

芬兰FCBS国际有限公司赞助出版
北欧及北美本科教材

制浆造纸工程大全

(第二版)

[加拿大] G.A.斯穆克 著
曹邦威 译 倪永浩 胡琦寅 审校



中国轻工业出版社

芬兰 FCBS 国际有限公司赞助出版

北欧及北美本科教材

制浆造纸工程大全

(第二版)

[加拿大] G. A. 斯穆克 著

曹邦威 译 倪永浩 胡琦寅 审校

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

制浆造纸工程大全 (第二版) / (加) G. A. 斯穆克著; 曹邦威译; 倪永浩, 胡琦寅审校.
北京: 中国轻工业出版社, 2001. 5
北欧及北美本科教材
ISBN 7-5019-3132-1

I. 制… II. ①斯…②曹…③倪…④胡… III ①制浆-高等学
校-教材②造纸-高等学校-教材 IV. TS7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 12451 号

Copyright © 1992 by Gary A. Smook

Published by: Angus Wilde Publications Inc.

4543 West 11th Avenue

Vancouver, B. C. V6R 2M5

Canada.

FCBS Internation Ltd. is authorized to publish this Hand book in Chinese in
Cooperation with China Light Industry Press

责任编辑: 林 媛

策 划 人: 黎 艺 责任终审: 滕炎福 封面设计: 赵小云

版式设计: 智苏亚 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: 中国人民警官大学印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2001 年 5 月第 1 版 2001 年 5 月第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 27

字 数: 613 千字 印数: 1-3000

书 号: ISBN 7-5019-3132-1/TS·1893

定 价: 50.00 元

著作权合同登记 图字: 01-2001-0620

广告许可: 东京工商广临字 20010004 号

· 如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换 ·

目 录

第 1 章 引言	(1)
1.1 纸的重要性	(1)
1.2 纸浆、纸和纸板的定义	(1)
1.3 造纸技术发展年表	(1)
1.4 现代制浆造纸的生产运行	(2)
1.5 对造纸纤维的要求及其来源	(4)
1.6 纤维化学组分的简述	(5)
1.7 纤维素纤维的特性	(8)
第 2 章 木材和木浆纤维的特征	(10)
2.1 树木结构.....	(10)
2.2 木材特征.....	(11)
2.3 纤维结构形态对纸张性能的影响.....	(18)
2.4 木材品种的鉴别.....	(20)
第 3 章 木材和木片处理	(22)
3.1 木材来源.....	(22)
3.2 木材采运技术.....	(23)
3.3 造纸材的计量.....	(28)
3.4 备木 (调木)	(29)
3.5 木片的输送和贮存.....	(33)
3.6 木片质量控制.....	(35)
第 4 章 制浆方法概述	(38)
4.1 各种制浆方法介绍.....	(39)
4.2 商品浆.....	(44)
4.3 制浆的发展趋势.....	(45)
4.4 纸浆性能和用途的比较.....	(46)
第 5 章 机械法制浆	(48)
5.1 机械法制浆的术语.....	(48)
5.2 磨石磨木浆工艺.....	(50)
5.3 盘磨机械法制浆.....	(56)
5.4 热磨机械法制浆.....	(59)
5.5 化学改性机械法制浆.....	(61)

5.6	热回收	(65)
第6章	亚硫酸盐制浆	(67)
6.1	简要发展史	(67)
6.2	术语的名称和定义	(67)
6.3	工艺过程描述	(68)
6.4	亚硫酸盐法制浆的化学原理	(71)
6.5	蒸煮液制备的化学原理	(72)
6.6	蒸煮的操作和控制	(73)
6.7	两段亚硫酸盐法制浆	(74)
6.8	亚硫酸盐法制浆的前景	(75)
第7章	硫酸盐法制浆	(76)
7.1	发展简史	(76)
7.2	硫酸盐法工艺的名称和术语	(76)
7.3	硫酸盐法工艺简介	(77)
7.4	硫酸盐法制浆的化学原理	(79)
7.5	操作与控制	(82)
7.6	工艺过程的改进	(84)
第8章	蒸煮设备	(86)
8.1	间歇蒸煮器	(86)
8.2	传统间歇式硫酸盐蒸煮的改进	(89)
8.3	连续蒸煮器	(90)
8.4	锯末蒸煮	(96)
8.5	喷放热量的回收	(98)
第9章	纸浆的后处理	(100)
9.1	纤维解离	(100)
9.2	除节	(100)
9.3	本色浆洗涤	(102)
9.4	筛选	(109)
9.5	离心式净化 (Centrifugal Cleaning)	(115)
9.6	浓缩	(118)
9.7	浆料的泵送	(123)
9.8	纸浆的贮存与混合	(126)
9.9	外销商品浆的处置	(127)
第10章	化学品回收	(134)
10.1	黑液氧化	(135)

10.2	蒸发	(136)
10.3	碱回收炉	(140)
10.4	苛化	(149)
10.5	白泥焙烧	(152)
10.6	副产品回收	(156)
10.7	亚硫酸盐法废液的回收	(158)
10.8	硫酸盐法回收的其他方案	(160)
第 11 章	漂白	(162)
11.1	漂白流程	(162)
11.2	漂白化学品的制备	(164)
11.3	氯化与碱抽提	(169)
11.4	氧漂	(173)
11.5	次氯酸盐漂白	(175)
11.6	二氧化氯漂白	(176)
11.7	过氧化物漂白	(177)
11.8	臭氧漂白	(178)
11.9	漂白设备	(179)
11.10	滤液的循环	(180)
11.11	纸浆增白 (机械浆漂白)	(181)
第 12 章	制浆厂的运行策略与经济核算	(185)
12.1	厂址选择	(186)
12.2	工艺设计与平面布置	(187)
12.3	生产控制	(188)
12.4	库存量控制	(189)
12.5	经济考虑	(190)
12.6	成本控制	(191)
第 13 章	抄纸浆料的制备	(194)
13.1	碎浆 (分散作用)	(194)
13.2	精磨	(196)
13.3	配料的计量与混合	(206)
第 14 章	二次纤维	(208)
14.1	废纸收购	(209)
14.2	循环回用的程度	(209)
14.3	废纸的碎浆	(210)
14.4	除去污染杂质	(212)
14.5	脱墨	(213)

14.6	二次纤维的利用	(218)
第 15 章	抄纸浆料中的非纤维性助剂	(219)
15.1	纸机上的留着率	(219)
15.2	湿部化学	(220)
15.3	非纤维性助剂的应用	(222)
15.4	碱性抄纸	(226)
第 16 章	纸机湿部运行	(229)
16.1	纸机简介	(229)
16.2	流送系统 (Approach System 又称上浆系统)	(230)
16.3	布浆器与流浆箱	(232)
16.4	纸页成形的过程	(240)
16.5	网部 (长网机)	(241)
16.6	双网成形	(247)
16.7	白水系统	(249)
16.8	损纸系统	(251)
16.9	压榨部	(253)
16.10	真空系统	(263)
第 17 章	纸机干部的运行	(267)
17.1	纸张干燥	(267)
17.2	压光	(276)
17.3	分布控制	(279)
17.4	卷取	(281)
17.5	纸机传动	(282)
17.6	复卷 (Winding)	(283)
17.7	纸辊的完成	(284)
第 18 章	表面处理	(287)
18.1	施胶	(287)
18.2	颜料涂布	(291)
18.3	超级压光	(299)
第 19 章	多层纸板制造	(302)
19.1	多层成形器	(302)
19.2	脱水	(309)
19.3	纸板的整饰	(311)
19.4	层间强度	(311)
19.5	纸板的性能	(312)

第 20 章 常见纸与纸板品种制造技术	(314)
20.1 新闻纸.....	(315)
20.2 书刊纸.....	(319)
20.3 纸袋纸 (sack grades)	(320)
20.4 挂面纸板.....	(321)
20.5 瓦楞芯层.....	(323)
20.6 高级纸 (fine paper)	(323)
20.7 薄型纸类 (tissue grades)	(325)
第 21 章 纸机运行的经济分析	(330)
21.1 影响纸机效率的因素.....	(331)
21.2 时间损失的分析.....	(333)
21.3 生产纸种与利润率的关系.....	(335)
第 22 章 纸浆和纸张的性能及检测	(337)
22.1 检测的目的.....	(337)
22.2 检测步骤的特征.....	(338)
22.3 纸浆检测.....	(341)
22.4 纸张检测.....	(346)
22.5 自动化的纸张检测.....	(350)
第 23 章 纸张最终应用简介	(352)
23.1 平板纸整饰.....	(352)
23.2 加工.....	(356)
23.3 印刷.....	(358)
第 24 章 生产过程控制	(365)
24.1 测量和控制.....	(365)
24.2 过程控制计算机.....	(370)
第 25 章 纸厂辅助系统	(375)
25.1 供水.....	(375)
25.2 锅炉给水.....	(377)
25.3 锅炉操作.....	(378)
25.4 蒸汽利用.....	(383)
25.5 电力分配.....	(384)
25.6 能源管理.....	(385)
25.7 腐蚀的控制.....	(386)

第 26 章 水污染治理	(389)
26.1 引言.....	(389)
26.2 污染物的来源和厂内治理.....	(392)
26.3 标准和法规.....	(393)
26.4 环境监测.....	(394)
26.5 一级处理.....	(395)
26.6 二级处理.....	(397)
26.7 脱色.....	(400)
26.8 固形物处理.....	(401)
 第 27 章 空气污染治理	 (404)
27.1 空气污染物的来源.....	(404)
27.2 监控与测试.....	(406)
27.3 生产过程中的污染治理.....	(409)
27.4 控制设备.....	(410)

第1章 引言

1.1 纸的重要性

在现代生活中纸与纸产品对每个人的重要性是显而易见的，没有哪一种制成品对人类活动的各个领域比它有更深远的作用了。纸张提供记录、贮存和传播信息的手段；实际上所有书写和印刷任务都是纸张承担的。它是应用最广泛的包装材料，而且是重要的建筑材料。

纸与纸产品的用途实际上是无限的。新的专用产品被不断地开发。与此同时，造纸工业也觉察到了来自其他方面（特别是塑料和电子媒体）对传统上由纸张占领的市场的人侵和挑战。值得提出的是，由于采用了新技术和新方法，使造纸工业仍有可能在现有市场保持竞争力并接受新的挑战。

制浆造纸工业除了其产品及服务的出口外，还提供大量就业岗位，在美国和加拿大的总体经济中起到极其重要的作用。

1.2 纸浆、纸和纸板的定义

纸张传统上的定义是，纤维水悬浮液在一个细筛网上所形成的粘连状薄片。除了大多数纸张还含有非纤维性辅料（添加剂）这一点外，目前纸张产品一般与该定义是相符合的。干成形方法现只用于制造少数特种纸产品。

纸浆是抄纸的纤维原料。纸浆纤维通常来源于植物，但动物、矿物或化学合成的纤维也可用于特定场合。用化学品加工形成非纸张类产品的纸浆称为溶解浆。

纸和纸板之间的区别主要是产品的厚度。通常将所有超过 0.3mm 厚度的薄片归入纸板类；但也有不少例外使这样的区别有些模糊化。

1.3 造纸技术发展年表

纸（paper）的名词是从芦苇状植物纸莎草（papyrus）衍生而来的。古埃及人通过锤打和压合植物茎的薄片，制成了世界上第一张书写用的材料（见图 1-1）。但它没有像真正抄纸那样完全的纤维解离作用。早在公元 100 年，中国首先利用竹子和桑树纤维悬浮液进行了真正意义上的纸张抄造（公元 105 年东汉蔡伦发明用破布、鱼网、废麻等原料造纸——译注）。随后中国人将抄纸工艺发展成为一项高度熟练的技艺，古代中国人绘在纸上的许多优美画面，至今仍然保存着。

在经历数个世纪后，造纸技艺传入了中东，稍后抵达欧洲，在欧洲，棉麻破布成了主要原料。15 世纪初，在西班牙、意大利、德国和法国有许多纸厂。在北美的第一家纸厂是

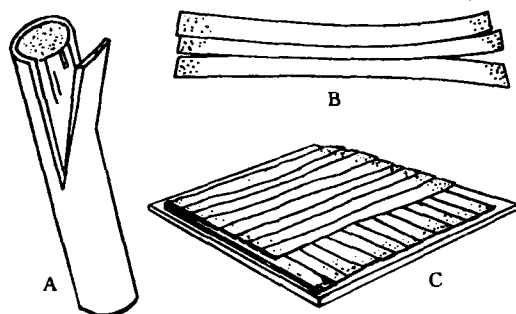


图 1-1 切成 300~450mm 长的纸莎草秆部

(A) 除去外皮并将髓部劈成薄片

(B) 然后将薄片叠成格栅状

(C) 捣击成单张纸页

1690 年建立在 Philadelphia 附近。

制浆造纸历史发展中的若干重要里程碑汇总在表 1-1 中。这些发明及其研制的模型机奠定了现代造纸工业的基础。在 20 世纪这类早期的和相当原始的技术有了迅速的革新和改进, 并开发出了诸如盘磨机械制浆、连续蒸煮、连续多段漂白、机内纸张涂布、双网成形和计算机过程控制等技术。因为纸浆和纸的生产需要连续运送大量的物料, 物料输送的机械化往往是造纸工业发展的一个重要方面〔要进一步详细了解造纸工业的早期历史, 可参阅参考文献 (1) 和 (2)〕。

表 1-1

制浆造纸工业发展的里程碑

1798	授予 Nicholas-loais Robert 第一台连续抄纸机的专利 (法国)
1803, 1807	将由 Dohkin 设计的改良式连续抄纸机的专利授予 Fourdrinier 兄弟 (英国) (见图 1-2)
1809	将圆网纸机专利授予 John Dickinson (英国)
1817	美国建成第一台圆网纸机
1827	美国建成第一台长网纸机
1840	开发出磨石磨木浆法 (德国)
1854	首次用烧碱法制取木浆 (英国)
1867	将亚硫酸盐制浆法专利授予 Benjamin Tilghman
1870	磨石磨木浆工艺首次获得商业应用
1874	亚硫酸盐法首次获得商业应用
1884	Carl Dahl 发明硫酸盐法制浆 (德国)

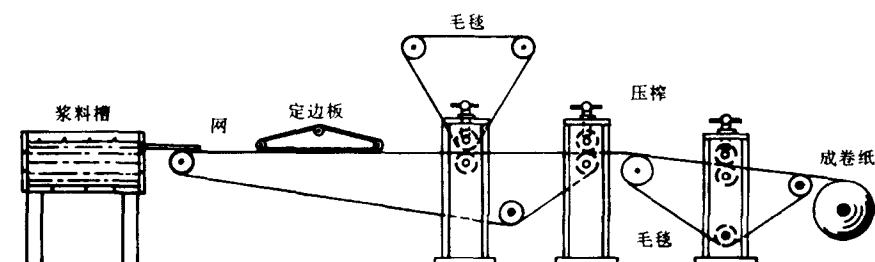


图 1-2 1803 年的改良式抄纸机

1.4 现代制浆造纸的生产运行

现代制浆造纸厂利用木材剩余物作为基本原料。生产运行高度自动化, 而且许多工厂现在都用计算机控制。在北美, 一般大型工厂由于劳动生产率高, 总体经济效益较好。所以有存活能力的现代化工厂建设投资是非常大的。例如, 一个日产 1000t 的新建漂白硫酸盐法浆厂目前的投资估计要超过 10 亿美元。高的投资额 (一般每个员工占用投资额超过 100 万美元) 使制浆造纸工业称得上是一个资金密集型工业。

林产品综合性工厂的经济效益也很好, 在这些综合工厂中, 木材首先送到木材厂制取高价的锯木板、胶合板和刨花板。然后将木材残余物切成木片, 输送到下一道工序, 加工制成纸浆。最后将纸浆运送到综合工厂的第三个部门, 抄造成纸张。木材纤维原料的高价值及其庞大的体积, 要求以尽量少的运输量取得完全和最佳化的利用。

造纸业中那些用机械法制浆的造纸厂动力消耗很大。而有可能利用木材废料作燃料的其他一些厂, 则能源可自给自足。所有传统的制浆造纸生产, 实际上都使用大量清水, 在厂址

所在地需要有丰富的水源。通常，在排水进入江河受体以前都要有复杂的废水处理系统。

美国和加拿大一般性产品的分类产量示于表 1-2。造纸工业的若干统计数字示于表 1-3。加拿大在新闻纸和商品浆出口方面处于世界领先地位。美国由于从加拿大购买大量新闻纸，实际上是一个纸张产品的净进口国，但它又在高附加值纸张的出口方面居于领先地位。

表 1-2

1990 年生产量

单位: kt

纸 张	美国 *	加拿大 **
新闻纸	6610	9068
其他书写印刷纸	22371	3599
包装纸	4576	497
薄型纸	5802	495
总计	39359	13659
纸板		
挂面/瓦楞纸	25097	2045
其他纸板	14326	761
总计	39423	2806
纸和纸板总计	78782	16465
纸浆产量总计	57214	22835

来源: * API

** CPPA

表 1-3

1989 年造纸工业上的几个统计数字 *

	美国	加拿大
纸浆厂数量 **	345	179
纸和纸板厂数量	601	129
工厂员工数量	246300	81000
产品价格美元/短 t		
漂白软木硫酸盐浆	740	
漂白硬木硫酸盐浆	690	
新闻纸 (49g/m ²)	540	
电话薄用纸 (36g/m ²)	850	
1# 印刷纸 (113g/m ²)	1600	
挂面纸板	410	
瓦楞芯纸	390	
全漂白硫酸盐浆纸板	730	

* 不同来源

** 有一个以上的浆厂很可能在纸与纸板厂内

由于丰富的木材、电力和水资源、现代化技术、熟练的劳动力和接近市场等方面的优势，北美制浆造纸工业在产量以及产品多样性方面居于世界领先地位。我们注意到，美国和加拿大一起，占全世界人口的 5%、纸厂的 15% 和纸产量的 36%。在其国内的市场中几乎没有外来的竞争者，纸业一直为少数北美工业国家所垄断。在 1980 年，大多数工业评论员都承认，北美的制浆造纸工业是世界上成本最低的。但在一段不太长的时间内，情况已发生急剧变化。今天，一些海外生产者实际上已能将产品输入到北美，即使扣除运输费用，在产品成本上仍

然具有竞争性。

在当前全球化时代，浆纸出口市场的竞争激烈，北美造纸工业不能停留在它的成就上。在世界亚温带地区迅速发展起来的短轮伐期松木和硬木林地，将在未来生产中提供大量低成本的制浆木材。像巴西和智利那样的国家，已经成为纸浆纤维的重要生产者。俄罗斯作为一个林产品竞争者继续受到注意，它的木材资源是世界上最巨大的，采伐量基本是目前北美的一倍。

幸而，长期展望表明，世界对全部纸浆和纸产品的需求量将持续增加，所以外来的竞争力量在可预见的未来，不会对北美市场形成负面影响。在世界其他地区的人均消费量远远低于北美水平，且显示数十年来均有实质性增长。图 1-3 的消费数字有力地表明，纸产品使用量的日益增加，将是发展中国家经济增长的必然结果。

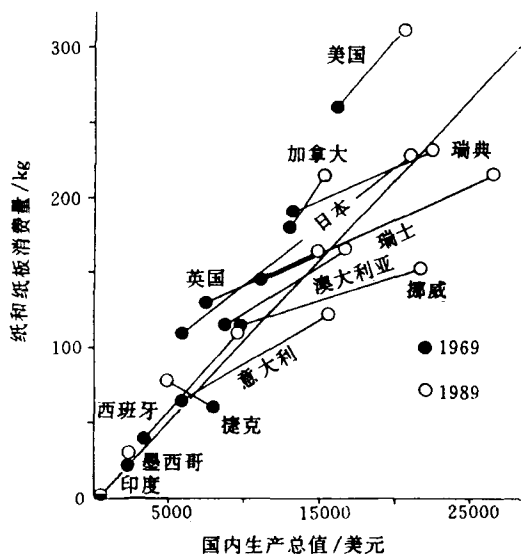


图 1-3 图表显示以 1989 年美元计的
人均国内生产总值

(一个国家人均经济水平估测值) 与人均纸和
纸板消费量之间的密切关系

1.5 对造纸纤维的要求及其来源

为了使纤维可用于造纸，它们必须是均一的，即能够被交织和压制成一个匀称的薄片。在接触处还必须具有强大结合力。对于有些用途，纤维结构必须长时间地保持稳定状态。纤维一致性的程度以纸页匀度来表征和量测，而结合力的大小则以纸页的抗张或耐破强度来加以推断。

有些重要的抄纸用浆由于其纤维不具有均一性和没有结合力，在其原来状态时无法加以利用。这些纸浆必须进行机械处理，以发展出其造纸性能。例如，棉麻破布（它们仍被用作最高质量的耐久纸的纸浆来源）就必须深度加工以发展出所需要的纤维性能。

纸浆纤维可从自然界所发现的几乎任何维管植物（Vascular plant）中提取出来。但要植物具备重要的抄纸经济价值，必须要有高含量的纤维。纸浆纤维的主要植物源列于表 1-4。

木材绝对是造纸纤维的最丰富来源，在北美，木材实际是造纸的唯一原料。因此，本书集中于将木材作为主要的制浆原料。

表 1-4

各种纸浆纤维的平均长度、平均直径和长径比

	长度/mm	直径/ μm	长径比
木材类			
针叶木	4.2	40	100
阔叶木	2.0	22	90
禾草类			
稻草	0.5	9	60
西班牙草	1.1	10	110
其他（麦草、黑麦草印度草）	1.5	13	120

续表

	长度/mm	直径/ μm	长径比
甘蔗和芦苇			
蔗渣	1.7	20	80
其他	1.2	12	100
竹子类			
各品种	2.8	15	180
带韧皮纤维的木质茎秆（黄麻、亚麻、洋麻、大麻）			
木质茎秆	0.25	10	25
韧皮纤维*	20	20	1000
韧皮类纤维*			
亚麻	55	20	2600
苧麻	130	40	3500
叶类纤维			
马尼拉麻	6	24	250
剑麻	2.8	21	130
种子类纤维			
棉花	30	20	1500
棉短绒	20	20	1000

* 从内皮得到的纤维

除了种毛纤维外，植物纤维在其天然状态都是埋藏在非纤维物质（主要是木素、还有半纤维素、树脂和树胶）层中。制浆厂中的化学和机械作用使纤维从木素层中分离出来，最终所得纤维的纯度视最后用途而定。所要求的纯度愈高，纤维得率愈低。

1.6 纤维化学组分的简述

纤维素

在植物纤维中，纤维素是决定纤维特征，并使它能应用于造纸的物质。纤维素是碳水化合物，这意味着它由碳、氢和氧所组成，其后两种成分的比例跟水分子一样。纤维素也是多糖，表明它含有多个糖单元。

纤维素的化学式是 $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ ，这里 n 是重复的糖单元数量或聚合度（DP）。 n 值的多少视纤维素的各来源和所受到的加工处理情况而变化（见表 1-5）。大多数造纸纤维的加权平均聚合度为 600~1500。

纤维素的结构示于图 1-4。其重复性单元实际上是两个联在一起的葡萄糖酐单元称之为纤维二糖（ $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ）。纯纤维素单元在受控（酸性）条件下可以很容易地水解成葡萄糖（ $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ）。

组合纤维素时的聚合连接作用，使链型呈伸展状态。因此纤维素分子适于联合成较长的链段，增大了结合强度，这是纤维素物质具有高强度的原因所在。

研究发现，植物中的纤维素呈好几种有序的排列状态，如图 1-5 所示。在这里，纤维素分

表 1-5 聚合度值（加权平均）

天然纤维素（在原处）	3500
纯棉短绒	100~3000
工业木浆	600~1500
再生纤维素（如人造纤维）	200~600

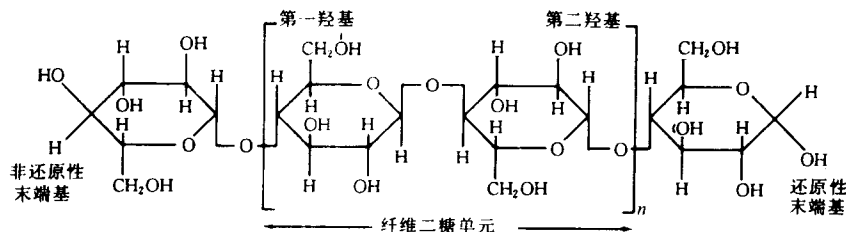


图 1-4 纤维素结构

子联合成长链段，形成的结晶区域，不易为溶液或反应剂渗透。反之，相当多量的非结晶区（无定形区）则易于被渗透，因而对水解反应更为敏感。纤维素的显微和亚显微结构进一步列于图 1-6。

纤维素物质的性能与纤维素组分的 DP 有关。分子量低于某个水平将使强度受到影响。

长链纤维素称为 α 纤维素。大量的短链多糖总称为半纤维素，它也是植物木质结构的组成部分。半纤维素（以及降级的纤维素）可进一步按 DP 区分（通过化学方法）为：

- β 纤维素——DP 在 15 与 90 之间。
- γ 纤维素——DP 低于 15。

半纤维素

与纤维素相反，半纤维素不只是葡萄糖的聚合物，它是五种不同糖类的聚合物，即：

- 己糖：葡萄糖、甘露糖、半乳糖
- 戊糖：木糖、阿拉伯糖。

根据植物品种的不同，这些糖类和糖醛酸形成各种聚合物结构，有些与植物的纤维素部分相联结，而另一些则与木素紧密相联。

在用木材生产纸浆的化学处理过程中，各种半纤维素的数量、位置、和结构通常有很大变化。

半纤维素比纤维素更易于降解，所以它们在纸浆中的百分含量往往比在原木中要少得多。

木素

术语“综纤维素”代表纤维的总碳水化合物含量。木质植物原料除综纤维素外，还含有称为木素的非结晶高聚物质。它的主要作用是组成胞间层，这是将纤维粘结在一起的胞间

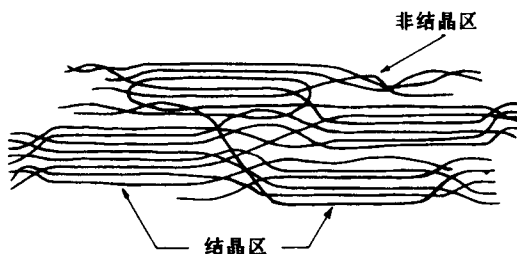


图 1-5 纤维素微纤维内部的分子组织简图

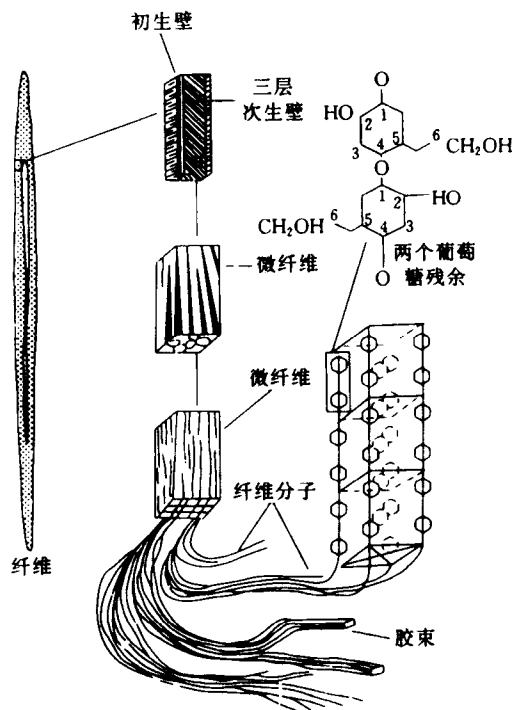


图 1-6 纤维素的显微结构和亚显微结构 (Bruley)

物质。另外部分木素还存在于纤维的其余截面内。

木素的化学组成非常复杂(见图1-7)。其结构主要是由三维苯丙烷单元链接而成。在进行化学制浆时,丙烷侧链和苯环之间的三个键断裂而将纤维素纤维解离开来。

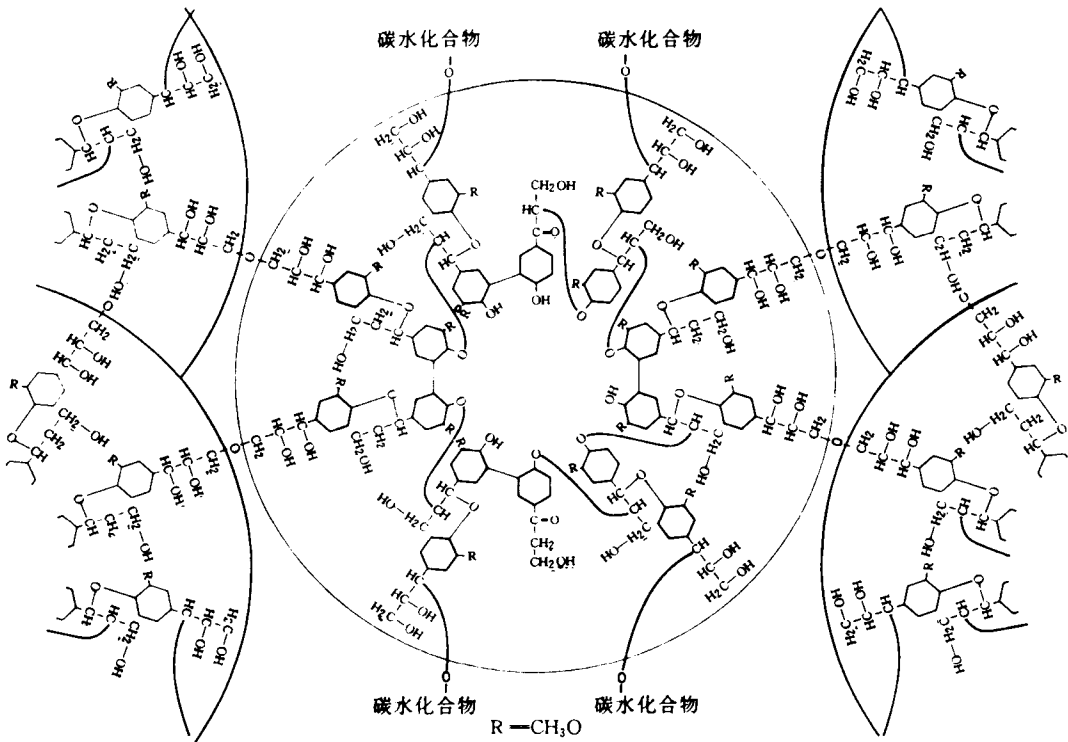


图1-7 云杉木素重复性单元的二维示图

(1966年由Forss, Fremor和Stenlund)

注意:其实际结构是三维图

全面讲述纤维素和木素的化学机理,显然不属于本书范围。读者要想全面了解可参阅专门的教科书〔参考文献(3)和(4)〕。

抽提物

除纤维素和木素外,在天然纤维中因植物来源的不同,还可能存在大量的各种物质,例如树脂酸、脂肪酸、萜烯(turpenoid)化合物和醇类。这些物质大多溶于水或中性有机溶剂中,总称为抽提物。在北美的树种中,绝干木材的抽提物含量大都低于1%。南方松的抽提物含量相当高,在碱法制浆中它可提供不少塔罗油和松节油副产品。

木材的化学成分列示于图1-8。简图所示木材组分的化学分析见图1-9。

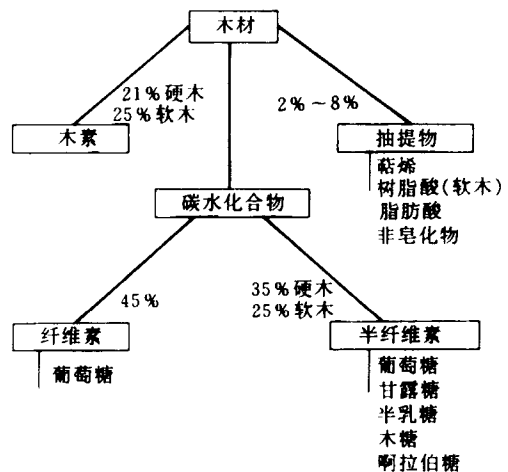


图1-8 木材的化学组分

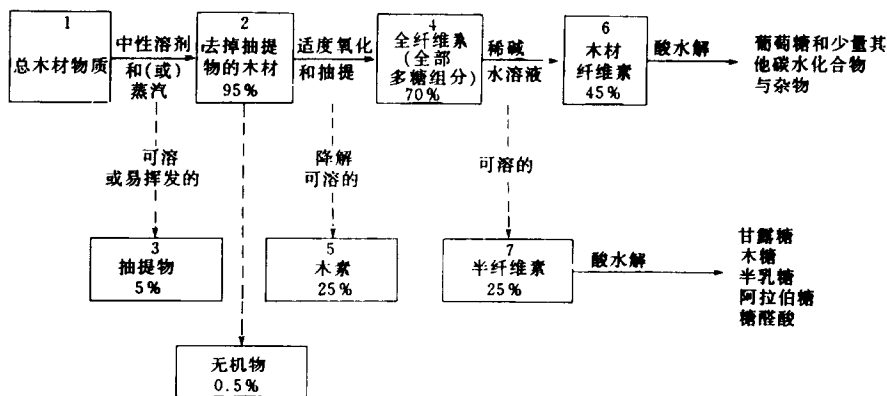


图 1-9 木材组分的化学分析示意图 (Bruley)

1.7 纤维素纤维的特性

纤维素纤维具有许多满足造纸需要的性能（汇总在表 1-6 中）。通常产生造纸性能的最佳平衡点是在纤维中大多数木素已脱除而尚留下相当量的半纤维素时。依靠机械处理（如打浆或磨浆）也可大大改善造纸性能，机械处理促使纤维脱除初生壁，并使纤维水化（即让水进入纤维结构中）和润胀，增加其柔韧性和结合力。在打浆过程中，手抄化学浆片强度性能的典型行为列示于图 1-10。

表 1-6 纤维素纤维的造纸性能

- 高抗张强度
- 抗塑变性
- 内在结合能力
- 化学稳定性
- 柔软度（柔韧性、可适应性）
- 水不溶性
- 亲水性
- 吸附改性助剂的能力
- 相对地无色（白色）

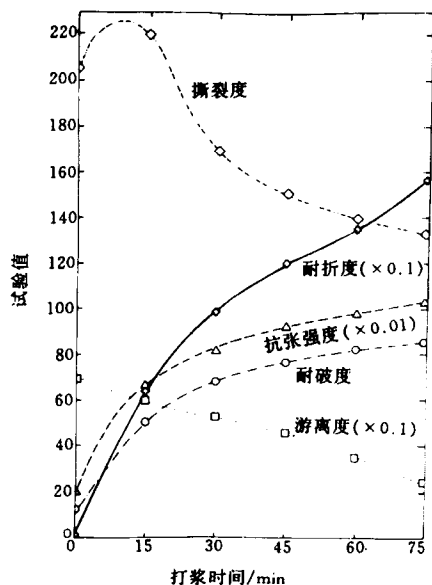


图 1-10 软木化学浆实验室打浆的典型行为

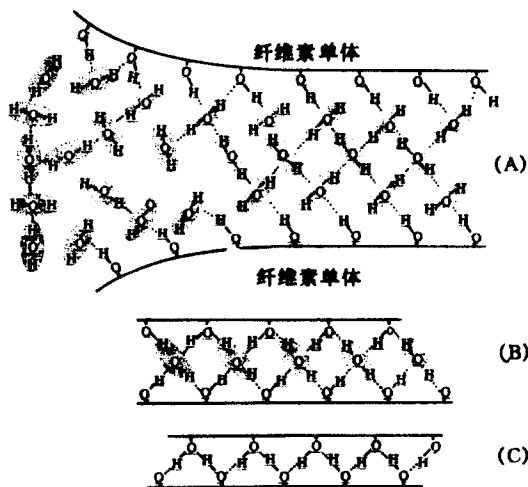


图 1-11 列示氢键的不同状况

(A) 宽松地通过水分子 (B) 较紧缩地通过单层水分子 (C) 直接连在一起