

现代 印刷材料

XIANDAI YINSHUA CAILIAO

刘武辉◎编著

XIANDAI YINSHUA CA
XIANDAI YINSHUA CA
XIANDAI YINSHUA CA
XIANDAI YINSHUA CA

XIANDAI YINSHUA CAILIAO
XIANDAI YINSHUA CAILIAO
XIANDAI YINSHUA CAILIAO
XIANDAI YINSHUA CAILIAO

XIANDAI YINSHUA CAILIAO
XIANDAI YINSHUA CAILIAO
XIANDAI YINSHUA CAILIAO
XIANDAI YINSHUA CAILIAO

XIANDAI YINSHUA CAILIAO
XIANDAI YINSHUA CAILIAO
XIANDAI YINSHUA CAILIAO
XIANDAI YINSHUA CAILIAO

XIANDAI YINSHUA CAILIAO
XIANDAI YINSHUA CAILIAO
XIANDAI YINSHUA CAILIAO
XIANDAI YINSHUA CAILIAO

XIANDAI YINSHUA CAILIAO
XIANDAI YINSHUA CAILIAO
XIANDAI YINSHUA CAILIAO
XIANDAI YINSHUA CAILIAO

XIANDAI YINSHUA CAILIAO
XIANDAI YINSHUA CAILIAO
XIANDAI YINSHUA CAILIAO
XIANDAI YINSHUA CAILIAO



印刷工业出版社

现代印刷材料

刘武辉 编著

印刷工业出版社

内容提要

本书主要从印刷材料的应用角度,介绍印刷材料的基本成分、类型、基本性质、印刷适性。印刷中用到的材料很多,本书主要介绍了着色材料、承印材料(主要是最常用的纸张和塑料薄膜类材料)。

本书适合印刷企业技术人员阅读学习,也适合大、专院校作为教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

现代印刷材料 / 刘武辉编著. —北京: 印刷工业出版社, 2007.9

ISBN 978-7-80000-669-2

I. 现… II. 刘… III. 印刷材料 IV. TS802

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第126953号

现代印刷材料

编 著: 刘武辉

责任编辑: 张宇华

出版发行: 印刷工业出版社(北京市翠微路2号 邮编: 100036)

网 址: www.pprint.cn www.keyin.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 河北省高碑店鑫宏源印刷厂

开 本: 880mm × 1230mm 1/32

字 数: 217千字

印 张: 7.75

印 数: 1~3000

印 次: 2007年9月第1版 2007年9月第1次印刷

定 价: 21.00元

I S B N : 978-7-80000-669-2

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 010-88275602

前 言

印刷过程中要用到许多耗材，中间涉及很多化学知识，因此印刷材料学对一般人来说学习起来很困难，但它确实又是一门很重要的学科，是印刷学科的基础，因为在印刷的各个工艺阶段都要涉及材料方面的一些知识。

本书主要从材料的应用角度，介绍材料的基本成分、类型、基本性质、印刷适性。印刷中用到的材料很多，本书主要介绍了着色材料、承印材料，对于一些用量较少的耗材没有涉及。另外，因为感光材料是一门单独的学科，本书也没有涉及这方面的知识。

本书内容深入浅出，并配以丰富的插图，力求通俗易懂，让读者能够从应用的角度轻松地掌握印刷材料学的知识。

刘武辉
2007年7月

C 目录 Contents

第一部分 承印物

第一章 纸材料的基础.....	3
第一节 造纸原材料.....	6
第二节 纸材料的制造	28
第二章 纸材料的性质及检测	43
第一节 概述	43
第二节 基本物理性质	46
第三节 纸材料的机械强度	55
第四节 纸材料的吸收性能	63
第五节 纸材料的光学性质	68
第六节 纸材料的表面性质	80
第三章 印刷常用的纸张和纸板	93
第一节 新闻纸	93
第二节 凸版印刷纸	96
第三节 胶印书刊纸	98
第四节 胶版印刷纸	99
第五节 铜版纸.....	100
第六节 字典纸.....	101

第七节	凹版印刷纸	102
第八节	不干胶纸	103
第九节	轻涂纸	104
第十节	合成纸	105
第十一节	新型纸材料	109
第四章	塑料包装薄膜	112
第一节	塑料简介	112
第二节	塑料包装薄膜的种类	115
第三节	塑料包装薄膜的印刷	119

第二部分 油 墨

第五章	油墨概述	129
第一节	概述	129
第二节	油墨的色料	133
第三节	油墨的连结料	146
第四节	油墨的助剂	163
第五节	油墨的生产工艺	168
第六章	油墨的性质及检测	173
第一节	颜色的性质	173
第二节	油墨的流动性能	179
第三节	油墨的干燥及干燥性质	182
第七章	各种类型的油墨	195
第一节	凸版印刷油墨	195
第二节	胶版印刷油墨	198
第三节	凹版印刷油墨	206
第四节	孔版印刷油墨	210

第五节 其他油墨.....	216
---------------	-----

第三部分 版 材

第八章 印版材料.....	229
第一节 概述.....	229
第二节 印版的基本性能指标.....	229
第三节 常用制版的基础材料.....	231
第四节 常用的胶印印版.....	234
参考文献.....	239

第一部分 承印物

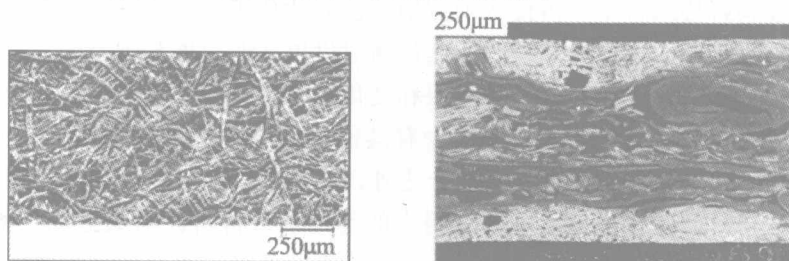
第一章 纸材料的基础

纸是重要的印刷材料，也是用得最广泛的印刷材料。纸是我国的四大发明之一。纸的发明是中华民族对世界文明发展最伟大的贡献之一。汉代蔡伦总结前人经验发明了造纸术，他利用破布、麻头、渔网、树皮等制出了一种质地良好的纸，称为“蔡侯纸”。这种纸就其生产原理和质地而言，与现代的纸是基本相同的。后来，我国的造纸术经朝鲜传入日本，再传入阿拉伯，公元950年传到西班牙、意大利和欧洲各国。造纸术的发明及其传播对世界文明发展起到了巨大的推动作用。纸是用以保存人类思想和文化以及增进知识传播和信息交流的媒介。在古代文化成就中很少有其他发明可以和纸及印刷术相比。现今，除了作为信息交流的媒介之外，纸还是人类文明生活的重要材料，在我们的日常生活中起着很大的作用。纸材料包括纸张和纸板，每一种纸材料因为纤维构成、生产方式等的差异，具有不同的颜色性质、表面性质、机械强度、吸收性能等性质，以适应不同的印刷方式和质量要求。随着造纸技术的发展，出现了新型的纸材料，从而满足了新型印刷技术和生活的要求，并适应全球环保趋势，使纸作为一种文明材料更具生机与活力。当今新技术的采用使纸材料已突破了传统纸的范畴，例如，像合成纸这种类似纸状的薄膜，由于它完全具有和普通纸一样的印刷、书写性质，从实际使用价值上看就和纸一样了；用棉短绒或其他合成纤维交织而成的无纺布，也可以被认为是一种纸。现在乃至将来，虽然存在着电子媒体对纸媒体的冲击，纸作为信息表现的重要载体，在信息产业中仍占有重要的地位。纸材料是一种吸收性的材料，具有良好的印刷适性，非常适合印刷及印后加工。因

此, 纸包装可以采用凸版印刷、平版印刷、凹版印刷、孔版印刷等几乎所有的印刷方式对纸材料进行印刷装饰。尽管印刷业会受到互联网的冲击, 但是纸包装及纸包装印刷是绝不可替代的, 纸仍将具有长久的生命力。

什么是纸张? 如何给纸张下一个确切的定义呢? 根据中华人民共和国国家标准 (GB-4687-84) 规定, 所谓纸就是从悬浮液中将植物纤维、矿物纤维、动物纤维、化学纤维或这些纤维的混合物沉积到适当的成型设备上, 经过干燥制成的平整、均匀的薄页。该定义从纸张的原材料及形状方面对纸张进行了描述。

从结构上来说, 纸张是由纤维相互交织起来的层状结构。由纤维构成纸张的基本“骨架”, 再加以其他材料形成均匀的、平整的薄页。我们可以从图 1-1 看到电子显微镜下纸张的纤维状态, 它和我们用肉眼直接看到的很不相同, 没有那么光滑。



(a) 非涂料纸的正面

(b) 涂料纸的横切面

图 1-1 纸张的电子显微镜

由纸的组成成分可知, 纤维是组成纸的结构的基本框架, 我们称之为“骨架”。而骨架的周围则是由填料颗粒、水、空气、胶料等围绕。这是纸材料的结构的基本情况。从造纸工艺及纸的层次结构上看, 纸的结构有以下特点:

①纸是一种多相复合体系

在这个体系中以纤维为主, 在其周围有胶料、填料、色料、水分、空气。每种成分都对纸的性能产生影响。

②纤维排列的非均匀性

在造纸工艺中,纤维大都以纤维流向进行排列形成纸材料的纵向,但还有很多纤维会与之垂直或成一定角度排列。另外在纸的周边,纤维的分布相对少一些,应想办法使纸的结构层次趋向均匀。

③各向异性

纸张的纤维有一个沿纤维流向排列的趋势,这使纸张和纸板纵、横向在纸张强度、挺度、耐折度等方面性能上存在差异。

④两面性

由于造纸机上与网面接触的纸层和背离网面的纸纤维分布状态不一样,表面无涂层的纸材料,表面性能也不一样,表现出正面光滑、反面粗糙。而经过表面涂布的涂料纸其两面性表现不是很明显。

⑤纸的结构中有许多缝隙

纸内纤维交织时,由于长短不一,故存在空隙,尽管有填料颗粒的填充,纸内仍然存在着许多缝隙,这些缝隙可形成毛细管,起到吸收作用,使纸材料具有呼吸性能、透气性能。

从广泛的意义上讲,纸可以分为纸张和纸板两大类。按照造纸工业部门的标准,定量超过 225g/m^2 的纸叫做纸板,或者厚度超过 1mm 的纸叫做纸板。但纸和纸板的概念划分并不是绝对的,有时某些定量小于 225g/m^2 的纸也被列入纸板类。

传统纸材料由纤维、胶料、填料、色料等组成成分构成。虽然目前仍以植物纤维为主要原料来生产纸张,但是随着科学技术的发展,合成纤维(聚乙烯、聚丙烯等)、无机纤维(玻璃丝、云母等)、金属纤维等纤维正在成为造纸的新型原料。但是对印刷用纸来说,由于要求其具有一定的吸收性能,因此纤维还是以植物纤维为主。根据施胶方法的不同,胶料分为内部施胶胶料和外部施胶胶料;现在对纸材料性能要求多种多样,加填料是一种很好的取得特殊性能的方法;色料的作用在于使纸张呈现特定的颜色,一方面消除纤维本身所带的黄色,另一方面可以形成特定的颜色,增强纸张的外观效果。

第一节 造纸原材料

一、植物纤维

1. 纤维的分类

纤维是最基本的造纸原料，它占纸材料组成成分的绝大多数。纸材料的结构其实就是纤维间通过氢键相互连接起来形成的随机取向的层次网络结构。用于造纸的纤维原料按原料的化学组成为植物纤维、非植物纤维；按使用次数可分为一次纤维和二次纤维。而植物纤维又分为木材纤维和非木材纤维。

图 1-2 就是植物纤维的放大图。

(1) 木材纤维

这是直接从树木中获得的植物纤维，包括针叶木和阔叶木纤维两类。针叶木称为软木，质地松软，其纤维较长，平均长度为 3 ~ 4mm，最长可达 8mm 以上，直径约为 0.03mm，如云杉、冷杉、落叶松、柏树等属于针叶木。阔叶木又称硬木，其纤维长度较短，平均长度仅为 1.0mm，如杨木、桦木、枫木等都属于阔叶木。通常硬木能生产匀度较好、表面平滑的纸张，而软木则能抄造强度较高的纸张。

(2) 非木材纤维

非木材纤维主要有草叶类纤维（如稻草、麦草、芦苇等）、韧皮类纤维（如麻类、树皮、棉秆皮等）、种子毛类纤维（如棉花、棉短绒）。

草叶类纤维的细胞两端多呈尖削状，胞腔较小，除竹类、龙须草、甘蔗渣等的纤维较细长外，其他都较细而短，平均长度为 1.0 ~ 1.5mm，平均宽度约为 10 ~ 20 μ m，非纤维细胞含量也较多。竹子、龙须草等为长纤维的原料，可以抄造强度较高的纸张。竹子的纤维形态及含量与最适宜造纸的针叶木很近似，纤维素含量高，纤维细长结实，可塑性好，纤维长度介于阔叶木和针叶木之间，是竹浆造纸的优



图 1-2 纤维

质原料。竹浆可以单独使用或与木浆、草浆合理配比,生产出质优价廉的文化用纸、生活用纸和包装用纸。其他草叶类纤维原料只能抄造强度要求不高的低档包装纸,或与长纤维纸浆搭配才能生产出较好的纸张。

韧皮类纤维一般细长,有坚韧性,适于抄造高级包装纸或工业用纸。

棉纤维性质坚韧,平均长度约为 18mm,平均宽度约为 $20\mu\text{m}$,是极好的造纸原料。

不同的植物原材料其纤维含量不同,纤维的长短、粗细也不同,因而造出的纸的强度等性质也不同。一般说来,茎秆类和木材类纤维比较细而短,而子棉类和韧皮类纤维比较粗而长。故韧皮类和子棉类纤维造出的纸强度大些。例如,稻草纤维长度为 $0.5 \sim 2.0\text{mm}$,宽度为 $0.01 \sim 0.02\text{mm}$,棉花纤维长度为 $20 \sim 40\text{mm}$,宽度为 $0.012 \sim 0.037\text{mm}$,它们之间有着很大的差别,造出的纸的差别也很明显。纤维长、长宽比大、均一性好的纤维,纸张强度高。种子毛类纤维是最好的造纸原料,其耐久性最好,其次是韧皮类纤维,最差是草叶类纤维。在纸浆类型中,草叶类纤维质量属于最差的。

(3) 非植物纤维原料

利用非植物纤维进行造纸,是因为这类纸能满足一些特殊的需要,同时具有植物纤维纸所不具有的特性,因此,应用比较广泛。非植物纤维原料一般是工业纤维,分为无机纤维、合成纤维和金属纤维三大类,但这类材料在印刷上应用不多。因此我们重点关注植物纤维制造的纸张。

2. 植物纤维的化学组成

在植物纤维原料的化学组成中,纤维素、半纤维素和木素是主要成分,它们也是成品纤维的主要成分,其性质直接关系到纸材料的性质。

(1) 纤维素

纤维素分子($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)是由许多个葡萄糖分子组成的。因为葡萄糖上带有许多羟基($-\text{OH}$),当两个羟基靠近到一定距离时,就

会形成氢键。在氢键的作用下,许多纤维素分子可以聚合到一起,形成复杂的长链的结构。其结构式如图 1-3 所示。

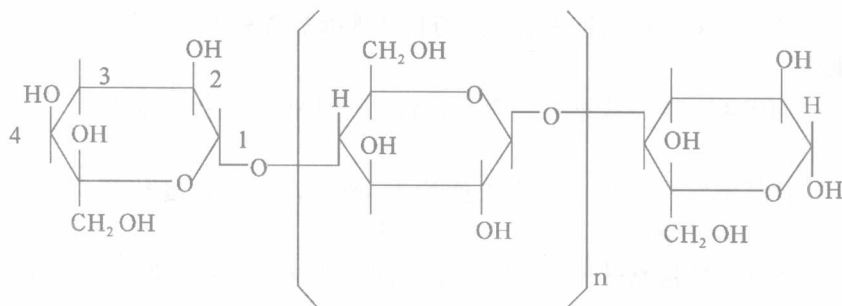


图 1-3 纤维素的化学结构

结构式中 n 为葡萄糖基的数目,称之为聚合度, n 的数值不定,可能为几百至几千甚至一万以上。因为纤维的来源、制备方法和测定方法的不同,用黏度法测得针叶木和阔叶木所提取的纤维素的平均聚合度一般在 4000 ~ 5000 之间,棉花纤维的平均聚合度在 5000 ~ 10000,稻草纤维的平均聚合度一般在 600 ~ 1000。

纤维素的比重为 1.55,所以长时间泡在水里会沉淀,但纸的比重一般在 0.9 以下,这是因为构成纸的纤维中有空腔,纤维之间有空隙。

棉花的纤维素含量最高,为 70% ~ 90%,针叶木和阔叶木纤维素含量一般为 45% ~ 53%,草类的纤维素含量最低,在 35% ~ 48% 之间。纤维素在植物中以微细纤维的形式主要存在于细胞壁的次生壁中层和内层,次生壁外层和初生壁也含有少量的纤维素。纤维素是细胞的骨架物质,也是纸浆和纸张的主体,制浆过程要尽量不让它受到损害。

纤维素不溶于水,但在酸性水中和碱性水中都能发生降解,使聚合度降低。纤维素分子中的一OH 基在水的诱导下,能够在纤维素分子之间产生氢键,并使许多纤维素分子通过氢键连接起来,这是纸具有强度的主要原因。

(2) 半纤维素

半纤维素基本结构单元是多种单糖基，半纤维素的分子链很短，聚合度小，分子链上有些分支。半纤维素的性质：

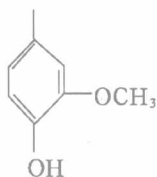
- ①容易溶解在碱溶液中。
- ②容易发生水解反应，水解的最终产物是各种单糖。
- ③容易吸水润胀。

这些性质对打浆是有利的。半纤维素的化学稳定性比纤维素更低，更易发生降解。部分聚合度小的半纤维素可以直接溶于稀碱溶液。在制浆过程中要尽量包含半纤维素，其好处是：能提高得浆率；便于打浆，易使纤维溶胀和纵向分丝帚化，减少横向切断；适量的半纤维素可以提高纸的强度。

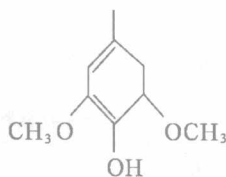
半纤维素的吸收性小、亲水性好，可以改善纸张的印刷性能。半纤维素的稳定性比纤维素差，不利于纸张的耐久性。一般在造纸过程中，要尽量避免半纤维素的丢失，提高得浆率。在纸浆中含有适量半纤维素，可以提高纸张的强度。

(3) 木素

木素存在于木化植物中，如针叶木、阔叶木和草类原料，是一种具有三维空间结构的天然高分子化合物，占植物纤维原料的20% ~ 30%。从化学结构上说，木素是一种具有芳香性的、结构单体为苯丙烷型的三维空间立体结构高分子化合物。构成木素分子有三种基本的结构单元，它们是愈创木酚基、紫丁香基和对羟基苯，如图 1-4 所示。



(a) 愈创木酚基



(b) 紫丁香基



(c) 对羟基苯基

图 1-4 木素的基本结构单元

木素的结构与纤维素、半纤维素的结构不同，它是非线性高分

子,木素分子就是由上面这三种基本结构单元通过 C—O 键、C—C 键连接起来的立体网状分子。木素是网状空间立体结构,因而它具有一定的可塑性。木素在植物中起到黏结纤维、增强植物组织强度的作用。在细胞间层中木素的浓度最高,因此要分离纤维,就必须除去木素,这就是化学法离解纤维的原理。木素在化学结构上极不稳定,当它受到温度影响或酸、碱试剂作用时,很容易引起化学变化,即使是在较温和的条件下也会引起木素结构的改变。木素可以提高纸张的不透明度,但是它对纸的白度和亮度的保持有负面作用。

由于木素是疏水物质,在常温下,木素不溶于水,不易溶于稀碱、稀酸溶液,不易吸水润胀;在高温下,某种一定浓度的酸或碱可与木素作用而使其溶解。因而,纤维中若木素含量高时会显得硬而脆弱,不便于纤维间的相互交织,这会极大地影响纸材料的性能,所以制浆过程中要一定程度地除去木素,或者通过物理方法处理使之变软。此外,木素保留在成纸中长期受光照日晒,容易被氧化产生发色基团,从而使纸张变黄,这便是新闻纸耐久性差的主要原因。天然状态的木素呈白色,它一旦受到化学或机械作用就会变成褐色或深褐色。因为木素对纸材料的性能有不利的影响,故要求在纸材料中的含量越少越好。像报纸中就含有大量的木素,所以报纸存放不久颜色就变暗或者变黄了。总之,纸张中木素含量越多,其耐久性越差。因此,在造纸过程中,要尽量除去植物纤维原料中的木素。

植物的种类不同,其纤维素、半纤维素、木素的含量是不一样的。有的植物含纤维素高,有的则很低,这就是造纸植物要经过选择的原因。

木材、草类和棉纤维等主要纤维的组成成分如表 1-1。

表 1-1 典型造纸原料的组成

组 成		纤维素 (%)	半纤维素 (%)	木素 (%)	灰分 (%)
原 料		(克贝纤维素)			
木材	针叶木	55 ~ 63	16 ~ 18	27 ~ 30	0.25 ~ 0.60
	阔叶木	43 ~ 53	22 ~ 26	17 ~ 24	0.30 ~ 0.90