



GAODENG ZHIYE JIAOYU JIAOCAI

· 高等职业教育教材 ·

包装印刷材料

BAOZHUANG YINSHUA CAILIAO

武军 主编

武军 阎素斋 李秉军 编著



中国轻工业出版社

ZHONGGUO QINGGONGYE CHUBANSHE

高等职业教育教材

包装印刷材料

武 军 主编

武 军 阎素斋 李秉军 编著

 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

包装印刷材料/武军主编;武军,阎素斋,李秉军编著.
北京:中国轻工业出版社,2001.8

高等职业教育教材

ISBN 7-5019-3260-3

I. 包… II. ①武…②武…③阎…④李… III. 装潢包装印刷-印刷材料-高等学校:技术学校-教材
IV. TS851

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 038684 号

责任编辑:林 媛

策划编辑:林 媛 责任终审:滕炎福 封面设计:赵小云

版式设计:赵益东 责任校对:李 靖 责任监印:胡 兵

*

出版发行:中国轻工业出版社(北京东长安街 6 号,邮编:100740)

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

联系电话:010-65241695

印 刷:三河市艺苑印刷厂

经 销:各地新华书店

版 次:2001 年 8 月第 1 版 2001 年 8 月第 1 次印刷

开 本:787×1092 1/16 印张:12.75

字 数:295 千字 印数:1—4000

书 号:ISBN 7-5019-3260-3/TS·1970

定 价:24.00 元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

前 言

为了满足印刷行业高等职业教育的需要,加强职业教育的课程建设和教材建设,中国轻工业出版社于2000年4月在北京召开了印刷行业高等职业教育教材编写会议,会上策划了一套包装印刷专业高职教材,《包装印刷材料》是其中的一本。

《包装印刷材料》是以化学、物理学、材料学等学科的基本原理为基础,在此基础上,密切结合现阶段出版印刷行业技术中遇到的材料选择与开发,环境污染与保护,信息利用与传递等与包装印刷材料相关的现状及发展的趋势,全面系统地介绍既有现实应用的市场,又有潜在开发价值的印刷材料。

根据高等职业教育的特点及教材编写的基本原则,我们力求注意以下几点:首先,深浅适当,理论够用。针对高等职业技术学院学生的特点,在理论阐述上力求起点适当,以够用为准则。其次,理论简明,注重实例。即以第一线实际操作技术人员为主,尽量多选与印刷材料相关的生产实例。最后,容易理解,适于自学。各章节编写在理论上采用大集中、小分散的方法,分散了理论难点,在内容全面且精的基础上,把握深度,增加广度,便于学生阅读并去查找相关资料。

本书编写具体分工为:第一篇由李秉军副教授编写;第二篇由武军副教授编写;第三篇由闫素斋教授编写。

由于编者水平有限,书中难免出现疏漏和谬误,恳请广大读者指正。

编 者

2001.5

目 录

第一篇 承 印 材 料

第一章 印刷纸的组成及造纸	1
第一节 印刷纸的基本组成——植物纤维	1
一、造纸的几个阶段	1
二、纤维素	2
第二节 造纸纤维原料的化学组成及特点	3
一、植物纤维原料的化学组分	3
二、纤维的结构	6
第三节 辅料	7
一、胶料	7
二、填料	12
三、色料	15
四、其他化学助剂	15
第四节 制浆、打浆	16
一、制浆	16
二、纸浆的漂白	18
三、打浆	20
第五节 纸张的 Z 向压缩变形特性	22
一、Z 向压缩变形的整体特性	23
二、Z 向压缩变形随时间变化的特性	24
三、Z 向变形特性对印刷的影响	24
第二章 印刷纸的主要品种及其基本特性	26
第一节 常见的印刷纸	26
一、新闻纸	26
二、凸版印刷纸	27
三、胶版印刷纸	30
四、铜版印刷纸	32
五、凹版印刷纸	34
六、字典纸和薄凸版纸	35
第二节 其他印刷用纸	37
一、招贴纸	37
二、盲文印刷纸	37

三、白卡纸和米卡纸	38
四、周报纸	39
五、证券纸和邮票纸	40
六、地图纸	40
七、政文纸和书皮纸	41
八、书写用纸	42
九、纸板	43
第三章 印刷纸的物理与化学性能	46
第一节 纸的结构	46
一、非涂布印刷纸的结构特点	46
二、纸的纵向与横向	47
三、纸的正面和反面	48
四、纸的匀度	49
五、涂布印刷纸的结构特点	50
第二节 纸的物理性能	50
一、定量	50
二、厚度与紧度	51
三、平滑度	52
四、硬度、柔软性和可压缩性	53
五、含水量、伸缩率与尺寸稳定性	54
第三节 纸的力学性能	54
一、抗张强度	54
二、应力、应变与纸的韧性和脆性	55
三、撕裂度	57
四、耐折度	57
五、挺度	58
六、纸张的流变性质	59
第四节 纸的光学性能	61
一、光和色	61
二、纸的白度	62
三、不透明度	62
四、光泽度	64
第五节 纸的化学性质	65
一、纸的水分	65
二、纸的灰分含量	67
三、纸的施胶度和对液体的抵抗性	68
四、纸的酸碱性及 pH 值	68
五、纸的耐久性	69
第六节 常见纸病及处理	70

一、纸张定量的波动与纸幅定量不均	70
二、匀度不良	71
三、纸张含水量的变化	72
四、平衡吸水与脱湿	72
第七节 纸张的吸湿变形	74
第四章 其他承印材料	78
第一节 合成纸与玻璃纸	78
一、合成纸应具备的特性	78
二、合成纸的发展方向	80
三、玻璃纸	80
第二节 塑料合成类承印材料	80
一、聚乙烯薄膜(PE)	81
二、聚丙烯薄膜(PP)	81
三、聚氯乙烯薄膜(PVC)	81
四、聚酯薄膜	82

第二篇 油 墨

第五章 油墨的组成与分类	84
第一节 色料	85
一、颜料的理化指标与要求	86
二、颜料的化学性质及物理性质	88
三、无机颜料	88
四、有机颜料	90
五、特殊颜料	94
六、填料	94
第二节 连结料	95
一、连结料的性质与要求	96
二、连结料的主要原材料及性质	97
三、常用连结料的种类	104
第六章 油墨的制造与油墨的体系状态及稳定性	109
第一节 高粘度浆状印刷油墨的制造工艺	109
一、配料	109
二、混合	110
三、研磨	110
四、调整	111
五、检验与分装	111
第二节 低粘度液状印刷油墨的制造工艺	111
一、配料	112
二、混合	112

三、研磨	112
四、调整	113
五、检验与分装	113
第三节 油墨的体系状态及稳定性	113
一、固液状态对油墨稳定性的影响	114
二、表面活性剂的助稳定作用	114
第七章 油墨应用中的理化性能	118
第一节 油墨的粘附性	118
第二节 油墨的干燥性	119
一、挥发干燥型	119
二、渗透干燥型	121
三、氧化结膜型	122
四、紫外固化型	124
五、加热硬化型	125
六、二液反应型	125
第三节 油墨的流变性能	125
一、粘度的概念	125
二、液体的流动性性质与流动曲线	126
三、油墨的粘度与屈服值	127
四、油墨的触变性	128
第四节 油墨的光学性能	129
一、光学性能的主要指标	129
二、影响因素	130
第五节 油墨的耐抗性	131
一、耐热性	131
二、耐光性	131
三、耐水及耐溶剂性	131
第六节 油墨的细度	132
第七节 油墨的粘弹性	132
一、油墨的粘弹性模型	132
二、油墨的拉丝性与粘着性	133
第八章 油墨与配套印刷方式的关系及油墨配方	135
第一节 平版印刷油墨	135
一、单张纸胶印油墨	135
二、卷筒纸胶印油墨	136
三、热固型卷筒纸胶印品红油墨	136
四、印铁油墨	136
五、软管印刷油墨	137
六、无水胶印油墨	137

第二节 凸版印刷油墨	138
一、新闻油墨与卷筒纸书刊油墨	138
二、卷筒纸书刊印刷油墨	138
三、柔性版油墨	138
四、水型柔性版油墨	138
第三节 凹版印刷油墨	139
一、雕刻凹版油墨	139
二、照相凹版油墨	140
第四节 丝网印刷油墨	141
一、玻璃用网印油墨	141
二、陶瓷贴花纸用网印油墨	141
三、纺织品印刷用网印油墨	142
四、特种油墨	142
五、导电油墨	143
六、纳米材料油墨	143
第九章 印刷油墨的检验方法	145
一、油墨的颜色	145
二、油墨的着色力	145
三、油墨的细度	145
四、油墨的流动度	146
五、油墨的干性	147
六、油墨的粘性	149
七、油墨的粘度	150
八、油墨的光泽	150
九、油墨的耐酸、耐碱、耐水及耐溶剂性	151
十、油墨的耐光和耐热性	152
十一、油墨飞墨检验	152

第三篇 版 材

第十章 平、凸、凹、网版的结构及制版工艺	153
第一节 平版	153
一、平印版材的分类	153
二、胶印用 PS 版	158
第二节 凸版	162
一、凸印版材的分类	163
二、橡胶柔性凸版	164
三、感光树脂柔性凸版	164
四、计算机直接制柔版	167
第三节 凹版	170

一、雕刻凹版	170
二、照相凹版	170
第四节 网版	173
一、丝网	173
二、网版感光胶	177
三、网框和绷网	178
四、丝网制版工艺	179
第十一章 数字彩色打样及计算机直接制版	184
第一节 数字彩色打样系统	184
一、数字彩色打样系统	184
二、国外数字彩色打样技术	186
三、国内数字彩色制版打样系统——数字喷墨系统	188
第二节 计算机直接制版(CTP)技术	190
一、国内外 CTP 技术概述	190
二、热敏 CTP、紫激光 CTP 和 CTcP 技术	191
参考文献	194

第一篇 承印材料

第一章 印刷纸的组成及造纸

纸张是传承文化与科学技术的重要工具之一。自公元 105 年东汉蔡伦发明造纸术以来,推动了整个社会的发展与进步。中国的宣纸在世界上有“纸寿千年”的美誉。因此,有必要了解纸张的组成及造纸。

第一节 印刷纸的基本组成——植物纤维

一、造纸的几个阶段

(1) 制浆阶段:造纸原料的选择及初步处理阶段。包括破碎、蒸解、洗涤、筛选和漂白等工序。

(2) 供造纸机用的纸浆的准备阶段:包括对纤维的进一步机械处理。在此过程中,纤维经过打浆和精选,以使生产的纸张达到预定的性能指标。处理过的纤维与辅料混合,形成稀释的悬浮液,为抄造纸张做了准备。

(3) 抄纸阶段:纸浆在造纸机上经脱水成形、压榨和烘干等工序形成纸。

(4) 纸张完成的加工整理阶段:它包括压光、涂布、复卷、裁切和成令等几项工序。

在实际生产过程中,每个阶段的生产条件均根据生产不同特性的纸张而异,但打浆和精选为关键阶段。

图1-1所示制浆造纸的主要生产流程(因造纸的设备不断更新,故此章中不介绍机

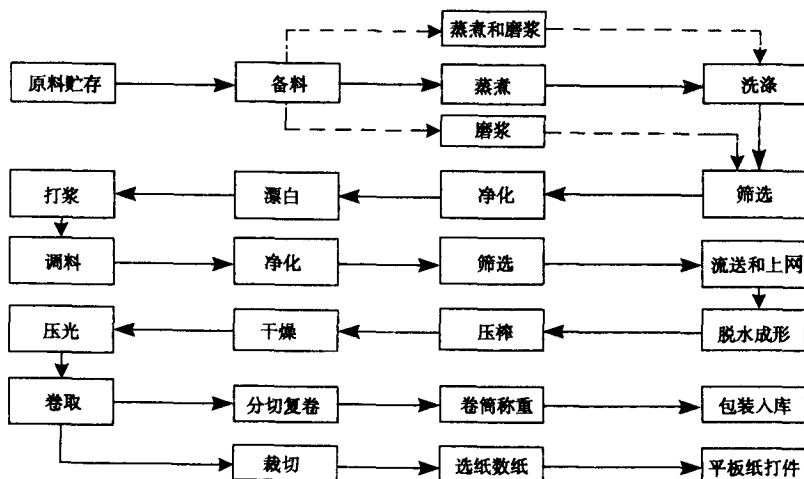


图 1-1 制浆造纸的主要生产过程

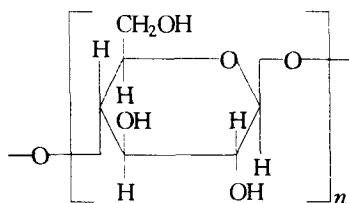
械设备,只讨论几个关键流程的原理)。

二、纤 维 素

纸张的主要成分是纤维素。构成植物的最基本的材料又是纤维素,草的叶片,树的叶、干,棉花,亚麻等植物中均含纤维素。

纤维素是碳水化合物类的多糖聚合物,是由大量 β -葡萄糖基单元连结而成的高分子。

β -葡萄糖基单元:



纤维素的分子式 $(C_6H_{10}O_5)_n$, n 为聚合度。不同植物中纤维素不同,即 n 的大小不同。棉花中 n 约为 $5 \times 10^3 \sim 1 \times 10^4$ 左右;木材中 n 约为 $2 \times 10^3 \sim 2.5 \times 10^3$;芦苇中 1×10^3 左右;稻麦草中 n 较小,约为 $6 \times 10^2 \sim 1 \times 10^3$ 之间。

根据纤维素的分子组成,其化学性质为:

纤维素长分子链中有许多羟基($-OH$),这些羟基在水分子诱导作用下能在纤维素分子之间形成许多氢键,并使纤维与纤维间通过氢键连接起来;酸和碱均能使纤维素的分子链断裂,聚合度降低(也称酸碱溶液对纤维素的降解);纤维素与氧可发生缓慢的氧化反应,变为易碎的氧化纤维素;受光作用发生光氧化,生成氧化纤维素等等。纤维素不溶于水,密度约为 $1.55g/cm^3$ (其他性质在以后的章节中将进一步讨论)。

比较重要的一些造纸纤维有棉花纤维、亚麻纤维、大麻和黄麻纤维、茎秆类纤维、木材类纤维等。

1. 棉花纤维

棉花纤维是天然纤维中最纯的一种。棉花主要用于纺织行业,有不能用于纺线的短纤维,俗称“飞花”可用来造纸。纺织行业的废料收集起来是造纸所用的上好浆料。

棉花纤维是扁平扭曲的管状物,平均长度约 $10 \sim 50mm$,宽 $0.025mm$,假如在打浆过程中纤维的长度不被破坏,那么棉花可造成强度很高的经久耐用的纸。这类纸张多用来印刷有价证券以适应流通的需要,或用作法律文件用纸、图画纸和一些高级纸张。

2. 亚麻纤维

亚麻纤维在亚麻类植物秆部表皮下的一圈韧皮部组织内。这些韧皮纤维只占植物重量的 5% ,和棉花一样,亚麻的主要用途还是在纺织业,用来造纸的只是废弃的短纤维和废亚麻布头。

亚麻纤维与棉花纤维大小相差不多。韧皮部纤维一个重要特点是在打压下容易沿着纤维长度的方向相互分离。这种沿纤维方向的剥离称为原纤维形成作用,正是这种打压下的原纤维形成作用,造纸打浆中又可形成网,使成纸强度高,所以也可制作有价证券、航空邮件纸等。只是亚麻纸浆高昂的成本价格限制了用途和大量生产。

3. 大麻和黄麻纤维

这是国外造纸业常用的另外两种韧皮纤维(大麻主要产于印度,前苏联和美国)。大麻纤

维的大小和性能与亚麻相似,也用于生产与亚麻成纸类似的纸张。黄麻原产印度,纤维长度比大麻、亚麻要短得多。但它和其他韧皮部纤维一样具有原纤维形成作用,所以常用来生产薄而且强度大的纸张。另外,将黄麻纤维加到草类纤维中可以大大提高草类纤维纸的强度。

4. 茎秆类纤维

稻草和麦秸纤维属于这一类纤维,在木材或其他长纤维原料短缺情况下,稻草和麦秸也可以用作造纸原料。从稻草和麦秸中提取纤维的方法比较完善。稻草纤维的形状是两端尖口的短管子。它的尺寸和阔叶材纤维尺寸差不多,为保持纤维的长度,稻草纸浆操作时必须特别小心。稻草纸浆造出的纸表面致密、坚固,但抗撕裂强度较低,不透明性差,其抗张强度较好,并有特别“哗哗”的纸声。一般稻草纸浆与木浆混合使用,生产较薄较硬的书写纸、支票、证券用纸。

其他茎秆类纤维也可用于造纸,包括竹子、甘蔗榨完糖后的甘蔗渣等,在我国还大量采用芦苇造纸。

5. 木材类纤维

造纸用纤维材料最多的是各种木材。木材有阔叶材木材、针叶材木材。纤维在加工过程中均能局部形成原纤维作用,但其长度不能与亚麻、棉花纤维相提并论。虽然其纤维长度短于棉花纤维,但在造纸工艺中可通过机械、化学方法加强。

松木与云杉的纤维类似,长3~4mm,纤维壁很薄。

用于造纸的阔叶材有白杨、桦木、栗木和山毛榉。它们的纤维比云杉要短,在1~1.5mm之间。也可用做生产柔软、致密的纸张。

第二节 造纸纤维原料的化学组成及特点

一、植物纤维原料的化学组分

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。

第二类为苯丙烷结构单元构成的物质,这类物质约占原料的15%~35%。包含于该系统的大部分苯丙烷结构的物质为木素,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。

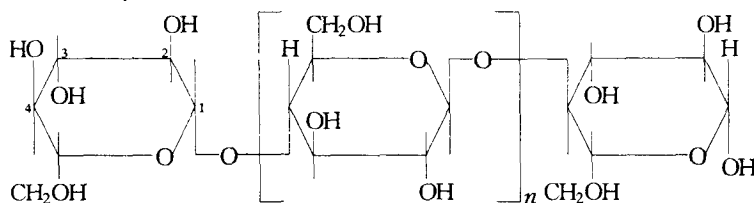
在纤维原料的化学组分中,纤维素、半纤维素和木素为主要组分,也是成品纸纤维的主要成分,它们的性质对纸张的性质有很大的影响,因此,有必要了解这三种主要组分的结构和一般性质。

1. 纤维素

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 $\beta-1,4$ 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 $\beta-1,4$ 甙键连结而成的多糖。

(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苷羟基,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,故苷羟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甙羟基,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连结都是 β -苷键连结。由于苷键的存在,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,可使苷键断裂,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、紫丁香基和对羟苯基,见图 1-2 所示。

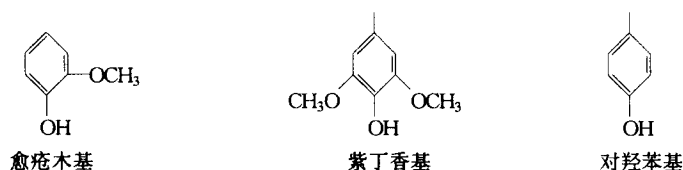


图 1-2 木素的基本结构单元

木素分子就是由这三种基本结构单元通过 C—O 键、C—C 键连结起来的立体网状分子。不同原料木素大分子中三种基本结构单元在数量上差别很大,这是草类木素与木材木素本质上的主要区别之一。

木素的结构与纤维素、半纤维素的结构不同,它是非线型高分子。木素存在于植物中,起到粘结纤维,增强植物组织强度的作用,在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,都会引起化学变化,即使在较温和的条件下也会引起木素结构的改变。

第一,木素是具有一定塑性的不定形物质,不溶于水,在常温下不易溶于稀碱、稀酸。高温下,一定浓度的酸或碱能和木素发生化学反应,使网状主体结构的不溶性木素的大分子降解为易溶性的小分子并溶于蒸煮液中,使纤维细胞分离开来且变得比较疏松柔软。

第二,木素能被氧化剂氧化。造纸中的漂白过程,就是利用漂白剂的氧化作用破坏残留在纸浆中的木素大分子,使之变成易溶性的小分子,把纸浆中的纤维进一步提纯,以便造出的纸张白度高,质量好。

在除木素的同时,也会使纤维素和半纤维素受到不同程度的损伤,关键是控制好除木素的过程中各种反应条件。

由于木素是疏水物质,不易吸水润胀。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,所以制浆过程中要一定程度的除去木素。此外,木素保留在成纸中,受光照日晒时产生发色基团使纸张变黄,这便是新闻纸耐久性差的主要原因。

4. 其他少量成分

造纸原料中的次要化学物质有果胶质、矿物质和各种抽提物等。果胶质是聚半乳糖尾酸中一部分羧基被甲基酯化,一部分被中和成盐的高分子化合物。果胶质在木材及草类中含量很少,一般不超过 1%,在韧皮原料和嫩枝材中含量较多,在 5% 以上。植物中天然果胶质不溶于水,在水中或稀酸中加热时,则易于溶解。果胶质主要存在于胞间层,也少量存在于

细胞壁中与木素一同起粘结作用。

抽提物分为冷水抽提物、热水抽提物、有机溶剂抽提物和稀碱液抽提物,是指把造纸原料分别放入上述液体中抽提出的物质,其中包括果糖、单宁、淀粉、脂肪、树脂、蜡类等,这些抽提物并不完全是细胞壁的组成部分,有的是细胞腔内的成分或植物生长功能结构如树脂道中的成分。这些成分品种复杂多样,含量极少,不详加分析。

矿物质是指造纸原料燃烧后残存的物质,又叫灰分。木材灰分含量较少,一般都在 1% 以下,其主要成分是 CaO 、 K_2O 和 Na_2O ,常与果胶质结合,果胶质是矿物质的载体。草类原料灰分较高,在 2% 以上;稻草灰分含量最高,达 10%~15%,其主要成分 SiO_2 。

5. 木材、草类和棉纤维的组成特点

木材、草类和棉纤维的主要组成情况见表 1-1 所示。

表 1-1 典型造纸原料的组成 单位: %

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	50~59.5	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 中可见,草类纤维原料的灰分(矿物质燃烧后的产物)、半纤维素含量较高,而木素、纤维素含量较低;木材纤维原料中针叶纤维木素含量高,阔叶木则半纤维素含量较高;棉纤维差不多全是纤维素,仅含少量半纤维素和灰分,不含木素。

二、纤维的结构

纤维是植物中细而长,两端尖,呈纺锤状的细胞。因而纤维具有柔曲性,彼此交织后具有一定的结合力。在纤维原料中除纤维细胞外的其他细胞统称为杂细胞,原料中杂细胞含量越少(灰分含量低),则原料的品质越好。成纸中若杂细胞含量高,会因杂细胞交织能力差,而在印刷中由于摩擦作用和油墨分离力的作用脱落下来造成印刷障碍,因此造纸过程中应尽量除去杂细胞。

用各种化学或机械方法离解出来的纤维是不能直接用于抄纸的,要弄清这个问题,有必要认识一下纤维的微细结构。要研究纤维的微细结构,则必须使用电子显微镜。在光学显微镜下只能看到直径在 300~500nm 的细纤维(fibril),在电子显微镜下,则可以看到纤维细胞壁脱木素后直径约为 25nm 的微纤维(microfibril);也能观察到比微纤维更细的直径为 12nm 的次微纤维(finier microfibril),以及直径约为 3nm 的基微纤维(elemental fibril)。图 1-3 所示为 Fengel 提出的微纤维模型。

进一步的研究发现,由于微纤维、细纤维在纤维细胞壁中的不同排列,构成了纤维细胞壁的层次结构。图 1-4 所示为木材纤维的层次结构情况。从图可以看出,纤维间是靠一种粘结物质(木素)粘结起来的,纤维间的这一层细胞间隙质称为胞间层,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粘结作用,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(primary cell wall),初生壁很薄,常把胞间层与其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。在细胞停止生长后细胞壁继续增厚,这时加厚在初生壁的内侧,加厚的这一层称之为次生壁(secondary cell wall)。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成外(S_1)、中(S_2)和内(S_3)三层。其中 S_2 层最厚, S_1 、 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,由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。

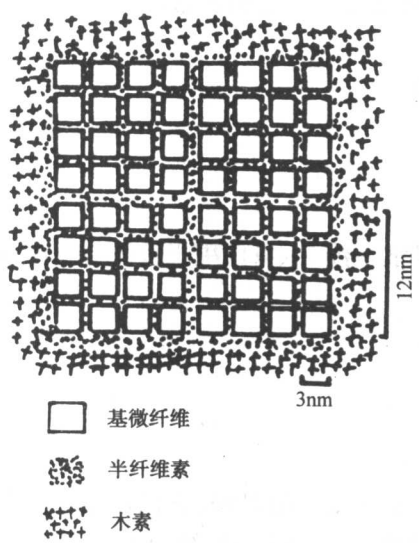


图 1-3 Fengel 的微纤维横切面模型

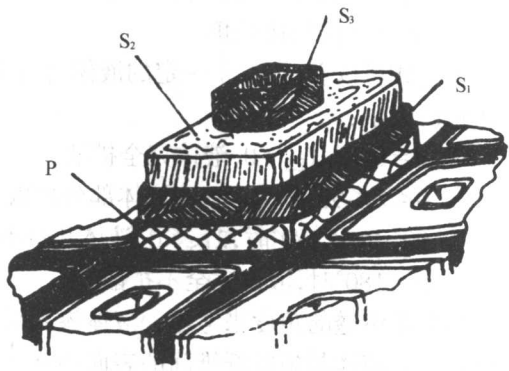


图 1-4 纤维的层次结构

第三节 辅 料

辅料是指为满足纸张的不同使用性能而添加到纸张中的各种助剂。如要改进纸张的平滑度和不透明度,需要在纸浆中加用填料;为使纸张具有抗水性能,必须对纸浆进行施胶;抄制白色纸张时,往往要加用少量染料,必要时还可加用增白剂等等。我们把加用的这些填料、胶料、色料等统称为辅料。

一、胶 料

用植物纤维生产的纸张,因纤维本身和纤维间存在大量的毛细孔,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,所以能吸收水或其他液体。在这种未加任何辅料的