

中等专业学校轻工专业试用教材

制浆造纸工艺及设备

广东轻工业学校
四川轻工业学校 合编

上册

轻工业出版社

中等专业学校轻工专业试用教材

制浆造纸工艺及设备(上册)

广东轻工业学校 福建轻工业学校 合编

轻工业出版社

中等专业学校轻工专业试用教材
制浆造纸工艺及设备（上册）

广东轻工业学校 合编
福建轻工业学校

*

轻工业出版社出版
(北京阜成路3号)
兰州部队八一印刷印刷
新华书店北京发行所发
行各地新华书店经售

*

787×1092毫米 1/16 印张:52% 字数:575千字

1982年5月甘肃第一版第一次印刷

印数:1—10,000 定价:2.25元

统一书号:15042·1663

前 言

本书是根据1978年轻工业部教育司召开的中等专业学校教材会议的精神，按200学时左右的教学时数编写的。本书经中专造纸专业审稿会审定出版，可作为中等专业学校制浆造纸工艺专业的试用教材，也可作为同等程度的职工自学参考之用。

工艺和设备有着不可分割的联系，先进的工艺要通过先进的设备才能得到体现。为此，在本专业的教学计划中，要求在学习工艺原理的同时，必须加强对设备的了解。以往是把制浆造纸工艺及设备作为两门课程开设，这不仅割裂了彼此之间的内在联系，而且往往造成了一些混乱和不必要的重复。根据上述的要求和情况，本书加强了对设备的介绍，并与工艺过程的叙述紧密地结合起来，故将书名定为《制浆造纸工艺及设备》。

为力求做到联系生产实际，满足提高教学质量的要求，我们着重地考虑了如下的几点：

1. 为了系统而完整地介绍本专业的工艺过程和设备，本书的内容包括各种制浆方法及大、中、小型工厂的生产过程及设备。在教学过程中，各校可根据本地区工厂的实际情况对内容进行取舍。

2. 专业课的学习是通过讲授、实习、实验、设计等各个环节来完成的。各个环节之间有一定的分工，所以也不可能把本专业的工艺及设备所涉及的问题全部包括在本书之中。本书只着重于对工艺过程的基本原理和典型的生产流程及设备的阐述，希望有助于培养独立分析问题和解决问题的能力，为今后进一步提高打下基础。

3. 由于中等专业学校的教学计划中，没有开设《植物纤维化学》的课程，故在本书中编入了有关植物纤维化学方面的基本内容，这是专业学习必不可少的理论基础。

4. 根据我国造纸原料是以“草木并举，逐步增加木材比重”的发展方针，本书对使用草、木类纤维原料制浆造纸的工艺过程及设备均作了相应的介绍。

5. 为加速发展我国的制浆造纸工业，努力为实现制浆造纸工业现代化服务，本书在各个章节中，对当前国内外的技术进展和发展趋势也作了必要的介绍。

本书分上、下两册出版，其中上册的第一、二、五、七、八、九、十章由广东轻工业学校成锦霞编写；第三、六章由福建轻工业学校任敦銮编写；第四章由福建轻工业学校张新平编写。绪论及下册由广东轻工业学校郭广源编写。

本书由郭广源担任主编，湖南轻工业学校于维熙负责主审。参加审稿的还有：四川轻工业学校周志立，福建轻工业学校李万德同志。在此谨向参加审稿的所有同志，对原稿提供过宝贵意见的所有同志致以衷心的感谢。

由于水平所限，错误和不妥之处在所难免，希望使用本书的同志提出批评和指正。

目 录

绪论	(1)
第一章 植物纤维原料	(5)
第一节 概述	(5)
第二节 植物纤维原料细胞的种类	(6)
一、植物各部分的结构及功能	(6)
二、植物细胞的种类	(6)
第三节 植物纤维原料的主要化学组成	(8)
一、纤维素	(8)
二、半纤维素	(8)
三、木素	(9)
四、其他组分	(9)
第四节 植物纤维原料的工业分析及表示方法	(9)
一、综纤维素	(10)
二、克-贝纤维素	(10)
三、硝酸乙醇法纤维素	(10)
四、化学浆的 α -纤维素、 β -纤维素、 γ -纤维素	(10)
五、有机溶剂抽出物	(11)
六、热水可溶物	(11)
七、1%NaOH 可溶物	(11)
八、木素	(11)
第五节 植物纤维细胞壁的微细结构	(11)
一、细胞壁的结构	(11)
二、细胞壁的微细结构及其化学组成	(12)
三、纹孔	(13)
第六节 植物纤维原料的结构及纤维形态	(14)
一、木材纤维类	(14)
二、禾本科茎秆纤维类	(18)
三、韧皮纤维类	(23)
四、叶纤维类	(24)
五、棉花及棉短绒	(25)
第七节 常用植物纤维原料的选择	(26)
一、选用纤维原料的一般原则	(26)
二、我国造纸纤维原料的使用情况	(27)

第二章 植物纤维化学概论	(29)
第一节 木素	(29)
一、概述	(29)
二、木素的分离	(30)
三、木素的物理性质	(30)
四、木素的化学结构	(31)
五、木素的化学反应	(33)
第二节 纤维素	(45)
一、纤维素的化学结构	(46)
二、纤维素的聚合度和分子量	(48)
三、纤维素的超分子结构	(49)
四、纤维素的物理性质	(50)
五、纤维素的物理化学性质	(51)
六、纤维素的化学性质	(52)
七、纤维素的衍生物	(56)
第三节 半纤维素	(57)
一、半纤维素的组成及化学结构	(58)
二、半纤维素的性质	(60)
三、半纤维素与制浆造纸的关系	(61)
第三章 备料	(63)
第一节 概述	(63)
一、备料的目的与要求	(63)
二、备料的基本过程	(63)
第二节 木材的备料	(63)
一、概述	(63)
二、贮木	(64)
三、锯木	(68)
四、去皮	(70)
五、去节与劈木	(74)
六、削片	(75)
七、木片的筛选与再碎	(81)
八、木片的输送、计量和贮存	(83)
第三节 非木材纤维的备料	(84)
一、稻草的备料	(84)
二、蔗渣的备料	(91)
三、芦苇的备料	(95)
四、破布的备料	(95)
第四章 碱法制浆	(98)

第一节 概述	(98)
一、碱法制浆概况	(98)
二、碱法制浆的特性与用途	(98)
三、碱法制浆常用术语	(99)
四、碱法制浆的生产流程	(99)
第二节 蒸煮理论	(100)
一、蒸煮过程中的化学变化	(100)
二、蒸煮过程中的物理机理	(105)
三、蒸煮过程中的影响因素	(106)
第三节 蒸煮设备	(113)
一、间歇式蒸煮器	(113)
二、连续蒸煮装置	(120)
三、蒸煮设备的选择	(126)
四、蒸煮设备的腐蚀	(127)
第四节 蒸煮作业	(127)
一、蒸煮操作	(127)
二、蒸煮规程	(129)
三、改进蒸煮的技术措施	(131)
第五节 蒸煮过程工艺计算和技术经济指标	(133)
一、蒸煮过程工艺计算	(133)
二、技术经济指标	(134)
第六节 纸浆的洗涤	(136)
一、概述	(136)
二、洗涤原理	(136)
三、洗涤的方法和设备	(137)
四、泡沫的形成与消除	(146)
第七节 碱回收	(147)
一、概述	(147)
二、黑液的蒸发	(151)
三、黑液的燃烧	(163)
四、绿液的苛化	(179)
五、黑液的综合利用	(194)
第五章 亚硫酸盐法制浆	(195)
第一节 概述	(195)
一、亚硫酸盐法制浆的分类	(195)
二、亚硫酸盐法制浆的特点	(196)
三、亚硫酸盐法制浆的生产流程	(197)
第二节 塔酸的制备	(197)

一、酸液的组成及表示方法	(197)
二、二氧化硫的制取	(198)
三、炉气的净化与冷却	(210)
四、SO ₂ 的吸收	(211)
五、塔酸的澄清与贮存	(220)
第三节 蒸煮理论	(220)
一、概述	(220)
二、药液的渗透	(221)
三、影响渗透的因素	(221)
四、加速渗透的措施	(223)
五、蒸煮过程化学反应及历程	(223)
六、蒸煮过程的影响因素	(227)
第四节 蒸煮设备	(231)
一、蒸煮锅	(231)
二、加热器	(233)
第五节 蒸煮操作	(235)
一、装锅与预处理	(235)
二、送液及酸液循环	(236)
三、第一段通汽与保温	(236)
四、第二段通汽与液体回收	(237)
五、后期注水	(237)
六、蒸煮终点的确定	(237)
七、放气与放锅	(238)
八、二氧化硫的回收与热回收	(238)
九、木材酸性亚硫酸盐法蒸煮示例	(240)
第六节 亚硫酸盐法草浆的蒸煮	(242)
一、亚硫酸盐草浆蒸煮的特点	(242)
二、蒸煮酸的配制	(243)
三、亚硫酸盐苇浆的蒸煮	(244)
四、亚硫酸盐蔗渣浆的蒸煮	(245)
第七节 亚硫酸盐法制浆的进展	(247)
一、使用可溶性盐基	(247)
二、多段蒸煮	(248)
三、连续蒸煮	(249)
第八节 亚硫酸盐废液的回收及综合利用	(250)
一、亚硫酸盐废液的回收	(251)
二、亚硫酸盐废液的综合利用	(255)
第六章 机械法制浆	(259)

第一节 概述.....	(259)
一、磨木浆生产概况.....	(259)
二、磨木浆的生产基本原理与特性.....	(259)
三、磨木浆的种类与用途.....	(261)
第二节 白色磨木浆.....	(261)
一、白色磨木浆的生产流程.....	(261)
二、磨木设备.....	(262)
三、磨石.....	(276)
四、磨木过程的影响因素.....	(281)
五、磨木浆的质量检查和技术经济指标.....	(291)
第三节 褐色磨木浆.....	(292)
一、概述.....	(292)
二、汽蒸过程.....	(292)
三、磨木过程.....	(293)
第四节 木片磨木浆及预热木片磨木浆.....	(294)
一、概述.....	(294)
二、木片磨木浆的生产方法.....	(295)
三、木片磨木浆的磨碎.....	(297)
四、磨浆设备.....	(298)
第五节 化学热磨机械法制浆.....	(300)
第七章 其他法制浆.....	(304)
第一节 概述.....	(304)
第二节 中性亚硫酸铵法.....	(305)
一、亚铵的性质及蒸煮液的制备.....	(306)
二、蒸煮的原理.....	(307)
三、影响蒸煮的因素.....	(307)
四、纸浆的性质.....	(308)
五、亚铵法蒸煮的实例.....	(309)
六、亚铵法废液的提取和处理.....	(309)
七、亚铵法生产中的几个问题.....	(310)
第三节 中性亚硫酸钠法制浆.....	(310)
一、药液的制备.....	(311)
二、蒸煮过程的化学反应.....	(311)
三、蒸煮的影响因素.....	(312)
四、蒸煮设备.....	(314)
五、半化学浆的机械处理.....	(315)
六、纸浆的性质及用途.....	(318)
七、废液的处理及回收.....	(319)

第四节 生产半化学浆的其他方法	(323)
一、亚硫酸氢盐法	(323)
二、绿液法半化学浆	(324)
三、无硫半化学浆	(324)
第八章 筛选与浓缩	(325)
第一节 纸浆的粗选	(325)
一、除砂	(325)
二、粗筛	(327)
第二节 纸浆的精选	(328)
一、概述	(328)
二、精选设备	(330)
第三节 纸浆的净化	(339)
一、锥形除砂器	(339)
二、跳筛	(340)
第四节 纸浆的浓缩与贮存	(340)
一、纸浆的浓缩	(340)
二、纸浆的贮存	(343)
第五节 浆渣的处理	(346)
第六节 筛选流程的确定	(347)
第九章 漂白与精制	(349)
第一节 概述	(349)
一、漂白的目的与作用	(349)
二、漂白的的方法和漂白剂	(349)
三、漂白方法的改进与发展	(350)
第二节 次氯酸盐漂白	(350)
一、氯的性质	(350)
二、次氯酸盐漂液的性质	(352)
三、次氯酸盐漂液的制备	(352)
四、次氯酸盐的漂白作用	(356)
五、次氯酸盐漂白	(357)
六、漂白纸浆的返黄及预防措施	(359)
七、漂白过程中纸浆性质的变化	(360)
八、次氯酸盐两段漂白	(361)
第三节 采用元素氯的多段漂白	(361)
一、概述	(361)
二、纸浆的氯化	(362)
三、碱处理	(363)
四、次氯酸盐补充漂白	(363)

五、酸处理·····	(364)
第四节 其他漂白剂的补充漂白·····	(364)
一、二氧化氯的性质及漂白·····	(364)
二、过氧化物的性质与漂白·····	(367)
第五节 漂白设备·····	(369)
一、间歇式次氯酸盐漂白机·····	(369)
二、多段漂白设备·····	(371)
第六节 各种纸浆的漂白·····	(374)
一、亚硫酸盐法纸浆的漂白·····	(374)
二、硫酸盐法纸浆的漂白·····	(375)
三、破布浆的漂白·····	(376)
四、半化学浆的漂白·····	(377)
第七节 纸浆的精制·····	(377)
第八节 机械浆的漂白·····	(378)
一、概述·····	(378)
二、连二亚硫酸盐的漂白作用与性质·····	(379)
三、连二亚硫酸盐漂白的影响因素·····	(380)
四、连二亚硫酸盐的漂白方法·····	(382)
五、硼氢酸盐的漂白·····	(383)
第九节 漂白技术的新发展·····	(383)
一、氧-碱漂白·····	(384)
二、置换漂白·····	(385)
三、漂白硫酸盐浆生产的封闭循环系统·····	(387)
四、气相漂白·····	(389)
第十章 废纸加工·····	(390)
一、废纸回收的意义·····	(390)
二、废纸的分类及利用·····	(390)
三、废纸加工的生产过程·····	(390)
四、废纸加工的设备·····	(390)
五、废纸的脱墨·····	(395)
六、油墨的清洗与分离·····	(396)
七、废纸加工的流程示例·····	(396)

绪 论

一、制浆造纸工业在国民经济中的地位

纸在人类的文化发展中具有极其重大的意义。通过纸的应用,人类的各种知识得到迅速地传播、妥善地保存,使悠久的历史遗产得到继承,从而推动了人类文化和科学技术的不断发展。

制浆造纸工业是由制浆及造纸两大部门所组成。制浆部门生产的纸浆,除供造纸用外,还可作为一种重要的化工原料,用以生产塑料、喷漆、乳化剂、玻璃纸、胶片、固体酒精、绝缘材料,以及人造丝、人造棉和人造毛等。

纸和纸板是国民经济中不可缺少的物资,随着现代科学的发展,其用途扩展到国民经济的各个部门,现择要列举如下:

文化用纸:这是纸张用途的主要方面,如人们所熟知的新闻纸、印刷纸、书写纸、打字纸、有光纸、描图纸、晒图纸、图画纸等。这类纸张每人平均的消费量,在一定程度上可反映一个国家文化教育的发展水平。

生活用纸:满足人民日常生活的需要是造纸工业的重要任务之一。如各种生活日用品包装纸、食品包装纸、卷烟纸、卫生纸等都是人民日常生活不可缺少的物品。近代,用造纸法生产的无纺布,可供医疗部门、旅馆、饭店作一次性使用的工作服、内衣、床单、拭布、台布、窗帘布、餐巾等。生产无纺布,这是造纸技术的一种新动向。

工农业技术用纸:为工农业生产服务,提供工农业技术配套所需的纸和纸板,是造纸工业所承担的又一个重要的任务。就此而论,造纸工业还具有生产资料工业的性质。工农业技术用纸品种繁多,如:在机械工业中,有钢纸、衬垫纸、防潮纸、精密仪器包装纸、三过滤纸等;在电气工业中,有电缆纸、电容器纸、云母带纸、电气绝缘纸、青壳纸、浸渍绝缘纸板等;在化学工业中,有纸袋纸、电解石棉纸、感光材料包装纸、耐酸碱过滤纸等;在建筑工业中,有墙壁纸、油毡纸、防火纸板、屋顶纸板、塑料贴面纸板和地板纸板等;在纺织工业中,有纱锭纸、棉条筒钢纸板、压光纸板等;在卫生部门,有脑电图纸、心电图纸、药棉纸、纱布纸和膏药代布纸、水溶性药纸等;在邮电部门,有电话纸、打孔电报纸及传真纸等;在农业生产中,有育苗纸、稻谷包装纸、蚕种纸、饼肥草纸、杀虫纸等。

科学技术用纸:科学技术(包括国防科技)的发展要求具有各种特殊性能的技术加工纸,如耐高温、耐高温绝缘性能;对微细粒子(几微米)的过滤性能;纸面涂层对电、力、热、磁、光射线有高灵敏性能;防火、防水、防潮和水溶性能等。这类专用的技术加工纸,其品种数量将随科学技术发展的需要而不断地增加。

包装材料:作为商品包装材料是扩大纸和纸板用途的一个重要方面,如以纸箱代替

木箱包装，有成本低、重量轻、运输方便、节约木材等好处；纸与塑料、金属、纺织品等结合所制成的复合纸，使商品包装的范围从固体扩大到包装炼乳、糖浆等液体商品。在某些国家作包装材料用的纸和纸板所占的比重很大，达到了总产量的50%左右。

由此可见，制浆造纸工业已经成为关系到国民经济的许多部门，服务面很广的一个行业，在国民经济中占有一定的地位。随着我国四个现代化建设的发展，人民物质文化生活水平的不断提高，纸和纸板所需的品种和数量将日益增长。

二、制浆造纸工业的发展简史

我国在有文字以前，是用结绳、堆石、绘画等帮助记忆的。殷代开始有甲骨文，商周以后简牍和缣帛作为一种书写记事材料大量流行。

造纸术的发明是我国劳动人民对于人类文化的重大贡献之一。据我国现代考古发掘和对出土古纸的研究，认为早在两千年前的西汉时期，就开始出现了具有纸的初步形态，用麻类纤维所制的原始纸。但这只是纸的一种雏形，生产工艺不完善，纸的结构疏松，表面凹凸不平，还不宜作书写材料。公元105年，东汉时期的蔡伦，总结前人的经验，从原料和工艺上把纸的生产提高到能用于书写的阶段。他用树皮、破布、麻头、鱼网等为原料，造出了当时非常著名的“蔡侯纸”。从此，纸在全国普遍使用起来。蔡伦对发明造纸术所作的重大贡献，他的历史功绩一直受到世界的敬重。

在蔡伦之后80年，左伯造纸十余种。纸质具有组织均匀，色泽鲜明，达到“研妙辉光”的地步。

在魏晋南北朝时期，我国造纸工业已有相当的发展。造纸原料已扩展到楮皮、藤皮等。纸的品种方面出现了浸入姜黄中染成黄色的“黄麻纸”，并有防止虫蛀的作用，这是世界上最早的染色纸。以后又有红笺、四色笺、桃花笺等颜色纸和加工纸流行。

唐、宋是我国封建社会造纸业发展的极盛时期。当时造纸业已经遍及全国各地，技术上有许多改进，能利用当地的原料制成各种纸张来适应不同的用途。此时，纸不仅用作书画，也作裱糊等用，并已普及民间。南宋时已用于货币。

元、明以后，纸的应用更为广泛，但造纸多沿用旧法，一直停留在手工业的阶段，无甚重大改进。直到鸦片战争以后，1891年（清光绪十七年）在上海创建了伦章造纸厂，我国才开始有了机器造纸工业。

我国造纸术在公元384年间，由山东传入朝鲜，610年传到日本。七世纪时传入越南、缅甸和印度。公元七五一年中国的造纸法传入阿拉伯。阿拉伯人渡海由1150年把造纸术传到西班牙，1278年传入意大利。十五世纪再渡海传到英国。

美洲各国造纸是由欧洲传入的，1575年传至墨西哥，1690年传入美国，1803年开始进入加拿大。

我国造纸术传遍亚、非、欧、澳、美各洲，对世界的文化起了巨大的推动作用。

十八世纪，工业革命为从手工业工场准备向大机器生产过渡创造了条件。工业革命对造纸也产生了很大的影响。制造出了专业机器，化学应用于生产。自十八世纪以来，造纸工业有了五项重大的革新，即：（1）1750年荷兰式打浆机的出现；（2）1804年发明

了第一台长网造纸机；（3）1844年利用木材制造磨木浆成功；（4）1866年亚硫酸盐法制浆投产；（5）1884年硫酸盐法制浆开始生产。造纸系统的机械化和制浆系统的化学化，使机制纸生产日益具备现代化大型企业的规模。

三、解放前后我国制浆造纸工业的概况

中国的造纸术自蔡伦以后，经历了一千八百多年，虽有不少改进，但由于历代的封建统治，特别是近百年来帝国主义的侵略和官僚买办阶级的摧残，因此没有得到应有的发展。解放前我国造纸工业的基本面貌是：技术装备落后，产量低，质量差，品种少；主要的制浆造纸设备以及铜网、毛毯等重要器材都依赖进口；同时，浆、纸生产不平衡，工厂又集中沿海和东北地区，分布极不合理，完全处于半封建半殖民地的状态。

1936年我国机制纸的产量只有8.9万吨左右。抗日战争时期日本帝国主义为了掠夺中国的资源，在东北建立了一些纸浆厂和造纸厂。至1943年，机制纸最高产量也只有16.5万吨。到解放前夕，机制纸的产量降到10.8万吨，生产能力估计只有20万吨左右，只能生产一些普通的文化、生活用纸和纸板，品种只有二、三十种。当时全国用纸虽然不多，包括手工纸在内只有40~50万吨，大部分还得仰仗于国外输入。一个以发明造纸闻名于世界的中国，反而成为大量进口洋纸的国家。

新中国成立以后，在中国共产党的领导下，我国造纸工业和其他经济部门一样获得了迅速的发展，纸和纸板的产量逐年增加，到1979年已达到493万吨，较解放前增加了40多倍。纸的品种从生产一般文化、包装用纸到工农业生产、科学技术和军工等特殊需要的纸和纸板，共有430个品种。为了便于就地取材，因地制宜地发展造纸工业，基本上扭转了旧中国留下的造纸工业集中少数地区的不合理布局。全国范围之内，都兴建了制浆造纸的综合工厂。扩大纤维原料方面也取得了显著的成绩，绝大部分造纸用的纸浆基本上都能自给。制浆、碱回收和造纸设备，以及铜网、毛毯等贵重器材也做到了自行设计，自己制造，结束了依靠进口的落后局面。制浆造纸的技术装备水平有了提高，采用了部分新工艺、新技术和新设备，建立了一批大型骨干企业。目前，我国造纸工业的生产、科研、设计、制造和安装都已有一定的力量。

建国以来，我国的制浆造纸工业虽然增长速度较快，但按我国人口平均计算，每人每年的消费量也只有5公斤，仅为世界平均消费量的1/8，生产和消费水平都还是很低的。在品种结构上也不适应国民经济发展的需要，产需的矛盾还比较突出，如木浆、新闻纸、较好的印刷书写纸、强韧包装纸及纸板等非常短缺，而某些低质量的纸和纸板则出现滞销现象。

当前，我国造纸工业与国际现代造纸工业发展的水平相比，存在着如下的主要问题：

（1）纤维原料中木材的比重很小，现有的木材也还没有得到合理的应用，因木浆不足，对增加品种，提高质量，提高生产效率都产生了不利的影响。

（2）原材料及能源消耗偏高，并且供应紧张，对环境的污染严重。

（3）企业平均规模很小，给生产管理和对三废的治理带来了很大的困难。

(4) 技术装备落后, 机械化、自动化水平不高, 劳动生产率很低。

(5) 经营管理分散, 不利于合理组织生产力, 以发挥最好的技术经济效果。

根据我国造纸工业的现实情况, 要实现我国造纸工业的现代化, 使之具有世界先进水平, 还需作巨大的努力才能达到。

四、国外造纸工业的发展趋势

七十年代以来, 国外造纸工业的发展趋势表现在如下几个方面:

原料方面: 主要用于生产纸和纸板的纸浆所用木材量的比例迅速提高。木材成为主要的纤维原料, 占93%以上, 非木材纤维原料只占7%左右。一些造纸工业比较发达的国家, 如瑞典、芬兰1970年制浆造纸用的木材占砍伐量的60~70%, 美国和日本达到30~40%, 国外还针对当前木材资源不足, 积极扩大材种, 发展速生材和造纸专用林, 加强原料基地的建设, 发展全树利用技术, 充分利用木材加工厂和林区废材, 重视废纸的回收和回用, 一些主要产纸国家废纸的回收率达到纤维原料的23~45%。

制浆技术方面: 国外制浆工艺的研究主要着重于提高制浆得率和研究减少污染的制浆方法。大力发展高得率制浆, 重点发展可以使用边材、废材的木片磨木浆和预热木片磨木浆。化学浆中, 硫酸盐浆仍占主要地位。连续蒸煮有较大的发展, 其中以卡米尔连续蒸煮发展最快。纸浆的漂白向连续、高浓、多段漂白发展, 二氧化氯漂白已普遍采用。置换漂白、无污染漂白开始受到重视。

打浆造纸技术方面: 国外已普遍采用盘磨机处理纸浆。纸张表面施胶和涂布技术的发展很快, 美国生产的印刷、书写、图画纸等品种, 在纸机上几乎都有表面施胶。印刷纸的克重普遍下降, 新闻纸的克重已降至45~49克/米²。洗、选、漂、打浆工艺采用高浓、高效处理, 有的打浆浓度已提高到20%以上。

废液综合利用和处理方面: 国外碱法浆厂都有碱和热能的回收, 碱回收率达90%以上。降低用水量不但节约水的资源, 而且减少了废水的处理量。国外正在设法提高生产系统的封闭性, 每吨纸(包括制浆)较先进的用水量已达到50~100吨的水平。

制浆造纸专用设备方面: 国外已向大型、高速、连续化、自动化方向发展。制浆设备普遍采用连续蒸煮器、扩散洗涤器、压力洗浆机等大型、高效设备。连续蒸煮的最大生产能力达1155吨/日·台。七十年代以来研制投产的夹网纸机, 抄制新闻纸最大网宽为9.8米, 车速达1500米/分以上。随着连续化、自动化水平的提高, 各种自动化装置已有很大的发展。电子计算机在1961年就已用于造纸工业, 目前的应用范围和装备的数量有了更大的增加, 所取得的技术经济效益也越来越明显。

了解国外造纸工业的发展趋势, 目的在于确定我国需要赶超的目标。我们必须根据我国的特点, 大力研究采用新技术、新设备、新工艺, 为我国造纸工业的现代化而努力奋斗, 在实现我国四个现代化的伟大事业中作出应有的贡献。

第一章 植物纤维原料

第一节 概 述

植物纤维原料是制浆造纸工业加工的主要对象，纤维是组成纸张的主要成分，弄清楚纤维的结构、化学组成以及它与制浆造纸的关系是非常必要的。

“纤维”这一名词在造纸工业中是指长宽比较大，纤细的丝状物。由于它在形态上的特征，容易交织形成薄层的纸页。一般而论，凡是构成薄层并具有一定的机械强度可供书写、印刷等使用的都可称之为纸。尤其是近代工业的高速度发展，各行各业相互渗透，纸的用途已远远超出书写、印刷的范畴。随着纸的用途不同，采用的纤维原料也各异。如用于高温耐火的石棉纸，用于化学工业及国防工业中的玻璃纤维纸，用于高功率电机及电器绝缘用的耐热绝缘合成纤维纸，以及超级压光机纸粕辊中的羊毛纸等，都是为了适应某种特殊的要求而采用了不同的纤维原料。但就人民生活中大量需要的书写、印刷、包装等用纸来说其主要的原料还是植物纤维。因此是这一章讨论的重点。

我国古代造纸使用的纤维原料是破布、废旧渔网。随着生产和科学文化的不断发展，对纸的需要量不断增加，逼着人们去寻找新的造纸原料。目前用于造纸工业的纤维原料，种类已非常繁多，可分为如下几类：

(1) 植物纤维

① 木材纤维类：针叶木：云杉、冷杉、臭杉、马尾松、落叶松、红松……。

阔叶木：白杨、青杨、桦木、枫木、榉木、桉木……。

② 禾本科茎秆纤维类：稻草、麦草、芦苇、甘蔗渣、竹、高粱秆、玉米秆、棉秆……。

③ 韧皮纤维类：大麻、亚麻、黄麻、桑皮、棉秆皮、构树皮……。

④ 叶纤维：龙须草、剑麻、菠萝叶……。

⑤ 种子毛：棉花、棉短绒……。

(2) 动物纤维：羊毛、蚕丝……。

(3) 矿物纤维：石棉、玻璃纤维……。

(4) 合成纤维：尼龙、聚丙烯腈、聚脂……。

究竟采用什么原料，必须根据纸的质量要求、生产条件，因地制宜地对纤维原料进行选用。

第二节 植物纤维原料细胞的种类

一、植物各部分的结构及功能

组成植物体最基本的结构单元是细胞，植物各部分的结构及功能各不相同，细胞的种类及形态也各不相同。一般的植物可粗略地视为由根、茎、叶三部分组成。

植物的叶其功能是为植物体制造营养分。叶肉细胞为壁薄、含汁、有生命的细胞，一般较短呈圆形或椭圆形。除此之外尚有起支承作用的叶脉，由纤维状细胞组成。叶的

表面都有一薄层为了防止水分过分蒸发和起保护作用的表皮细胞，表皮细胞常分泌蜡质使细胞角质化，减少水分蒸发。有气孔，进行植物的呼吸作用。有时还有毛刺、刚毛实行植物的生物保护。图1-1为甘蔗叶部的表皮组织。

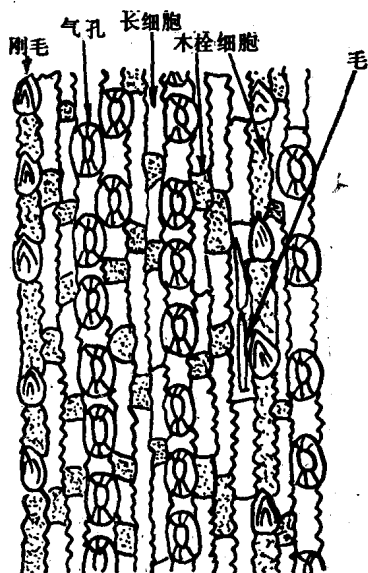


图1-1 甘蔗叶部的表皮组织

一般来说，植物的叶含纤维状的细胞较少，都不用作造纸原料。但也有个别植物叶部纤维特别丰富。如龙须草、剑麻等是造纸的上等原料。其他如稻、麦草、蔗渣等叶部的纤维虽不多，但在加工过程很难除去，常与茎秆混在一起使用。在显微镜检验中常凭叶部的表皮细胞的含量、形状作为鉴别纤维原料的参考。

植物的根埋在土壤中，使植物固定，并吸收土壤中的水分及矿物质营养盐向上输

送，供给植物生长的需要，所以根部的细胞多为起机械固定及输导作用的细胞。一般来说造纸工业中极少用到植物的根作原料。近年来由于造纸工业发展很快纤维原料供应紧张，有的国家倡导用全树来造纸，即除树杆、枝桠外树根也用来造纸，以提高木材的利用率。

植物的茎秆主要是起机械的支撑作用。使冠部或叶部撑开吸收更多的阳光以利生长，并起输导作用。即将根部的水分、矿物盐向上送到叶部，将叶部制成的营养分输送到植物的各部以进行植物的新陈代谢作用，多余的则贮存起来。这部分组织的细胞多数呈纤维状，是造纸工业使用的主要部分，此外，也有一些基本组织的薄壁细胞及表皮细胞。

二、植物细胞的种类

从造纸的角度来看，植物的各种组织功能虽异，但组成各种组织的细胞基本上可以分为两大类，即薄壁细胞及纤维状细胞。

(一) 薄壁细胞

薄壁细胞（图1-2）的细胞壁薄而柔软，长度较短，胞腔大多为圆形、椭圆或多面