

纸张的印刷适性 油墨

● 董明达 王城 编著



64970

T.S. 802.2
88-6

纸张油墨的印刷适性

董明达 王城 编著

印刷工业出版社

内 容 提 要

本书简明而较系统地介绍了纸张、油墨印刷适性的主要内容。对于纸张、油墨印刷适性中的重要概念和理论，做了较深入的探讨。由于纸张、油墨的流变特性对其印刷适性起到十分重要的作用，因此本书还讲述了有关纸张、油墨流变学的一些内容。

本书适合于从事印刷技术和纸张、油墨材料研究的科技人员和教学工作者阅读。

纸张油墨的印刷适性

董明达 王城 编著

责任编辑 王清溪

印刷工业出版社出版、发行

(北京复外翠微路2号)

人民交通出版社印刷厂印刷

各地新华书店经售

850×1168毫米 1/32 印张：6.75 字数：180千字

1988年6月 第一版第一次印刷

印数：1—10,000 定价：1.50元

ISBN 7-80000-012-5/TS·12

DN57/06

目 录

第一篇 纸张的印刷适性

第一章 印刷纸概述	(2)
第一节 纸的分类.....	(3)
第二节 纸的规格.....	(6)
第三节 造纸原料.....	(7)
第四节 造纸工艺简介.....	(9)
第二章 流变学基本概念	(18)
第一节 弹性变形.....	(18)
第二节 粘性流动.....	(20)
第三节 粘弹性物质的流变特性.....	(21)
第四节 塑性流动.....	(26)
第五节 复合模型.....	(27)
第三章 印刷纸“Z”向压缩流变特性	(28)
第一节 纸张压缩特性的实验研究.....	(29)
第二节 纸张“Z”向压缩的流变模型	(32)
第三节 纸张在“Z”向压缩的流变方程	(34)
第四节 流变方程参量的确定.....	(37)
第四章 纸张平滑度和纸张的印刷平滑度	(39)
第一节 纸张平滑度与印品质量.....	(39)
第二节 空气泄漏法测定纸张平滑度.....	(42)
第三节 光学接触法测定纸张平滑度.....	(44)
第四节 针描法测定纸张平滑度.....	(46)
第五节 水迹法测定印刷过程中纸张的平滑度.....	(52)
第六节 纸张在压印过程中表面粗糙度的分布.....	(55)
第五章 印刷纸吸湿性和尺寸稳定性	(59)

第一节	纸的水分含量	(59)
第二节	纸张含水量的测定	(63)
第三节	纸张的吸湿变形	(65)
第四节	纸张的调湿处理	(68)
第六章	纸张吸墨性	(71)
第一节	纸张吸墨性与印品质量	(71)
第二节	纸张的紧度与空隙率	(73)
第三节	毛细管吸收现象	(76)
第四节	压印条件下油的渗透深度	(79)
第五节	油对纸张渗透深度的测定	(81)
第六节	纸张毛细管分布及其测定	(84)
第七章	纸张表面强度	(91)
第一节	纸张表面强度的概念	(91)
第二节	纸张 Z——强度的测定	(92)
第三节	纸张表面强度的分布	(96)
第二篇 油墨的印刷适性		
第八章	油墨的成分和分类	(100)
第一节	概述	(100)
第二节	颜料	(102)
第三节	连结料	(107)
第四节	助剂	(111)
第五节	油墨的分类	(113)
第九章	油墨的粘性流动	(117)
第一节	概述	(117)
第二节	粘度和屈服值	(121)
第三节	流变方程	(128)
第四节	综合流变曲线	(130)
第十章	油墨粘度和屈服值的测定	(134)
第一节	概述	(134)
第二节	毛细管粘度计	(137)

第三节	旋转粘度计.....	(144)
第四节	锥板粘度计.....	(150)
第五节	平行板粘度计.....	(152)
第六节	落棒粘度计.....	(156)
第十一章	油墨的触变性.....	(159)
第一节	概述.....	(159)
第二节	触变性产生的原因.....	(161)
第三节	油墨流变曲线的滞后现象.....	(163)
第四节	格林触变基本方程.....	(165)
第五节	触变性的测定.....	(167)
第十二章	油墨的粘着性和拉丝性.....	(174)
第一节	概述.....	(174)
第二节	油墨粘着性的测定.....	(178)
第三节	油墨拉丝性的测定.....	(183)
第十三章	油墨的附着与干燥.....	(188)
第一节	概述.....	(188)
第二节	油墨的附着.....	(190)
第三节	油墨的渗透干燥.....	(193)
第四节	油墨的挥发干燥.....	(196)
第五节	油墨的氧化结膜干燥.....	(200)
第六节	油墨干燥的测定.....	(204)
参考文献		(207)

第 一 篇

纸张的印刷适性

第一章 印刷纸概述

“印刷”就其实质来看，它是油墨向承印物上的转移。有人说除了空气和水以外，什么物质都可以印刷，虽然这是一种夸张的说法，但也意味着承印物的种类繁多，诸如纸张、塑料薄膜、陶瓷、铁皮、铝箔等等不胜枚举。这些承印物中面广量大的还要算纸张，如报纸、书刊、包装用品、广告、有价和无价证券等。因此研究纸张的印刷适性是研究印刷原理最基本的问题。

一个现代化国家，必须具有先进的印刷工业和造纸工业，才能适应科学技术、文化、教育和国民经济各部门发展的需要。纸张的品种、质量、消耗量，印刷品的精美程度已成为当前衡量一个国家发达程度的重要标志。

造纸术的发明是我国古代劳动人民智慧的结晶，是对人类最伟大的贡献之一。

早在一千八百多年以前汉朝和帝时期，蔡伦担任皇室手工业作坊的负责人——“尚方令”，他总结了前人的造纸经验，用树皮、麻头、破布和鱼网作原料造纸，对我国造纸术作出了巨大贡献。东汉末年汉献帝时期，左伯所造的纸，已达到“研妙辉光”的水平。唐朝是我国封建社会历史上造纸业发展的极盛时期，造纸普及全国各地。到了宋朝，竹子已成为普遍使用的造纸原料。元、明朝以后，纸的应用日益广泛，明朝宋应星撰写的《天工开物》一书，将造纸列为“杀青第十三”一章，以竹纸为主，从砍伐到成纸言之颇详。

无论是造纸术还是印刷术，都是创造于中华传播于海外。但是近百年来，帝国主义的入侵，清朝封建统治者的无能，国民党反动政府政治上的腐败，对于印刷技术和造纸技术的发展起了阻碍作用。解放以后，印刷、造纸业很快得到恢复和发展，然而由

于我国的底子太薄，加之我们工作上的失误和十年动乱的影响，至今和世界上印刷业、造纸业发达的国家相比，我国存在很大的差距。

考察国外印刷技术的发展史，不能否认研究印刷的基本理论——印刷适性所取得的成果，印刷适性的研究对于印刷科学技术的发展起了极大的推动作用。把印刷适性作为基础理论来研究，无论是欧美还是日本，大体上都是从三十年代开始的，至今已有五十多年的历史。而我国印刷适性的研究现在才开始为人们所重视。

所谓“印刷适性”就其含义而言，尽管欧、美、日各国由于着重点和角度不同，有各种各样的解释，但是概括起来，可以简单地定义为“纸张、油墨、版材、印刷过程和车间条件适合于印刷的性能”。由于印制出精美的印刷品不仅涉及到上述五个方面固有的功能和特性的内在函数，而且涉及到它们之间的相互关系。因此，纸张的印刷适性不是一种确定的纸张属性，而是纸张固有特性在不同印刷条件下是否适合于该印刷条件的显示。具体地说，同一种纸张在不同的印刷方式下，其印刷适性则有显著的不同。

为了进一步讨论纸张的印刷适性，本章先对纸张的种类、规格、造纸的原料以及其抄制方法作一简单叙述。

第一节 纸的分类

从纤维原料经过制浆抄纸而得到的成纸，可以划分为纸和纸板两大类。它们是以纸的定量或纸的厚度予以区别的。所谓纸的定量是指单位面积纸的重量，以克/米²计，也称为“克重”。纸与纸板的区分界限并不很严格，一般，定量在200克/米²以下或纸厚在0.1毫米以下的，称为纸；定量在200克/米²以上或纸厚在0.1毫米以上的则称为纸板或板纸。有些产品定量虽然达到200~250克/米²（例如白卡纸、绘图纸等）习惯上仍称为纸。

纸的分类除了按定量或纸厚划分以外，还可根据抄纸方法的不同、原料纤维的不同和用途来分类。

按抄纸方法纸张可以分为机制纸和手工纸两大类。我国手工纸具有悠久的历史，它是通过对稻草、竹子、檀皮、桑皮等进行石灰沤制而成纸浆。沤制周期较长，有时达2~3个月。沤制所得纸浆经洗净后，通过舂料或碾料，加水稀释成为浆料悬浮液，再在纸浆槽中利用竹帘捞纸后干燥而成纸。手工抄纸周期长、劳动强度大，生产率又低，难以适应现代大规模生产发展的需要。为此，手工纸生产已为机制纸所取代。但是也应该指出，有少数传统手工纸，例如宣纸，属我国特有文化遗产，具有独特的民族风格，是书法、国画不可缺少的原料，它驰名中外，远销东南亚、日本地区，这种纸仍用手工抄纸工艺制成。

在机制纸的抄制中，通常以水作为纸浆的悬浮介质，使纤维充分分散，然后在造纸机网部成形和脱水，再经过压榨和干燥，制成纸张。这种传统方法称为湿法造纸。除湿法造纸外，尚有干法造纸。干法造纸一般是设法使纤维悬浮于空气中，再使其均匀地散落到造纸网上，同时，喷淋粘合剂使纤维相互粘结制成纸张。近年来，在机制纸领域内又出现泡沫成型法，利用空气在纸浆中形成泡沫，以泡沫取代水作为悬浮介质，改进成纸匀度。干法造纸多限于抄制特殊纸种，如过滤阻用纸、电气绝缘纸等。泡沫法成型则问世不久，尚未获得推广。一般印刷用纸多为传统的湿法造纸。

根据所选用的原料制浆制得的产品又大致可分为植物纤维纸、矿物纤维纸、金属纸和合成纸四大类。其中以植物纤维纸产量最大、用途最广。植物纤维纸是以木材、竹子、棉、麻、甘蔗渣、芦苇、稻草、麦草以及其它草类纤维为原料制得的纸张。矿物纤维纸是以矿物纤维制成的纸张，也包括以矿物纤维为主掺用部分植物纤维（主要是木材）抄制的纸张。如云母纸、玻璃纤维纸、硅酸盐纤维纸、石棉纤维纸等。这些产品主要用于电气绝缘、过滤、绝热、防腐、防潮等。金属纸问世于五十年代，或用

金属纤维直接抄制，或掺用树脂、陶土等制得。主要用于制造防震、隔热、高温气体过滤等设施。合成纸有合成薄膜纸（又称塑料纸）和合成纤维纸之分。由合成树脂挤压成薄膜，经纸型化处理，即可制成合成薄膜纸。合成纤维经抄制而得的称为合成纤维纸。合成纤维和合成树脂可以是聚苯乙烯、聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚酰胺等。合成薄膜纸和合成纤维纸的主要特点是：强度高，化学性稳定，耐腐蚀。聚酰胺及聚酯制成的纸张适用于电气绝缘场合。

根据纸张的用途划分种类比较普遍。按用途可分为文化用纸、工农业技术用纸、包装用纸和生活用纸四大类。

印刷用纸属于文化用纸类。严格地讲，一切纸张都可能作为承印物进行印刷。事实上，无论是包装用纸、生活用纸，还是工农业技术用纸和其它文化用纸都有需要印刷的，但是主要供书刊、报纸用的纸张有新闻纸、凸版印刷纸、胶版印刷纸和胶版印刷涂料纸（铜版纸）等。

新闻纸，又称白报纸，是报纸、期刊和质量要求较低书籍的凸版印刷用纸。

凸版印刷纸，是供凸版印刷机印制一般书籍、杂志用纸。我们常见的书籍大部分是用凸版印刷纸印制而成的。

胶版印刷纸，是供胶版印刷画刊、图片、插图等用的印刷纸，如彩色画报、画册、宣传画、彩色商标以及一些高级出版物。

胶版印刷涂料纸，又称铜版纸，是一种胶版印刷涂料原纸经涂布和整饰加工后制成的纸张。用于高级印刷品，如高级书籍中插图、彩色画报、精致的产品样本、年历以及一些高级商标等。

此外随印刷技术的发展，书刊印刷目前逐步以冷排取代热排，发展胶印印书。相应地造纸行业正研制和发展胶印书刊用纸。

第二节 纸的规格

纸张，由于用途不同，其规格要求也不相同。一般印刷用纸制成卷筒纸和平板纸两种类型。纸张尺寸均有一定规定，但也可以根据用户需要，另作特殊安排。

国家标准 GB147—59 对新闻纸、有光纸、印刷纸、书皮纸、打字纸、描图纸、晒图纸的尺寸作出如下规定：

卷筒纸宽度：1575毫米；1092毫米；880毫米；787毫米。

平板纸幅面尺寸：880×1230毫米；880×1092毫米；787×1092毫米；787×960毫米；690×960毫米；850×1168毫米。

对于新闻纸、凸版印刷纸、胶版印刷纸和胶版印刷涂料纸的平板纸尺寸偏差规定不许超过±3毫米，偏斜度不许超过3毫米。

所谓偏斜度是指平板纸长边（或短边）与其相应的矩形长边（或短边）偏差的最大值，其结果以偏差的毫米数表示。测定方法如下。

将平板纸按长边对折（见图1-1），使顶点A与D重合，然后测量BC两点间的距离。

对于卷筒纸宽度尺寸公差亦为±3毫米。国家标准对卷筒纸的长度未作统一规定，但一般产品均有其习惯上的作法，例如，卷筒新闻纸和卷筒印刷纸的长度为6000米。目前各造纸厂采用传统的称量法来间接计量卷筒纸长度，即称得纸卷的重量按下式计算纸张长度：

$$L = \frac{G}{g \cdot b} \times 10^3$$

其中：G 为纸卷重量，以公斤计。

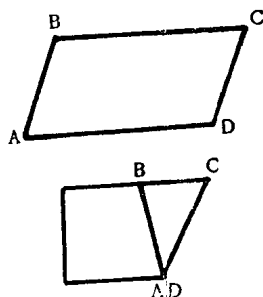


图1-1 纸张的偏斜度

图1-1 纸张的偏斜度

b 为卷筒纸宽度，以毫米计。

g 为纸张定量，即单位面积的纸张重量或称克重，以克/米²计。

L 为卷筒纸纸张长度，以米计。

由上式不难看出，卷筒纸的出厂长度将受到纸张定量波动的影响。而且在造纸过程中，纸张定量受多方面的影响，其波动是不可避免的。例如新闻纸，按国家标准，51克/米²的新闻纸允许克重在 $+2 \sim -3$ 克/米²之间变化。因此出厂的卷筒纸如果定量上偏2克/米²，虽然对定量这一项指标并没有超差，但是按标准定量称重计算长度，则卷筒纸长度将减短数约为4%，即240米左右，直接影响纸张的使用面积。某些造纸厂为了保证卷筒纸的使用长度，不以标准定量来计算纸卷重量，而是在每批纸的复卷过程中，抽检定量，取其平均值来校正纸卷重量，从而保证了卷筒纸的实际长度。

第三节 造纸原料

印刷纸的基本原料是植物纤维。各种植物都是由各种有机物质及部分矿物质所组成，而这些有机物质则是一些细胞的集团。各种细胞都有固态的膜壁，其结构在显微镜下观察如图1-2所示，可分为胞间层（L），初生壁（P），次生壁外层（S₁），次生壁中层（S₂），次生壁内层（S₃）等。

初生壁是一层类似塑料的多孔层薄膜，其厚度为0.1~1.0微米。它的细纤维成网状排列。从结构来看，它是各向同性的，且木质素含量较高，因而只能透水，不能润胀。

次生壁外层是介于初生壁与次生壁中层间的一个过渡层，在物理结构或化学成分上都比较接近初生壁的性质。

次生壁中层是纤维的主要部分，比其它各层厚得多，约为1.0~5.0微米。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的角度。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。次生壁中层的木质素含量较低。

次生壁内层较薄，其木质素含量也较低。

植物细胞壁的主要成分是纤维素与半纤维素，还有部分木质素、果胶、树脂等。

纤维素的纯品是无色、无味、无臭、不溶于水和一般有机溶剂的多糖类碳、氢、氧化合物。干的纤维素含碳44.4%，含氢6.17%，含氧49.13%。最简单的分子式为 $C_6H_{10}O_5$ （葡萄糖根），但实际上纤维的分子是由许多葡萄糖分子聚合而成的高分子物

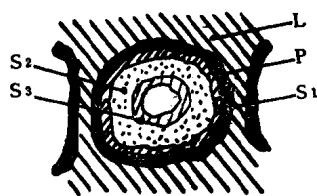


图1-2 植物纤维细胞结构示意图

质，其通式为 $(C_6H_{10}O_5)_n$ ， n 为聚合度。由纯的纤维素构成的木棉纤维素的聚合度为3500~5000，而木材的纤维素聚合度不超过2000，纤维素是长链大分子。用X射线对纤维素进行测定，证实了纤维素的化学结构式如图1-3所示。

半纤维素是类似纤维素的物质，它伴随着纤维素存在于植物细胞壁内，它是多缩戊糖和多缩己糖类物质的统称。其聚合度较小，与纤维素相比不过半数，故而得名。半纤维素亦不溶于水，但易于吸水润胀。

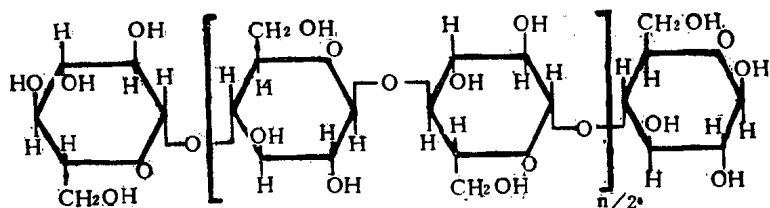


图1-3 纤维素化学结构式

目前我国造纸工业所采用的植物纤维原料一般可分为以下四类。

1. 籽毛纤维类：如棉花、棉短绒、破布等。

2. **茎干纤维类**：如稻草、麦草、蔗渣、龙须草、高粱杆、芦苇、竹材等。

3. **韧皮纤维类**：如亚麻、黄麻、大麻等。

4. **木材纤维类**：又分针叶木材（如云杉、冷杉、红松、落叶松）和阔叶木材（如白杨、桦木、枫木等）。

各类纤维原料所含的纤维素成分各有不同。籽毛类含纤维素最高，纯纤维素的含量可达90%左右。茎干类、木材类含纯纤维素较籽毛类低，其中还有半纤维素、木质素和其它物质。现将几种植物纤维组成成分的近似值列表如下（表1-1）。

植物纤维组成成分

表1-1

纤维种类	纤维素%	半纤维素%	木质素%
稻草	36	47	14
云杉	52.1	10	27
落叶松	54	22	21
亚麻	80	3.6~5.9	2.74
棉花	94	0.5~0.7	—

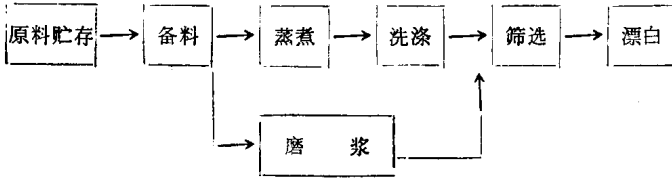
棉纤维不透明，强韧而富有弹力，纤维素含量高，纤维长，确系优良造纸原料，但价格贵。所以要用棉纤维制造高级纸浆时，大多采用纺织碎料、新旧破布、棉绒、线头等。草类是我国造纸的主要原料，占造纸原材料总量的50~60%，其价格便宜，来源丰富，但其纤维具有短而发脆的缺点。我国造纸用木材仅占造纸原材料总量的30%，木材是国外一些国家的主要造纸材料。籽毛类和韧皮类原料在造纸中仅占15~20%。

第四节 造纸工艺简介

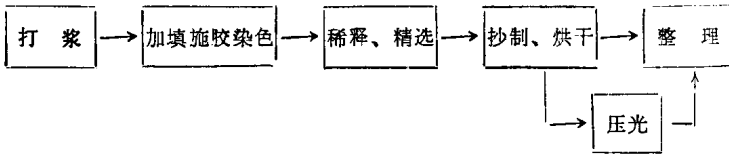
印刷纸的基本原料是植物纤维。它是由细长植物小纤维相互交织起来的纤维薄层所形成的薄膜物质。造纸就是将植物经过加

工处理，并添加有关物质后而抄制成纸的整个过程，这一过程由制浆和造纸两大部分构成。

制浆是指采用机械的方法或化学的方法或机械化学相结合的方法，从植物的细胞壁中，把非纤维除去，即所谓使植物纤维原料离解，变成以纤维为主体的本色纸浆或漂白纸浆的生产过程。其基本流程为：



造纸是指把纸浆进一步加工处理，使它成薄膜状物质的生产过程。其基本流程为：



现将制浆和造纸的几个主要工序分述如下。

一、制 浆

从植物中提取纤维的工作称为制浆，按离解植物纤维原料的方法可分为三种，即机械法、化学法和机械、化学相结合的方法。

利用机械方法磨解纤维原料制成的纸浆称为机械浆。用木材为原料的叫机械木浆或称为磨木浆。以草类为原料的称为机械草浆。

磨木浆系将原木锯成一定长度，置于磨木机内将木材磨碎所得。它在造纸工业中占有重要地位，主要原因是得浆率高，可达90~98%。这种方法不用化学药品，对环境的污染较小，所用设备不复杂，生产过程简单，因而成本低。同时采用磨木浆所造的

纸张组织均匀，不透明度高，弹性好。但是，另一方面，磨木的结果，所得的纸浆纤维短，一般仅有 0.8 厘米左右，非纤维素组成含量高，成纸强度较低，由于木质素含量高，纸容易发黄发脆，不能长久保存，因而主要用于新闻纸，其它如书写纸、凸版纸、卡片纸等，也掺有不同配比的磨木浆或经漂白的磨木浆。

采用化学药剂进行蒸煮的方法来处理植物纤维原料，将原料中的木质素溶出，尽可能地保留纤维素与不同程度的半纤维素，使原料纤维彼此分离制成的纸浆称为化学浆。按原料的不同，也可分为化学木浆和化学草浆。

蒸煮所采用的药剂不同又可分为碱法制浆和亚硫酸盐法制浆。

碱法制浆主要用烧碱 (NaOH) 和硫化钠 (Na_2S) 的混合物对木材蒸煮，进行脱木质素作用。由于在碱回收过程中以廉价的硫化钠作为补充药品，故也称为硫酸盐法。此法应用较广，既适用于处理针叶木，又适于处理阔叶木及草类原料。

用碱法制得的纸浆较用亚硫酸盐法制得的纸浆物理强度高，抗热性好，但颜色较深，不透明性较差，纸浆得浆率低，要制成漂白木浆需要采用技术上较复杂的多段漂白。目前我国国内碱法制浆约占纸浆总产量的 75% 左右。

碱法制的纸浆用途较广。针叶木本色硫酸盐浆常用作纸袋纸、电缆纸、电容器纸、包装纸等。针叶木漂白硫酸盐浆常用于文化用纸，阔叶木与草料硫酸盐浆，也是大多用于文化用纸。

亚硫酸盐法制浆主要采用亚硫酸 (H_2SO_3) 和亚硫酸氢钙 $[\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2]$ 的水溶液和木材共同蒸煮，进行脱木质素作用。亚硫酸盐纸浆具有纤维长、柔软并有良好结合力，以及容易漂白等优点。

未漂白的亚硫酸盐木浆含有一定的木质素等嵌合杂质，呈灰黄色，其纤维较硬而韧，可与机械木浆混合制造新闻纸。从而提高新闻纸的机械强度，也可与其它化学浆搭配制造凸版印刷纸等。

漂白亚硫酸盐木浆，纤维洁白纯净、柔软，是用来制造胶版