

印刷材料及适性

姜雪松 李春伟 郑 权 编著



东北林业大学出版社

印刷材料及适性

姜雪松 李春伟 郑 权 编著



东北林业大学出版社
· 哈尔滨 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

印刷材料及适性/姜雪松, 李春伟, 郑权编著. --
2 版. --哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2016. 7
ISBN 978 - 7 - 5674 - 0852 - 4

I. ①印… II. ①姜… ②李… ③郑… III. ①印刷材
料-印刷适性 IV. ①TS802

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 158843 号

责任编辑: 张红梅

封面设计: 彭 宇

出版发行: 东北林业大学出版社 (哈尔滨市香坊区哈平六道街 6 号 邮编: 150040)

印 装: 三河市佳星印装有限公司

开 本: 787mm × 960mm 1/16

印 张: 16

字 数: 277 千字

版 次: 2016 年 8 月第 2 版

印 次: 2016 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 48.00 元

前 言

印刷材料及适性在印刷生产工艺过程中起着关键作用，直接影响印刷生产过程能否顺利进行以及印刷品质量的优劣。随着印刷科学技术的迅速发展，对印刷技术的要求也越来越高。

同时，其相关课程在印刷工程、包装工程专业课程体系中也有重要的地位。内容主要涉及在印刷工艺过程中使用的承印材料包括纸张、塑料、金属等，以及印刷油墨、印刷橡皮布、印刷墨辊和印刷润湿液等印刷材料的基本结构、组成、分类、性质以及相应的印刷适性等方面的理论知识，以这些材料的性能测试、所用的仪器的工作原理等。

详细内容包括了印刷纸张、纸板、塑料、金属等承印材料，印刷油墨、印刷橡皮布、印刷胶辊（胶辊、网纹辊、润湿辊）、印刷润湿液、数字印刷材料，以及印刷纸张、油墨、橡皮布在印刷过程中的适应性等内容。教材每章后附有复习思考题，以利于学生掌握和巩固已学知识。本书内容系统、简明扼要，可作为印刷、包装行业科技工作者的技术参考书，印刷工程、包装工程本科专业的教材、参考书，轻工技术与工程专业学位研究生的教材、参考书。

本书共包括10章内容，撰写人员具体分工如下：姜雪松（东北林业大学）撰写第1~5章；李春伟（东北林业大学）撰写第6~7章；郑权（东北林业大学）撰写第8~10章。

由于印刷科技的发展日新月异，加之编者能力有限，书中难免有错误和不足之处，恳切希望同行及读者提出宝贵意见。

编著者

2016年3月

目 录

第一章 纸张的组成及结构	(1)
第一节 纸张的主要成分——植物纤维	(1)
第二节 纸张的辅助成分	(6)
第三节 纸张的生产工艺	(16)
第四节 纸张的结构	(24)
第五节 纸张的规格及计算	(29)
第二章 纸张的基本性能	(32)
第一节 概述	(32)
第二节 纸张性能的评价指标	(33)
第三节 纸张的吸湿性能	(43)
第四节 纸张的吸墨性能	(49)
第五节 纸张的表面性能	(53)
第六节 纸张的光学性能	(59)
第七节 纸张的酸碱性	(65)
第三章 纸张的印刷适性	(68)
第一节 概述	(68)
第二节 纸张的调湿处理与印刷适性	(70)
第三节 纸张的吸墨过程与印刷适性	(72)
第四节 纸张的表面强度与印刷适性	(74)
第五节 纸张的平滑度与印刷适性	(76)
第六节 纸张的光学性能与印刷适性	(79)
第四章 常用印刷用纸	(82)
第一节 新闻纸	(83)
第二节 书刊印刷纸	(86)
第三节 胶版印刷纸	(89)
第四节 涂料纸/铜版纸	(92)

第五节 其他印刷用纸	(94)
第五章 其他承印材料及适性	(103)
第一节 纸板	(103)
第二节 塑料承印材料	(115)
第三节 金属承印材料	(123)
第四节 其他承印材料	(127)
第六章 油墨的组成及分类	(128)
第一节 概述	(128)
第二节 颜料	(135)
第三节 连结料及辅助成分	(144)
第四节 油墨的理化性质与评价	(158)
第五节 常用的印刷油墨	(162)
第七章 油墨的流变特性及适性	(173)
第一节 概述	(173)
第二节 油墨的流变性	(174)
第三节 油墨的触变性	(177)
第四节 油墨的黏着性	(183)
第五节 油墨的拉丝性	(187)
第六节 油墨的流动性	(189)
第八章 印刷油墨的干燥性及适性	(194)
第一节 油墨的附着	(195)
第二节 油墨的干燥类型	(197)
第三节 油墨的干燥与印刷适性	(203)
第四节 影响油墨干燥的因素	(204)
第五节 油墨干燥的测定	(208)
第九章 其他印刷材料及适性	(210)
第一节 印刷橡皮布及适性	(210)
第二节 印刷胶辊及适性	(223)
第三节 印刷润版液及适性	(232)
第十章 数字印刷材料及适性	(239)
第一节 概述	(239)
第二节 数字印刷用纸张	(239)
第三节 数字印刷用油墨	(244)

第一章 纸张的组成及结构

第一节 纸张的主要成分——植物纤维

纸是重要的印刷材料，也是使用最广泛的印刷材料。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。纸张是经过制浆和抄纸两个生产过程制造出来的。纸张是纸和纸板的统称，有时也是纸的简称。纸张是以加工处理的纤维为主要成分，结合使用目的加入适量的添加剂，在网上或帘上交织形成纤维间相互黏结的薄片物质。这种物质不仅具有一定的强度，而且具有多孔性，这也是纸张与其他薄片物质的主要区别。

纸张的主要成分是植物纤维，植物纤维的化学组成包括纤维素、半纤维素及木塑。不同种类的植物纤维，其纤维素、半纤维素及木素的含量不相同。

一、植物纤维的分类

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。

1. 木材纤维

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3~4 mm，最长可达8 mm以上，直径约为0.03 mm，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1.0 mm，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，其他都比较西段，平均长度为 1.0 ~ 1.5 mm，平均宽度为 10 ~ 20 μm ，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 18 mm，平均宽度约为 20 μm ，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。一般来说，茎秆类和木材类纤维比较细而短，而籽棉类和韧皮类纤维比较粗而长。故韧皮类和籽棉类纤维造出的纸强度大些。例如，稻草纤维长度为 0.5 ~ 2.0 mm，宽度为 0.01 ~ 0.02 mm，棉花纤维长度为 20 ~ 40 mm，宽度为 0.012 ~ 0.037 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。

二、植物纤维的化学组成

在植物原料的化学组成中，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

19 世纪 30 年代, 法国农业学家 Payen 第一次从植物中分理出纤维素。

纤维素分子 ($C_6H_{10}O_5$) 是由许多个葡萄糖分子组成的。因为葡萄糖上带有多羟基 ($-OH$), 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, 形成负载的长链结构。其结构式如图 1-1 所示。

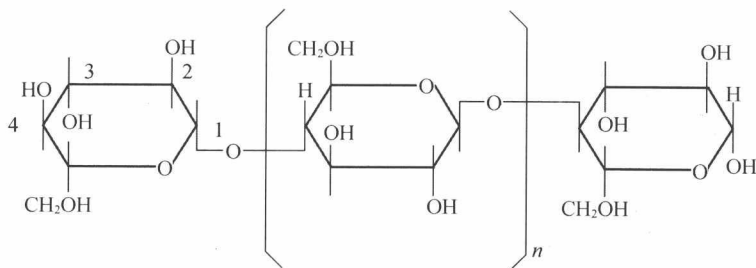


图 1-1 纤维素的化学结构

结构式中 n 为葡萄糖基的数目, 称之为聚合度, n 为数值不定, 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为 4 000 ~ 5 000, 棉花纤维的平均聚合度在 5 000 ~ 10 000, 稻草纤维的平均聚合度一般在 600 ~ 1 000。

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, 为 35% ~ 48%。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 $-OH$ 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, 这是纸类具有强度的主要原因。

2. 半纤维素

半纤维素是在植物中与纤维素共存的多糖, 即除纤维素以外的碳水化合物。半纤维素是以不同量的几种单糖基和糖醛酸基构成的往往具有支链对的复

合聚糖的总称。构成半纤维素的单糖主要有：D - 木糖、D - 甘露糖、D - 葡萄糖、D - 半乳糖、L - 阿拉伯糖等。

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、结构单元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。

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。木塑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，这会极大的影响纸材料的性能，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的木素。

植物种类不同，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 所示。

表 1-1 典型造纸原料的组成

组成 原料		纤维素/% (克贝纤维素)	半纤维素/%	木素/%	灰分/%
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
草类	稻草	36 ~ 40	18 ~ 22.5	10 ~ 14	11 ~ 15.5
	麦草	40 ~ 52	20 ~ 21	9.5 ~ 12	6 ~ 8.5
	甘蔗渣	50 ~ 50.9	20.5 ~ 26	18 ~ 20.5	1.2 ~ 2.9
	芦苇	43.7 ~ 51	21 ~ 23	21 ~ 23.5	3.1 ~ 4.5
棉纤维		95 ~ 97	1	0	0.1 ~ 0.2

从表 1-1 中可以看出，草类纤维的灰分、半纤维素含量较高，而木素、纤维素含量低；木材纤维的针叶木素含量最高，阔叶木的半纤维素含量高；棉纤维差不多全是纤维素，含少量灰分和半纤维素，不含木素。

三、纤维的结构

图 1-2 示为木材纤维的层次结构。从图上可以看出，纤维间是木素，起黏结作用，纤维间的这一层细胞间隙称为胞间层，该层 80% 以上为木素，不含纤维素。将植物原料分离成纸浆的过程就是克服细胞间的黏结作用，将纤维细胞离解的过程。在纤维细胞壁的生长过程中，最初形成的细胞壁称为初生壁。初生壁很薄，常把与胞间层相邻的两个初生壁合称为复合胞间层。在初生壁中约含 70% 的木素和少量纤维素，在初生壁上细纤维完全是无规则取向的。

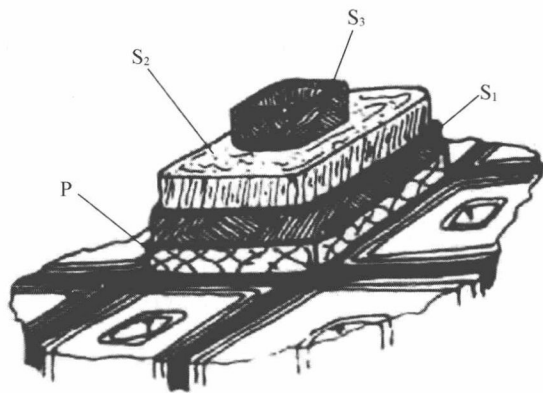


图 1-2 纤维的层次结构

在细胞停止生长后细胞壁继续增厚，这时加厚层在初生壁的内侧，加厚的这一层称之为次生壁。次生壁很厚，由于纤维在壁上的排列方向不同，又把次生壁分为 (S_1)、中 (S_2) 和内 (S_3) 三层。其中 S_2 层最厚， S_1 和 S_3 层较薄。在 S_1 层上，细纤维的排列呈交叉螺旋状，由 4~6 个薄层组成； S_2 层上细纤维呈单一螺旋取向，绕角比较陡，有几十到一百多个薄层组成； S_3 层包括由螺旋状取向的细纤维组成的几个薄层，并趋向于形成一种交叉的微细纤维结构。经过造纸过程的处理后，纤维的初生壁和次生壁外层都已被破除，存在于纸张中的纤维已是细纤维化的具有良好柔曲性的纤维。

第二节 纸张的辅助成分

一、填料

纸是由纤维互相交织而成的。在不加填料的情况下，相互交织的纤维之间不可避免地会有许多大大小小的空隙，使纸材料产生肉眼难以观察的凹凸不平现象，如果这种纸直接用于印刷或应用，印品的印迹会深浅不一，凹下的地方甚至印不上油墨。加入填料后，细小的固体颗粒会填补纸纤维空隙，克服凹凸不平的缺点，使纸面平整、光滑。纸材料也因此有更好的适合印刷的性能，因而包装印刷装演效果更好。

一般填料都能使纸材料具有可塑性，在受到压力时，表面可以随压物而变

形。这样,纸张和纸板就会具有较好的柔软性,在印刷时纸张和纸板就会有较好的平滑的表面,形成纸材料的植物纤维本身是比较透明的。填料能够降低纸张和纸板的透明性,或者说能够提高纸张和纸板的不透明性,使纸张和纸板不透光从而适于双面印刷。另外,由于填料都是白色颗粒,加入纸材料之后有助于提高纸的白度。大多数印刷用纸要加填料,尤其是那些对光学性质和印刷适性有较高要求的纸张。

1. 纸张加填料的目的是和作用

(1) 提高纸张的白度和不透明度

造纸工业中应用的填料的白度,大部分高于纸张的白度,因此,在配比中加入填料,一般有助于提高纸的白度。由于高级填料具有很高的折射率,加入后能大大提高纸张光散射的能力,因此,能明显提高纸张的不透明度。

(2) 提高纸张平滑度

在加紧矿物填料时,纸的平滑度不经压光是不会提高的,但是含有填料的纸,在经过超级压光机以后,与不含填料的纸相比,变得较为平滑。这时因为当压光时,填料粒子填平了纸页粗糙表面的凹处,促使纸页平滑度增加。

(3) 增大纸页总的孔隙率

含有矿物填料的纸,通常比不含矿物填料的纸毛细管增多,从而增大了纸页总的孔隙率。通常这也使纸的吸收能力增加,降低纸的湿变形,减少纸的卷曲性,提高纸页的干燥速率。

(4) 增加对油墨的吸收能力

施加填料后胶版印刷纸对油墨的吸附能力,因纸中填料的增加毛细管增多而提高。所以在这种纸中应该限制填料含量的上限,以防止在胶版印刷过程中油墨渗透到纸的另一面。

(5) 提高纸张紧度

纸的紧度是随着所用填料的密度、纸中填料量和分散度的增加而提高。尤其是在超级压光之后,紧度提高很多。

(6) 降低纸张成本

通常矿物填料的价格比纸浆便宜,因此用滑石粉或其他廉价的填料来代替一定量的植物纤维,具有一定的经济意义。

但由于填料粒子的加入减少了纤维间的交织和氢键缔和,因此,填料加入过多会导致纸张强度的降低,包括机械强度和表面强度,表现为抗张强度、耐折度下降和在印刷中容易产生掉粉、掉毛或拉毛现象。

2. 常用的填料种类

常用的填料要满足印刷的要求,印刷用纸的填料具有下列性质:高白度、高折射率、颗粒微小、水溶能力低和较低的密度。此外还应具有良好的化学稳定性,防止与纸中组分以及造纸过程中的其他组分发生反应。目前用作填料的原料非常广泛,从价格低廉的滑石粉到价格昂贵的优质钛白粉都有,最常用的有高岭土、碳酸钙、钛白粉和滑石粉。此外,还有少量的无定形硅石、硅酸盐、三羟基铝、硫酸钡和碳酸钙也可以作为填料。

3. 填料对纸张性能的影响

填料与纤维相比,其颗粒更细小,密度和硬度也比较高,光学性能方面也优于纤维,但它们不能形成氢键结合,这些因素都会在一定程度上影响成纸的性质。沉积在纤维网络中的填料例子的粒径、粒径分布状况和粒子形状都会强烈地影响所生产的纸材料的性质,纸材料的结构、强度和光学性质在很大程度上取决于上面几个因素的相互作用。

就对纸材料的性质影响而言,加填料有其有利的一面,如填补缝隙、增加白度、平滑度和不透明度等,这些有助于提高印刷品质量。另外,填料的加入不仅可以在纸页中形成更多细小的毛细孔,而且会改变原先小孔的分布不均匀的情况,使吸收更均匀。另外填料粒子比纤维更易被油墨润湿,因而加入填料的纸材料对油墨的亲合力可以进一步增强。此外,纸材料的柔软度和形状稳定性随着填料的加入也能得到一定的改善。当然加填料也有不利的一面,主要是会减低纸张强度,同时也会影响施胶的效果,在印刷过程中表现为易发生掉粉、掉毛现象。印刷中填料粒子从纸面脱落下来传递到印版或胶印橡皮布上,会发生糊版现象,严重影响工作效率。而且,由于填料都是一些具有一定硬度的矿物质,必然对印版有一定的摩擦作用,导致印版磨损,影响耐印力。

(1) 填料对结构和强度的影响

填料以三种不同形式存在于纤维网络中,填料可能仅仅填充在纤维网络的空隙中,而与周围物质不发生任何相互作用,但这种夹杂在纤维网络中的填料仍可增强纸材料对光的散射性能。如果填料是以很薄的而且扁平的形式镶嵌在纤维间就不会对纸材料的机械性质和光学性质有任何影响,这是一种比较理想的情况,一般不存在。通常,填料粒子在纤维网络中的排列是无规律的,结果就导致了纸材料的厚度增加,光散射能力增加。

由于填料的密度一般比纤维的密度高,当纸材料的定量不变时,随着填料量的增加,纸材料的松厚度会有所降低。填料的粒径和颗粒形状都会影响纸材料的厚度,通常块状填料比扁平状填料更有利于纸材料厚度的增加。

然而加入填料也会给纸张带来一些弊病,即降低了纸张和纸板的理论强度。因为填料的加入,既不能参与形成氢键,又降低了纤维之间的接触面积,使纤维的结合力下降,纸张和纸板的强度降低。纸材料的强度性质取决于纤维间结合程度,纸材料加填后,如果填料不能与纤维形成有效的结合,就会使得纸材料的强度下降,并且由于纸中产生了结构的缺陷、孔隙,使得纸内应力增加,也在一定程度上导致了纸材料强度的下降。若定量不变时增加加填量,由于单位体积内的纤维含量相对减少,也会引起纸材料强度下降,填料粒子的粒径越小,强度下降越明显。另外,块状填料比扁平状填料对纸材料强度的影响大。增加加填量和减少粒径会降低纸张的抗张强度。纸材料撕裂强度的形成主要取决于纸页中纤维的结合强度,与抗张强度相比,加添料对撕裂度的影响比较小。因为对未加填是需要断裂结合良好的纤维,加填料后的纸则是将结合不好的整根纤维拉出,前者所做的功并不比后者多。此外,加填料使挺度有所下降。

(2) 填料对颜色性质的影响

①不透明度。不透明度是指纸材料不透光的性质,纸材料的不透明度取决于纸材料对光的散射能力。在纸张中加入折射率大的填料,与纤维结合后,增加而来纸张内部光散射界面的数量即存在纤维与空气间、填料与纤维间以及填料与空气间三类不同的界面,其中填料与空气间的折射率的差值是最大的,使得光线在填料与空气界面上的散射最大,从而导致了纸材料不透明度的增加。

填料粒子的大小和在纸页中的分散情况决定了其在纸页中光散射能力的大小。填料粒子越小,光通过空气与填料界面的次数越多,从而散射能力越大。对于那些粒径比照射光波长更小的填料粒子,散射能力是随粒径的增加而增加的;而对那些粒径比照射光波长大的填料粒子,散射能力是随着粒径的增加而减少的,因此,要使纸材料获得最大的不透明效果,填料颗粒的粒径最好为观察光波长的一半左右,即相对于普通光,取得最大不透明度的填料粒径范围为 $0.15 \sim 0.50 \mu\text{m}$ 。

另外,填料粒子间的絮聚必然会增加粒子间的光学接触,减少纸材料光散射界面的数量,从而大致纸材料不透明度的下降。随着纸材料中填料的增加,填料结块程度也将增加,填料在纸材料中的使用效率会降低。

②白度。用于造纸中的填料如碳酸钙、钛白、锌白等均为白色颜料,因而填料的加入能增加纸材料的白度。白度的增加程度取决于填料的白度、填料的粒径与遮盖能力以及浆料的白度和打浆程度。如果填料加入到低白度机械浆中,那么制得的印刷纸的白度随填料加入量的增加有所增加。如果将这些填料

加到高白度的浆料中, 填料对纸材料的白度的增加效果将降低。

(3) 填料对表面性质的影响

纸的表面性质对印刷和涂布过程有很重要的作用。通常, 填料可以提高纸特别是压光纸的平滑度; 同时, 填料的加入能使纸材料对水和油墨的吸收更为均匀。

纸材料的孔隙率的高低决定了其表面的平滑度以及吸收性的好坏。填料对纸张孔隙率的影响取决于填料颗粒的尺寸和形状, 粗大的颗粒(特别是碳酸钙)会增加孔隙率, 而细小的扁平颗粒(尤其是细高岭土)则会减少孔隙率。

印刷纸需要一定的纸页密度, 可以通过加填和压光来控制。同时, 在印刷过程中因为对油墨吸收不好而产生的透印问题, 可以通过加填来解决。某些特殊的填料(如煅烧的高岭土、硅铝酸钠)对解决透印问题特别有效, 这些填料可吸收油墨, 阻止它穿过纸页。

填料也会在很大程度上影响纸的印刷性能, 扁平状的填料, 特别是加在凹版印刷的超级压光纸中的滑石粉, 可有效地减少印刷过程中的漏印。

二、胶料

用植物纤维生产的纸材料, 因纤维本身存在大量的容易吸湿的毛细孔, 而且由于构成纤维的纤维素、半纤维素含有大量亲水的羟基, 所以极易吸收水或其他液体。如果不在造纸过程中加入其他辅料即胶料, 那么在这种纸材料上进行书写或印刷时, 墨水或油墨就会迅速浸透和扩散, 造成字迹图像模糊不清和透印。因此, 在造纸过程中有必要引入化学添加剂即施胶。施胶分为内部施胶和表面施胶两种。

施胶的主要目的是使纸张具有一定的抗水性能。不管采用何种施胶方法、何种胶料, 使纸张获得抗拒液体渗透性能的原理是相同的, 都是通过减少液体在纸面的扩散和渗透来达到目的的。

1. 内部施胶

当化学品被加入造纸原料, 并且在造纸系统的内部采取适宜的方法将其保留在纤维上的方法称为“内部施胶”, 它是相对于表面施胶而言的。在生产实践中, 内部施胶是最常用的施胶方法。内部施胶的目的在于改变纤维的表面以便控制含水液体向纸内的渗透。

内部施胶的目的是为了改进纸材料对水的渗透的抵抗能力, 以便在纸加工操作中(例如表面施胶和涂布)限制纸对液体的吸收, 或赋予成品纸憎水性。内部施胶使用的胶料很多, 当今最常用的三种内部施胶剂是松香、烷基烯酮二

聚体 (AKD) 和链烯基琥珀酸酐 (ASA)。

(1) 松香胶料

松香是内部施胶最常用的一种胶料。它是由多种化合物组成的复杂的混合物, 由于其来源和分离方法的不同, 其组成也不同。松香的主要成分为松香酸。

由于松香本身不溶于水, 必须将其进行处理, 使其能够分散于含水的抄纸系统中。有两种方法能够达到这一目的:

①用碱法氢氧化钠对松香进行皂化, 生成水溶性皂胶即碱性树脂酸盐。

②将松香分散为微小颗粒的游离树脂酸乳液。在这种情况下, 通常需要使用保护性胶体以使产品保持稳定。因为它们的化学结构中存在酸性基团, 所以水悬浮液中造纸纤维的行为如同阴离子。无论是可溶性的酸性树脂盐或者是不溶性的分散游离酸形成的松香胶, 都是阴离子性的, 因此它们对纤维素纤维或木质纤维无固有的亲和能力。为了使纸材料具有良好的性能, 必须借助硫酸铝或阳离子矾土絮凝体将松香沉淀定着在固相表面。施胶是属于表面化学的一部分, 为了获得较好的施胶效果, 必须认真考虑用松香和明矾施胶中涉及的许多化学和物理的因素。

(2) 烷基丁二酸酐 (ASA)

ASA 不溶解于水, 造纸前要进行乳化。最好是 ASA 与淀粉胶配比使用。

(3) 烷基烯酮二聚体 (AKD)

烷基烯酮二聚体能与纤维素的羟基反应形成 β -酮酯, 而烷基烯酮二聚体也能与水反应形成不稳定的 β -酮酸, 再脱去羟基进而形成相应的酮 (例如硬酯酮或棕榈酮)。浆料中 0.005% ~ 0.008% AKD 可以产生相当好的施胶效果。

(4) 其他胶料

其他用于内部施胶的胶料有: 石蜡胶、石蜡松香胶盒沥青胶等。用于施胶的石蜡为石油副产品, 内部施胶多选用正链石蜡胶。石蜡胶可以单独使用, 但更多的是与松香胶匹配使用, 即石蜡松香胶。石蜡胶和石蜡松香胶既能赋予纸材料较高的憎液性能, 又能提高纸材料的柔软性、弹性和光泽度, 但纸材料的强度会受到影响。它主要用于熟肉制品包装纸、标签纸、标语纸和食品包装纸等, 用于印刷的比较少。沥青胶主要用于防水纸板、箱纸板等。

2. 表面施胶

常用的表面施胶剂有以下几种。

(1) 淀粉

天然未改性的淀粉黏度比较高, 流动性差, 容易聚凝, 用水稀释后容易沉