸。我国对印刷用纸主要分为两大类:涂布印刷纸和非涂布印刷纸。

涂布印刷纸有铜版纸、涂布邮票纸、低定量涂布纸等。

非涂布印刷纸有新闻纸、地图纸、白卡纸、胶版印刷纸等。

(三) 纸的规格

纸张技术规格以包装形式、尺寸、定量和厚度、令重来表示。包装形式有平版纸(裁切定长定宽)和卷筒纸。

1. 平版纸的幅面尺寸

也就是裁切后的幅面尺寸,如 A 系列,A0(全张 $841\text{mm} \times 1189\text{mm}$)、A1(对开)、A2(4 开)、A3(8 开)、A4(16 开)。B 系列则是介于 A 系列两个相邻尺寸之间。

国际标准化组织与国际标准协会规定了一系列有关规定,其中 ISO6716《印刷技术-教科书与期刊——未裁切纸张与已裁切单页的尺寸》对单张纸幅面尺寸的确定制定出了下列两个标准:1/2 原则(每一系列中代表原纸从长边的当中将它分两半,以此类推);相似原则(每个系列内,所有开本尺寸都是彼此相似的长方形,长边:短边 = $\sqrt{2} : 1$)。国际标准中在尺寸后加 M,表示纸张纵向。

印刷纸的长、宽尺寸虽是由国家主管部门规定的,但并非简单的人为规定,而是有科学依据的:第一要保持常规开法印制出的各种印刷品形状美观,不使印出的书籍呈正方形或窄长条,给人以不协调的感觉;第二要保持采用几何级数开法时,不同开数(如 16 开和 32 开)的书籍形状相似。

根据中华人民共和国国家标准 GB147—89 的规定,常用的平板纸幅面尺寸(单位:mm)有: 1000M 1400

1000 1400M

900 1280M

900M 1280

880 1230M

880M 1230

787 1092M

787M 1092

(注:数字后面的 M 表示纸的纵向。)

平板纸幅面尺寸允许的偏差为 $\pm 3\text{mm}$,偏斜度不超过 3mm。所谓偏斜度就是平板纸长边或短边与其相应的矩形长或短边的偏差的最大值,其结果以偏差的长度 mm 表示。

2. 卷筒纸的宽度尺寸

根据中华人民共和国国家标准 GB147—89 的规定,常用的卷筒纸宽度尺寸(单位 mm)有:

1575

1562 1400 1092

1280 1000

1230

900

880 787

卷筒纸宽度尺寸允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$,卷筒纸的长度国家未做统一规定,但一般产品均有习惯上的做法,例如卷筒新闻纸和卷筒印刷纸的长度为 6000m。

(四) 纸张的计量

纸和纸板的计量单位有定量、令重等。

1. 定量

定量是指单位面积的纸或纸板具有的质量,又称克重,以 g/m^2 表示。

2. 令重

令重是平板纸常用的计量单位。一令纸是指 500 张完全相同的纸,一令纸的重量称该纸种的令重。通常所说的平板纸令重,并不是该令纸的实际重量,而是按该品种纸的标准定量推