

普通高等教育印刷工程类规划教材

本科

印刷材料及适性

向阳 王捷先 齐晓堃 编著



印刷工业出版社

印刷材料及适性

编著者 向 阳 王捷先 齐晓堃
主 审 董明达

江苏工业学院图书馆
藏书章

印刷工业出版社

内 容 提 要

本书分两大部分,全面、系统地介绍了纸张、油墨的性能及应用。第一部分主要包括:纸张的组成及结构、纸张的制造工艺、纸张印刷适性的测量原理及方法;第二部分主要包括:油墨的构造、油墨的组成及性质、油墨印刷适性的测量原理及方法等。

本书是依据全国高等学校印刷工程类教材编审委员会审定的《〈印刷材料及适性〉编写大纲》,为印刷工程类(本科)专业编写的教材,也适合于从事印刷材料研究与实践的科技人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

印刷材料及适性/向阳,王捷先,齐晓堃编著;
北京:印刷工业出版社,2000.5
ISBN 7-80000-350-7

I. 印... II. ①向... ②王... ③齐... III. 印刷材料-印刷适性 IV. TS802

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 03659 号

印刷工业出版社出版发行

北京市西城区车公庄大街 3 号 邮政编码:100044

河北省高碑店市鑫宏源印刷厂印刷

各地新华书店经销

如发现印装质量问题请与我社发行部联系

发行部电话:010—88367163

*

787mm×1092mm 1/16 印张:13.125 字数:336 千字

2000 年 10 月第一版 2005 年 7 月第二次印刷

定价:25.00 元

全国高等学校印刷工程类教材编审委员会

主 任:周兴华

副主任:董明达 谢普南 邹毓俊

委 员:(按姓氏笔划排序)

左立民 冯瑞乾 孙兆喜

刘 真 杨 皋 庞多益

陈振康 黄祖兴 廉 洁

魏瑞玲

顾 问:郑德琛 高永清

前 言

为了贯彻《中国教育改革和发展纲要》有关精神,适应印刷高等教育和科技发展的形势,加强课程和教材建设,努力提高教学质量,根据国家教委高教司下达的高等院校专业规划教材编写任务,国家新闻出版署于一九九二年正式成立了高等学校印刷工程类专业教材编审委员会,负责组织编写出版高等学校印刷工程类专业全套规划教材。

高等学校教材是体现教学内容和教学方法的知识载体,是进行教学的基本工具,也是深化教学改革、提高教学质量的重要保证。因此,搞好印刷专业教材建设,对提高专业教学质量,培养合格专业人才将起到促进作用。

为了编写好专业教材,编著者及编委在编审过程中努力提高教材的思想性、科学性和先进性,抓住课程基本内容,即基本概念、基本原理和基本技能,处理好课程的知识结构和科学体系;既要反映现代科技成就,又要结合我国国情;紧密结合教学改革和课程建设、学科建设的实际,充分反映教学内容改革的新成果;注意教材在教学上的适用性和启发性;在学术上实行不同学派、不同学术观点、不同风格特色的“百家争鸣”的方针,活跃学术气氛,促进科技进步。教材的编写将按照国家教委正式审定的专业设置、培养目标、课程设置及其教学基本要求有计划地进行,力求形成一完整体系。

高等学校印刷工程类专业教材编写尚缺乏经验,各校在使用本教材时,可结合各自实际进行教学,同时恳切希望对教材不足之处提出宝贵的意见和建议,使我们编写出的教材成为具有中国特色的,适应我国社会主义现代化建设和高等印刷教育事业发展的,反映现代印刷科学技术及相关学科先进水平的专业教材。

国家新闻出版署高等学校印刷
工程类教材编审委员会

一九九五年六月二十三日

目 录

第一篇 承印材料

第一章 印刷纸的组成..... (3)

第一节 印刷纸的基本组成——植物纤维..... (3)

一、造纸植物纤维原料的种类..... (3)

二、造纸纤维原料的化学组成及特点..... (4)

三、纤维的结构..... (6)

第二节 辅料..... (7)

一、胶料..... (7)

二、填料..... (12)

三、色料..... (15)

四、其它化学助剂..... (15)

第三节 印刷纸制造概述..... (16)

一、制浆..... (16)

二、漂白..... (17)

三、纸料的制备..... (17)

四、纸页的抄造..... (18)

五、纸页的涂布加工..... (19)

第二章 纸张的结构..... (22)

第一节 概述..... (22)

第二节 纸张的基本结构性质..... (22)

一、纸张的正面和反面..... (22)

二、纸张的纵向和横向..... (23)

三、纸张的匀度..... (24)

第三节 纸张的水平结构及垂直结构..... (25)

一、纸张的水平结构..... (25)

二、纸张的垂直结构..... (26)

第四节 纸张的孔隙结构..... (27)

一、孔隙率..... (28)

二、平均孔半径..... (28)

三、孔径分布..... (29)

第三章 纸和纸板的基本物理性能..... (30)

第一节 概述..... (30)

一、纸张的质量指标..... (30)

二、纸张的印刷性能与纸张的质量..... (30)

三、纸张印刷性能的评价..... (31)

第二节 定量、厚度和紧度..... (32)

一、定量	(32)
二、厚度	(32)
三、紧度和松厚度	(33)
第三节 平滑度与表面可压缩性	(33)
一、表观平滑度与印刷平滑度	(33)
二、表面可压缩性	(34)
三、纸张表观平滑度的测量	(34)
四、纸张印刷平滑度的测量	(36)
五、绝对单位粗糙度与 PPS 粗糙度仪的应用	(38)
六、印刷平滑度对印刷品质量的影响及不同印刷方式对纸张印刷平滑度的要求	(41)
七、纸张生产工艺对平滑度的影响	(42)
第四节 纸张的油墨吸收性能	(42)
一、油墨接受性能与油墨吸收性能	(42)
二、印刷过程中纸张对油墨的吸收及对印刷的影响	(43)
三、压印瞬间油墨吸收性能的测量	(44)
四、毛细管吸收性能的测量	(44)
五、不同印刷方法对纸张油墨吸性能的要求	(48)
第四章 纸和纸板的力学性质	(49)
第一节 概述	(49)
第二节 纸张的流变性质	(49)
一、纸张的粘弹性变形	(49)
二、纸张的蠕变特性	(50)
三、纸张的应力松弛特性	(51)
第三节 纸张的 Z 向压缩变形特性	(51)
一、Z 向压缩变形的整体特性	(51)
二、Z 向压缩变形随时间变化的特性	(53)
三、Z 向变形特性对印刷的影响	(53)
第四节 纸和纸板的机械强度	(54)
一、抗张强度与伸长率	(54)
二、耐折度	(55)
三、耐破度	(56)
四、撕裂度	(56)
五、挺度	(56)
第五节 纸张的表面强度	(57)
一、纸张的表面强度与拉毛	(57)
二、拉毛对印刷的影响	(57)
三、纸张的干拉毛与湿拉毛	(58)
四、掉粉掉毛	(58)
五、纸张表面强度的测量	(58)

六、纸张表面强度的表示方法——VVP 值	(59)
七、纸张表面强度分布对拉毛试验的影响	(59)
第五章 纸张的光学性质	(61)
第一节 概述	(61)
第二节 纸和纸板的表面光泽度	(61)
一、光泽度的表示方法	(61)
二、光泽度的测量	(62)
三、光泽度与表观平滑度的关系	(63)
四、纸张表面光泽度对印刷品质量的影响	(64)
第三节 纸和纸板的白度与颜色	(65)
一、白度	(65)
二、白度的测量	(65)
三、视觉白度	(65)
四、印刷纸白度的重要性	(66)
五、影响纸张白度的因素	(66)
第四节 纸和纸板的透明度与不透明度	(67)
一、纸张的透明度	(67)
二、纸张的不透明度	(67)
三、透印	(68)
四、影响纸张不透明度的因素	(69)
第五节 纸张的光散射对网目调印刷品质量的影响	(70)
一、对印刷密度的影响	(70)
二、对图像反差的影响	(71)
三、对图像清晰度的影响	(71)
第六节 纸张的表面效率	(71)
一、定义	(71)
二、纸张表面效率的确定	(72)
三、纸张表面效率对油墨呈色效果的影响	(72)
第六章 纸张的吸湿性与酸碱性	(74)
第一节 概述	(74)
第二节 纸张的吸湿性	(74)
一、纤维与纸张的水分	(74)
二、水分的平衡	(74)
三、纸张的吸湿、脱湿与滞后现象	(75)
四、纸张吸湿性对纸张强度的影响	(76)
五、纸张的吸湿性与纸张的形稳性	(76)
六、纸张的吸湿性与静电	(77)
七、纸张的调湿处理	(77)
八、纸张湿含量的测定	(78)
第三节 纸张的酸碱性	(79)

一、纸张酸碱性对印刷的影响·····	(79)
二、纸张酸碱性对纸张耐久性的影响·····	(80)
三、纸张酸碱性的测量·····	(80)
第七章 其它承印材料·····	(81)
第一节 合成纸·····	(81)
一、合成纸应具备的特性·····	(81)
二、合成纸的发展方向·····	(83)
第二节 塑料类承印材料·····	(83)
一、玻璃纸·····	(83)
二、聚乙烯薄膜 (PE) ·····	(84)
三、聚丙烯薄膜 (PP) ·····	(84)
四、聚氯乙烯薄膜 (PVC) ·····	(84)
五、聚酯薄膜·····	(85)
第三节 承印材料的印前表面处理·····	(85)
一、电晕放电处理原理·····	(85)
二、电晕放电处理的应用·····	(87)
第二篇 油墨	
第八章 绪论·····	(91)
一、印刷发展简史及现状·····	(91)
二、油墨组成与分类·····	(91)
第九章 颜料·····	(93)
第一节 概述·····	(93)
一、颜料的分类·····	(93)
二、颜料的理化性能·····	(93)
第二节 无机颜料·····	(95)
一、白色颜料·····	(95)
二、黑色颜料·····	(95)
三、彩色颜料·····	(96)
第三节 有机颜料·····	(97)
一、结构特点及分类·····	(97)
二、有机颜料的应用·····	(97)
第四节 特殊颜料·····	(100)
一、金属颜料·····	(100)
二、发光颜料·····	(100)
第五节 填充料·····	(101)
一、填充料的作用与用途·····	(101)
二、填充料的种类及品种·····	(101)
第十章 连结料与助剂·····	(103)
第一节 概述·····	(103)
一、连结料的用途和类型·····	(103)

二、连结料组分的理化指标·····	(104)
第二节 连结料组分的性能与结构·····	(104)
一、植物油·····	(104)
二、矿物油·····	(106)
三、有机溶剂·····	(106)
四、蜡·····	(108)
五、树脂·····	(109)
第三节 常用连结料·····	(114)
一、干性油型连结料·····	(114)
二、松香油和沥青油·····	(115)
三、树脂型连结料·····	(116)
四、溶剂型连结料·····	(118)
五、反应型连结料·····	(119)
第四节 辅助剂·····	(120)
一、干燥性调整剂·····	(120)
二、流动性调整剂·····	(121)
三、色调调整剂·····	(122)
四、其它辅助剂·····	(123)
第十一章 油墨的结构及油墨制造·····	(124)
第一节 概述·····	(124)
一、决定油墨品质的因素·····	(124)
二、油墨的结构·····	(124)
第二节 油墨的固-液结构及稳定性·····	(124)
一、颜料颗粒的表面特性·····	(124)
二、颜料与连结料的结合·····	(125)
三、分散体系的稳定性·····	(126)
四、表面活性剂的润湿作用·····	(126)
第三节 油墨的制造工艺·····	(128)
一、浆状油墨的制备·····	(128)
二、液状油墨的制备·····	(130)
第十二章 油墨的干燥性质·····	(132)
第一节 概述·····	(132)
第二节 油墨的附着·····	(132)
第三节 油墨的渗透干燥·····	(134)
一、渗透干燥型油墨的干燥过程和机理·····	(134)
二、影响油墨渗透干燥的因素·····	(135)
第四节 油墨的挥发干燥·····	(136)
一、挥发干燥型油墨的干燥过程和机理·····	(137)
二、影响油墨挥发干燥的因素·····	(137)
第五节 油墨的氧化结膜干燥·····	(139)

一、氧化结膜干燥的过程及机理·····	(139)
二、影响氧化结膜干燥的因素·····	(141)
第六节 紫外线干燥·····	(143)
第七节 油墨干燥的测定·····	(144)
第十三章 油墨的光学性质、耐抗性及细度·····	(146)
第一节 概述·····	(146)
第二节 膜层的光泽·····	(146)
第三节 膜层的透明度(遮盖力)·····	(147)
一、透明度(遮盖力)·····	(147)
二、检验方法·····	(147)
第四节 膜层的颜色·····	(148)
一、油墨颜色的评价指标·····	(148)
二、色轮图·····	(149)
第五节 油墨的细度及测定·····	(151)
第六节 油墨膜层的耐抗性·····	(151)
一、耐光性·····	(152)
二、耐热性·····	(152)
三、耐酸、碱、水和溶剂性能·····	(152)
第十四章 油墨的流变特性与印刷适性·····	(154)
第一节 概述·····	(154)
第二节 油墨的粘滞变形·····	(154)
一、油墨的粘度与粘滞流动·····	(154)
二、粘度和屈服值的测定·····	(158)
三、应力作用时间与粘滞流动——触变性·····	(163)
四、温度与油墨的粘滞变形——粘温曲线·····	(167)
第三节 油墨的粘弹特性·····	(169)
一、油墨的粘弹性模型·····	(169)
二、油墨的粘着性和拉丝性·····	(170)
三、油墨粘着性和拉丝性的测定·····	(171)
四、油墨的流动性·····	(175)
第十五章 各类油墨及应用·····	(177)
第一节 概述·····	(177)
第二节 凸版印刷油墨·····	(177)
一、单张纸书刊油墨·····	(177)
二、新闻油墨和卷筒纸书刊油墨·····	(178)
三、柔性版油墨·····	(178)
第三节 平版印刷油墨·····	(180)
一、单张纸胶印油墨·····	(181)
二、卷筒纸胶印油墨·····	(181)
三、印铁油墨·····	(183)

四、其它平版印刷油墨.....	(183)
第四节 凹版印刷油墨.....	(184)
一、雕刻凹版油墨.....	(184)
二、照相凹版油墨.....	(185)
第五节 孔版印刷油墨.....	(187)
一、誊写油墨.....	(187)
二、丝网印刷油墨.....	(188)
第六节 特种油墨.....	(189)
一、紫外线和电子束固化油墨.....	(189)
二、其它特种油墨.....	(191)
参考文献.....	(195)

第 一 篇

承 印 材 料

第一章 印刷纸的组成

纸是纸张和纸板的统称，有时也是纸张的简称。传统观念认为纸是以植物纤维为主要原料制成的薄片物质，但随着科学技术的发展，现代纸的含义已经扩展到更大的范围。就原料而言，有植物纤维，如木材、草类；矿物纤维，如石棉、玻璃丝；其它纤维，如尼龙、金属丝等。此外，还有用石油裂解而得到高分子单体来制成的合成纸。尽管如此，目前用于书写、印刷、包装的纸仍主要是以植物纤维为主要原料制成的，弄清楚这类纸的组成及其作用对于认识其性能及印刷适性是十分必要的。

第一节 印刷纸的基本组成——植物纤维

从结构上看，纸张是纤维间通过氢键相互粘结起来的随机取向的层次网络。据此，构成网络的纤维必须满足下面两个条件：第一是纤维间能相互粘结；第二是纤维能形成随机取向的层次结构。

由此可见，造纸纤维的首要条件是在不加任何连结料的条件下纤维之间自身就能相互粘结。在自然界中，能满足这一条件的纤维只有纤维素纤维（cellulose fiber）。这种纤维能通过氢键形成随机取向的层次结构，它能分散在水中，以水为载体，形成随机取向的层次结构，这是成纸层次网络的基础。所以，纤维素纤维是最基本的造纸原料，也是纸张最基本的组成。

一、造纸植物纤维原料的种类

自然界中大多数有生命的植物里所含纤维都可用于造纸。分离这些纤维，并把它们分散在水中，通过脱水成型、干燥后即可制成随机取向的纤维网络。水的极性和纤维表面羟基的存在是形成分散液和成纸网络中纤维之间通过氢键粘结所必须的。通过选择合适的纤维素纤维原料，可得到不同用途纸张所需的强度、平滑度等性质。目前造纸工业用植物纤维原料主要可分为如下几类：

1. 木材纤维原料。这是直接从树木中获得的植物纤维。用于造纸的木材纤维原料可分为针叶木（needle-bearing trees）和阔叶木（broad-leaved trees）两类。针叶木又称之为软木（soft wood），质地松软，如云杉、冷杉、落叶松、柏树等属于针叶木。阔叶木质地较硬，故又称之为硬木（hard wood），如杨木、桦木、枫木等都属于阔叶木。

2. 非木材纤维原料。这类原料又可分为：

- （1）草类纤维原料。如稻草、麦草、芦苇、玉米秆等。
- （2）韧皮纤维材料。各种麻类及某些树种的树皮，如亚麻、黄麻、大麻、檀皮等。
- （3）籽毛纤维材料：如棉纤维。

除上述天然植物纤维原料外，废纸作为造纸原料的用量在逐年增长。从废纸中获得的纤

维称之为再生纤维 (secondray fiber)。再生纤维的利用可以节省天然植物纤维原料并减少造纸工业的能源消耗。

二、造纸纤维原料的化学组成及特点

造纸植物纤维原料的化学组分一般分为如下几类：

第一类是碳水化合物，主要是多糖，约占原料一半以上，它们包括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，称之为主要组分的是纤维素和半纤维素。

第二类为苯酚类物质，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，它也被称之为主要组分。

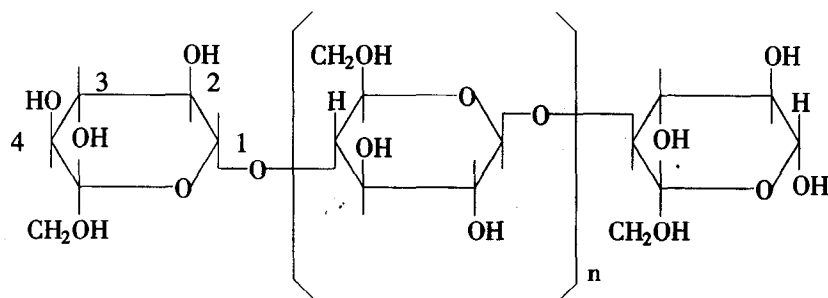
第三类为萜烯类，主要指挥发性物质（如松节油）和松香酸。这类物质在针叶木中约占 5%，而在草类及阔叶木中含量较少。

第四类为其它少量组分，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。19 世纪 30 年代，法国农业学家 Payen 第一次从植物中分离出纤维素 (cellulose)，并把它看成一种独立的化学物质。他首先指出，纤维素和淀粉为同分异构物质，因为两者含有相同的碳和氢，并且水解后都得到 D-葡萄糖。约 75 年后才得出了纤维素准确的实验式为 $(C_6H_{10}O_5)_n$ ，并通过乙酰化和硝化反应确定了纤维素在每一个 $C_6H_{10}O_5$ 单元上含有 3 个自由的羟基。

后来，通过对纤维素进行酸性水解和甲基化反应及一系列研究确定纤维素是一个由脱水 D-葡萄糖单元通过 β -1, 4 甙键连接而成的线形高分子化合物。其结构式为：



上面结构式中 n 为葡萄糖基的数目，称之为聚合度。 n 的数值为几百至几千甚至一万以上。随纤维的来源、制备方法和测定方法而异，用粘度法测得针叶木和阔叶木所提取的纤维素的平均聚合度约为 4000 ~ 5000。

从上面的分析，可得到纤维素在化学结构上有如下特点：

(1) 脱水 D-葡萄糖是纤维素的结构单元，D-吡喃式葡萄糖基是相互以 β 1, 4- 甙键联接而成的多糖。

(2) 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

等，都与纤维素分子中存在的大量羟基有关。

(3) 纤维素分子的两个末端基性质是不同的，在一端的葡萄糖基中，第四个碳原子上多一个仲醇羟基，在另一端的葡萄糖基中，则在第一个碳原子上多一个醛基，此羟基上的氢原子易移位与氧环的氧结合，使环式结构变为开链式结构，因此第一碳原子便变成醛基，显还原性，故醛基具有潜在的还原性。由于纤维素的每一分子链只有一端具有还原性醛基，故整个大分子具有极性和方向性，并且可用斐林试剂或碘液将其氧化。

(4) 纤维素大分子的葡萄糖基间的联接都是 β -甙键联接。由于甙键的存在，使纤维素大分子对水解作用的稳定性降低，在酸或高温下与水作用，可使甙键断裂，使纤维素大分子降解。

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。近代先进技术的应用和聚糖分离方法的新发展，对半纤维素有了清楚的认识。比较确切地说，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-阿拉伯糖和4-O-甲基-D葡萄糖醛酸。

半纤维素是多种复合聚糖的总称。不同种类原料的半纤维素，它们的复合聚糖各不相同，就是同一种原料，产地不同，部位不同，它们的复合聚糖的组成也是不相同的，因此，半纤维素中各种聚糖的化学结构是不固定的。但对于某一种原料来说仍然是相近的，其结构往往大同小异，根据已知的情况，这些聚糖可分为两大类。一类是以戊糖为主的复合聚糖，简称聚戊糖；另一类为以己糖为主的复合聚糖，简称聚己糖。针叶木半纤维素中的聚糖以聚戊糖为主。

用渗透压法测得半纤维素的聚合度一般都在200左右。从构成多聚糖的各种单糖基可看出，半纤维素含有大量羟基，因而吸水、润胀能力较纤维素大，纤维吸水润胀的难易在很大程度上取决于所含半纤维素的多少。纸浆中保留一定量的半纤维素，对于打浆及纸张性质都有好处，它能提供更多的极性基团，在打浆过程中增加纤维的润胀、水化和细纤维化，提高纤维的柔软性，因而能提高纸张的强度。但半纤维素含量高的纸张，形稳性差。

3. 木素。木素存在于木化植物之中，是一种具有空间结构的天然高分子化合物，约占植物纤维原料的20%~30%。针叶木、阔叶木和草类原料木素的化学结构各不相同，因此，木素也不是一种单一物质，而是具有共同性质的一群物质。一般认为，木素是由苯丙烷结构单元构成的，在苯基上可以连有一个甲氧基（如针叶木木素）；也可以连有两个甲氧基；还可以连有羟基。这样构成木素分子有三种基本的结构单元，它们是愈疮木基、紫丁香基和对羟基基，见图1-1所示。

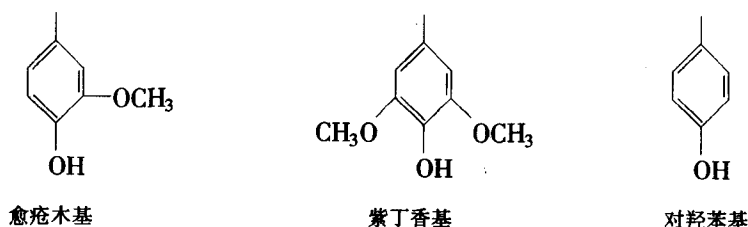


图 1-1 木素的基本结构单元

木素分子就是由这三种基本结构单元通过 C—O 键、C—C 键联接起来的立体网状分子。