

职业技术教育教材

造纸工艺及设备

吴葆敦 主编

ZHAOZHI GONGYI JI SHEBEI



中国轻工业出版社

职业技术教育教材

造纸工艺及设备

吴葆敦 李向华 郭纬 编

吴葆敦 主编

黄建民 主审

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

造纸工艺及设备/吴葆敦主编. —北京: 中国轻工业出版社,
2011. 8

职业技术教育教材

ISBN 978 - 7 - 5019 - 2735 - 7

I. 造… II. 吴… III. ①造纸 - 生产工艺 - 技术教育 - 教材②造纸工业 - 设备 - 技术教育 - 教材 IV. TS7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 55089 号

责任编辑: 林 媛 责任终审: 滕炎福 封面设计: 崔 云
版式设计: 丁 夕 责任校对: 方 敏 责任监印: 吴京一

*

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 河北省高碑店市德裕顺印刷有限责任公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2011 年 8 月第 1 版第 9 次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 20. 25

字 数: 486 千字

书 号: ISBN 978 - 7 - 5019 - 2735 - 7 定价: 45. 00 元

邮购电话: 010 - 65241695 传真: 65128352

发行电话: 010 - 85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

111029J4C109ZBW

**职业技术教育教材指导委员会
制浆造纸专业建设指导委员会**

主 任：林润惠

副主任：林育德

秘 书：邝守敏

委 员：边 贵 林永兴 李与文 董永丽
李土根 张 翼 王年安 刘一山

前 言

《造纸工艺及设备》是根据 1996 年轻工职业技术教育教材指导委员会教材会议的决定，由广东轻工职业技术学院编写，经轻工职业教育造纸专业教材编审委员会审定出版。

本教材的绪论和第四章由吴葆敦编写；第一、二、三、六章由李向华编写；第五、七章由郭纬编写。全书由广东轻工职业技术学院吴葆敦担任主编，四川轻工职业技术学院黄建民负责主审。

本教材初稿会齐整理后，经黄建民同志审阅，提出了修改意见。又由参加编写的同志再次补充修改，黄建民同志再审，最后定稿，送专业教材领导小组。在本教材编写过程中，我们得到了造纸界前辈郭广源同志和其他造纸同行的大力支持和帮助。在此谨向参加审稿和对原稿提出过宝贵意见的所有同志致以最诚挚的感谢。

本教材按 100 学时左右的教学时数编写，供职业技术教育《造纸工艺及设备》课程教学之用，也可作为同等程度的职工自学参考用书。

衷心希望使用本书的同志对本书中的疏漏和欠妥之处提出批评和指正。

编 者

1999 年 12 月

目 录

绪论	(1)
一、概述	(1)
二、纸和纸板的分类和规格	(2)
三、纸和纸板的质量要求	(4)
四、造纸生产流程	(4)
第一章 打浆	(7)
第一节 打浆原理	(7)
一、纤维在打浆过程中的变化	(7)
二、纤维的结合力	(9)
三、影响纤维结合力的因素	(10)
四、打浆质量的检测	(11)
五、打浆与纸张性质的关系	(12)
六、打浆方式	(13)
第二节 打浆设备	(15)
一、打浆机	(15)
二、锥形磨浆机	(22)
三、圆柱磨浆机	(25)
四、盘磨机	(30)
五、高浓磨浆机	(37)
第三节 打浆工艺	(39)
一、影响打浆的因素	(39)
二、各种纸浆的打浆特性	(43)
第二章 调料	(45)
第一节 施胶	(45)
一、施胶的目的和施胶方法	(45)
二、纸内施胶	(46)
三、纸面施胶	(59)
第二节 加填	(62)
一、加填的目的和作用	(62)
二、填料的选用、种类和性质	(63)
三、填料对纸张性质的影响	(65)
四、填料的留着率	(65)
五、填料的留着机理	(66)
六、影响填料留着的因素	(66)

绪 论

一、概 述

造纸是我国古代四大发明之一。今天,随着科学技术的发展,造纸工业已不只是传统的轻工业,而且是与国民经济和人民生活密切相关的重要产业,也是为新闻、出版、印刷和包装等行业提供原材料的重要基础工业。

造纸工业在全球工业中一直占据着重要地位。1995年,全球造纸工业销售额为2600亿美元,资产4000亿美元,行业排序居电信制造业和汽车工业之后,超过了钢铁工业和航空航天工业。经济发达国家如美国、日本、加拿大和北欧等都拥有发达的造纸工业,一些发展中国家如韩国、巴西、印尼和泰国等的造纸工业也在最近20年间走上了比较发达的道路。

建国以来,特别是改革开放之后,我国的造纸工业得到了很快的发展,纸和纸板的产量从1950年的38万t猛增到1997年的2733万t,年均增长率9.5%。其中1978年至1997年的19年间,年增长率10.1%。轻工系统内造纸工业产值由1978年的50亿元增长到1997年的458亿元,在轻工业中的比重逐年提高,为国民经济的发展和人民生活水平的提高做出了重要贡献。

1997年,我国纸和纸板的产量达到2733万t,居世界第三位,消费量达到3258万t,超过了日本,位居世界第二。但是,我国人均消费只有25kg左右,不到世界人均消费水平55kg的一半。同世界造纸业发达国家相比,差距更大。1996年,美国人均消费为320kg,日本为245kg,亚洲新兴工业国韩国也达到了154kg。有关部门预测,到2000年,我国纸及纸板需求为3800万t,人均消费为29kg;2010年为7000~8000万t,人均消费为50~57kg,达到目前世界人均消费水平。世界造纸工业发展规律表明,一个国家造纸工业消费量的增长同国内生产总值(GDP)增长速度是一致的,或略高于GDP的增长。当人均GDP达到1.5万美元时,造纸工业发展处于成熟期。1997年,我国人均GDP只有7000美元,远低于1.5万美元的水平。因此,我国造纸工业发展具有需求不断扩大、增长周期长的特点。而且,造纸工业还可以带动林业、化工、包装、建材等相关行业的发展,拉动经济增长,成为国民经济发展的新的增长点。

科学技术的进步,促进了造纸工业的飞速发展。在蔡伦之后的一千八百多年间,新的造纸工艺、技术、装备不断推出,纸和纸板的品种日益丰富,质量不断提高。

国际上的纸和纸板的品种种类达5000种以上,据英国《纸业月刊》介绍,估计世界上能够生产的纸种约有12000种。

近年来,木片磨木浆的发展,尤其是预热木片磨木浆的出现,扩大了阔叶木材种的利用,使在新闻纸配浆中减少了化学木浆的用量,降低了新闻纸的成本。同时,新闻纸定量又从50~52g/m²降至28~40g/m²,节约了原料。今后,降低各种纸的定量、使用各种不同特性的填料来增加吨纸可印刷的总面积将是发展的趋势。化学浆和机械浆混合使用以提

高纸的松厚度和不透明度，可以提供更轻的纸产品。这样，纸厂可以大大降低成本而用户也可以节省资金（例如降低运输费用，提高吨纸使用面积等等）。

连续打浆早已获得普遍的应用，高浓打浆（浓度在 20%~30%）也已付诸生产。

造纸机在往大型化、高速化方向发展。世界上最宽的造纸机，幅门超过 10m，最高车速可达 2000m/min。为高速造纸机设计的各种流浆箱、网部、压榨部及干燥部的新结构、新技术使进一步提高纸机车速并改进纸张质量成为可能。行业专家预言，未来造纸机的车速将可达到 3000 m/min。

电子计算机的使用，使在纸机上对纸幅全宽定量、水分、厚度、不透明度、光泽度等的检查和调整更加精确，为进一步提高纸张质量、提高劳动生产率创造了更有利的条件。

自 70 年代以来，各国对环境保护问题给予了越来越多的重视。水的循环使用目前已成为一项重要的生产及环保课题。在造纸车间进行封闭用水，既可减少清水用量和污水排放量，又利于节约纤维原料，降低生产成本。但是，封闭用水可能对生产和最终产品质量，以及对设备效能和造纸过程化学品体系的效能产生影响（水的循环使用对助留、助滤、浆内施胶、增强和沉淀控制等化学品体系产生很大影响）。这些问题都有待进一步探讨研究，予以解决。

二、纸和纸板的分类和规格

(一) 纸和纸板的分类

从纤维原料和辅助材料加工所得的产品，可以分成纸和纸板两大类。纸和纸板是按定量或厚度予以区分，但其界限并不很严格。一般把定量小于 225g/m² 或厚度小于 0.1mm 的称为纸，定量大于 225g/m² 或厚度大于 0.1mm 的称为纸板。

纸的种类很多，除了按定量或厚度分为纸和纸板外，还有其它的分类方法。例如，按抄制方法分类，有手工纸和机制纸；按所用原料不同分类，有植物纤维纸、矿物纤维纸、金属纤维纸和合成纤维纸等等。

比较普遍的是按用途分类。根据用途，纸张大致可分为文化用纸、工农业技术用纸、包装用纸和生活用纸四大类（见表 0-1）；纸板也大体上分为包装用纸板、工业技术用纸板、建筑纸板和印刷与装饰用纸板四大类（见表 0-2）。

表 0-1 纸 张 分 类 示 例

纸 张 类 别	产 品 示 例
1. 文化用纸	①新闻纸 ②书刊印刷纸：包括凸版印刷纸、胶印书刊纸、凹版印刷纸、石版印刷纸、胶版印刷纸、画报印刷纸、涂料印刷纸、招贴纸等 ③特殊印刷纸：包括钞票纸、邮票纸、证券纸、地图纸、海图纸、字典纸等 ④书写纸类：包括书写纸、打字纸、有光纸、拷贝纸、薄页纸、办公纸、压感复写纸等 ⑤艺术用纸：包括宣纸、图画纸、水彩画纸、素描画纸、木炭画纸等
2. 工农业技术用纸	绘图纸、描图纸、电气绝缘纸、电缆纸、电话纸、电容器纸、炸药卷纸、导火线纸、蚕种纸、育苗纸、卷烟纸、滤纸、仪表记录纸、蜡纸、打字蜡纸、沥青纸、防水纸、钢纸、羊皮纸、打孔电报纸、计算机用纸、感光纸、录音纸、录像纸、传真纸、蜡光纸、商标纸、晒图纸、塑料贴面纸等

续表

纸 张 类 别	产 品 示 例
3. 包装用纸	①商业用包装纸 ②特殊包装纸：包括纸袋纸、邮封纸、鸡皮纸、糖果包装纸、水果包装纸、中性包装纸、茶叶包装纸、茶叶袋纸、香皂包装纸、防锈纸等 ③防油包装纸：包括透明纸、仿羊皮纸等
4. 生活用纸	彩色皱纹纸、印花壁纸、扑克牌纸、纸基层叠塑料、医疗卫生纸、手巾纸、毛巾纸、餐巾纸、卫生纸、白卡纸、米卡纸等

表 0-2 纸 板 分 类 示 例

纸 板 类 别	产 品 示 例
1. 包装用纸板	草纸板、箱板纸、厚纸板、瓦楞纸板、白纸板、涂布白纸板等
2. 工业技术用纸板	过滤纸板、电气绝缘纸板、提花纸板、标准纸板、扬声器纸板、防水纸板、仪表盘纸板、衬垫纸板、油毡原纸等
3. 建筑类纸板	建筑纸板、隔音纸板、装饰纸板、油毡纸、纤维板等
4. 印刷与装饰用纸板	字型纸板、封面纸板、封套纸板、塑料贴面装饰纸板等

(二) 纸和纸板的规格

根据需要，纸和纸板可以制成卷筒和平板两种规格。

纸和纸板的尺寸均有一定规定，也可以根据用户需要另作安排。国家标准 GB147—59 对新闻纸、有光纸、印刷纸、书皮纸、书写纸、打字纸、绘图纸、描图纸、晒图纸等的尺寸做出如下规定：

卷筒纸宽度尺寸：1575mm

1092mm

880mm

787mm

平板纸幅面尺寸：880mm×1230mm

880mm×1092mm

787mm×1092mm

787mm×960mm

690mm×960mm

850mm×1168mm

卷筒纸的长度一般是 6000m，但也有例外（如绘图纸只有 20m）。卷筒纸的宽度误差不超过 ±3mm；直径为 750~800mm，中间纸芯的直径是 75~85mm。

还有一些卷筒纸产品的尺寸，需要根据用途另作规定。例如纸袋纸宽度为 1020mm，长 4000mm；卷烟纸宽度为 29mm 或 29.5mm，长为 4000m 或 5000m。

纸和纸板的规格和尺寸，均要能适应用途的需要。纸和纸板的规格和尺寸的规定，既是造纸机幅门的设计依据，又是裁切复卷设备的设计依据，关系到造纸设备的标准化和系列化的实现。有关纸和纸板的规格和尺寸的详细规定，可参阅《造纸工业产品标准汇编》以及其它有关资料。

三、纸和纸板的质量要求

从使用需要出发，纸和纸板的质量要求大致可归纳为下列七个方面。

(一) 外观质量

外观质量是指尘埃、孔洞、针眼、透明点、半透明点、皱褶、条痕、网印、毛毯痕、斑点、浆疙瘩、裂口、卷边、色泽不一致等肉眼可以观察到的缺陷。对各种纸和纸板都应提出一定的外观质量要求。

(二) 物理性能

物理性能主要包括定量、厚度、紧度、机械强度（又称物理强度，包括抗张强度、断裂长、耐破度、耐折度、伸长率、环压强度、撕裂度、压断弹性、戳穿强度、弯曲性能等）、伸缩性、可压缩性、透气度（或称气孔度）、挺度、柔软性能等。物理性能均需通过专门仪器进行测定。

(三) 吸收性能

吸收性能包括施胶度（即憎液性能）、吸水性能、吸墨性能、吸油性能等。大多数纸要经过施胶处理，取得一定的憎液性能。要求具有吸液性能或吸油性能的纸张（例如滤纸、羊皮纸原纸、浸渍加工原纸、卫生纸等），则不施胶。吸收性可通过化学方法或物理方法测定。

(四) 光学性能

光学性能是指亮度、白度、色泽、光泽度、透明度、不透明度等通过光学仪器可以进行检定的项目。

(五) 表面性能

表面性能包括平滑度、抗磨性能、耐擦性能、粘合性能、瓦楞性能、粗糙度等。这些项目均需采用专门仪器进行测定。

(六) 适印性能

适印性能是印刷纸的一项重要的质量要求。纸和纸板的适印性能主要取决于其平滑度、施胶度、可压缩性、不透明度、尺寸稳定性、机械强度、掉毛、掉粉性能等的综合反映。

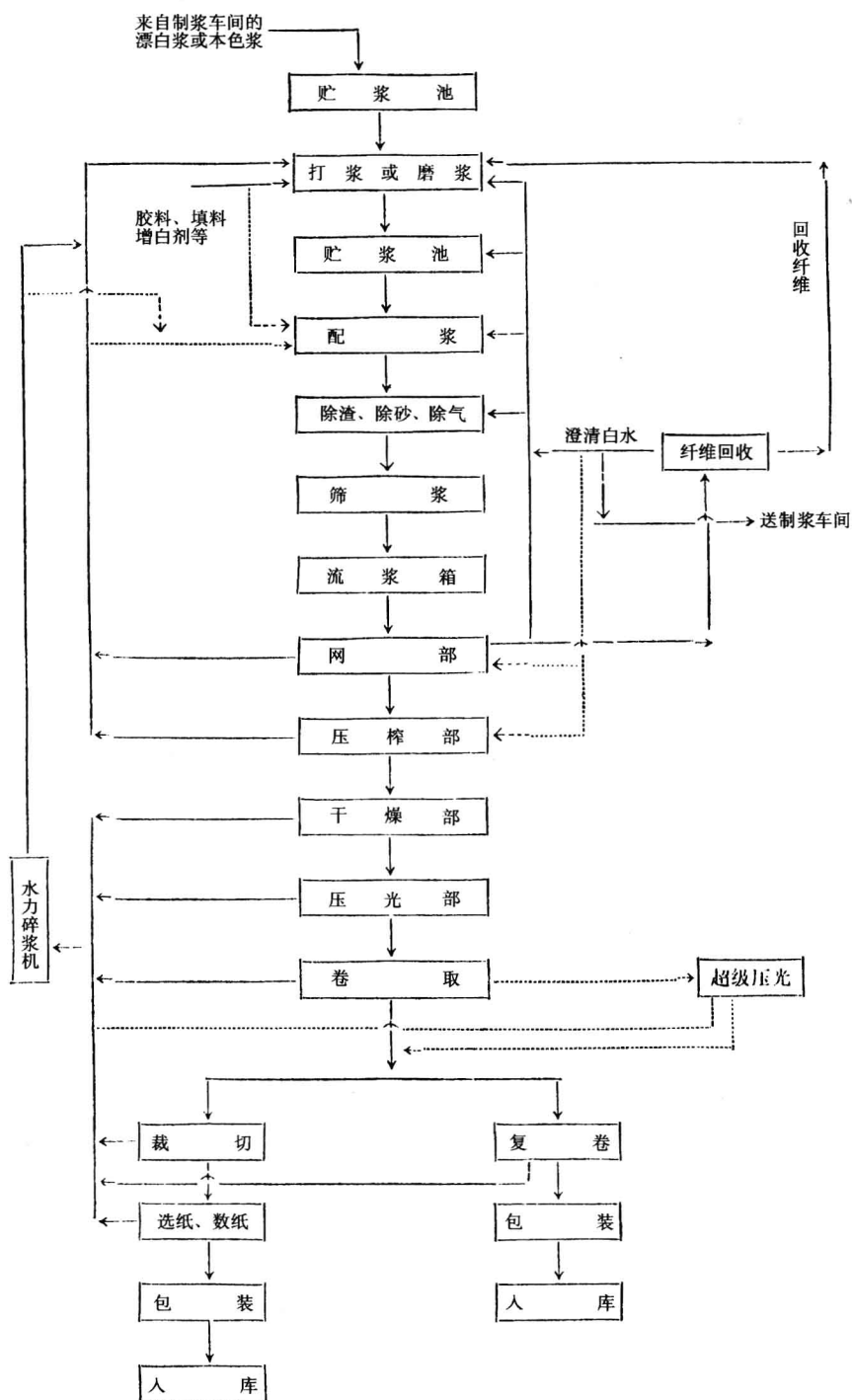
(七) 其它方面的特殊质量要求

有些纸和纸板又要求具有某些特殊性能，主要有化学性能（例如防锈包装纸的耐蚀性能、耐碱性能等），水溶性（例如保密文件用纸等），水不溶性（例如茶叶袋纸等），电气性能（例如电气绝缘纸的绝缘性能、介电性能和击穿性能；导电纸的导电性能、录音纸的电磁性能）等等。

我国有关部门对若干种主要纸和纸板产品，提出了质量标准（详见《造纸工业产品标准汇编》），并就检验方法提出标准程序（详见《造纸工业产品试验方法标准汇编》），这些规定都应作为检查纸和纸板质量的依据。

四、造纸生产流程

从纸浆制成纸或纸板，需要经过打浆、加填、施胶、调色、净化、筛选等一系列加工程序，然后再在造纸机上抄造成纸张。下图反映了造纸生产的基本过程。



纸张生产流程简图

来自制浆车间的纸浆不能直接用来造纸，先要经过打浆对纸浆纤维进行必要的切短和细纤维化处理，以便取得纸或纸板所要求的机械和物理性能。

对大多数纸种来说，还需要在纸浆中加入填料，借以改进纸张的质量（尤其是平滑

度)。为使纸张具有抗水性,又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,调整漂白浆色泽,使取得“显白”效果。另外还可以加用增干强剂、增湿强剂、助滤剂、助留剂等添加剂,用以分别提高纸张干湿强度、提高纸浆滤水性能、提高填料和细小纤维在纸张中的留着等。抄制色纸则又必须加入各种染料以取得所需颜色。

纸浆在送入纸机进行抄纸前,还必须进行除砂筛选、除气等前处理,去掉混在纸浆中的金属或非金属杂质、纤维束和空气,减少纸张的尘埃度,提高纸张质量。

除砂、筛选和除气后的纸浆送入流浆箱,均匀分布在造纸机网部脱水,形成湿纸页,然后通过压榨部进行机械压榨脱水,再在干燥部利用热能蒸发掉湿纸中的水分,最后经压光、卷取、切纸、选纸或复卷、打包等整理工序成为平板或卷筒的成品纸或纸板。

在造纸机经过压光处理的纸张,其平滑度一般只能达到 30~50s。如要求纸张达到 50~60s 以上的平滑度,则需要使纸张通过软压光或超级压光进一步加工。

在抄纸过程中,从造纸机网部排出的大量白水,含有很多细小纤维和填料,应设法回收利用。这是节约纤维原料和化学药品,节约生产用水、减少白水直接排放污染江河的有效措施。

抄纸过程所产生的湿损纸和干损纸,也应集中予以回抄。

上述问题将在本书的有关章节中分别作详细阐述。

第一章 打 浆

经过漂白净制和筛选以后的纸浆，还不宜直接用于造纸。利用机械方法处理水中的浆料纤维，使其具有满足造纸机生产上要求的特性，从而生产出能达到预期质量指标纸张的工艺操作过程，称为打浆。

没有经过打浆处理的纸浆纤维较为挺硬，缺少必要的切短和分丝，如直接用以抄纸，则所生产出的纸张显得疏松多孔、表面粗糙、强度很低。纤维经过打浆以后，可以获得一些特定的性质，如直径减少，比表面积增加，具有一定的柔软性和可塑性，纤维间的结合力增加。因此，用经过打浆的纸浆抄成的纸，纤维组织紧密均匀、强度较高，可以获得预期的质量指标。

纸的品种很多，因用途不同质量差别很大，但造纸的纤维原料种类并不多。要同一种纤维原料生产出多种性质不同的纸张，进行合理的打浆操作是最基本的环节。

此外，打浆还有混合纸浆、胶料、填料和硫酸铝等的作用。经过打浆的纸浆一般又称为成浆。

第一节 打 浆 原 理

一、纤维在打浆过程中的变化

打浆过程是一个复杂的机械和物理过程。打浆设备对纤维产生挤压、摩擦、剪切、冲击等机械作用。打浆的结果使纤维受到弯曲、扭曲、卷曲、撕裂、压溃和切断。经过打浆之后，纤维无论在形态和性质上都起了很大的变化。这些变化对造纸机生产上的要求和成纸的质量指标有重要的影响。因此，根据生产要求和产品的质量指标，合理控制打浆过程具有重要的意义。

在纤维原料一章中已经讲过，植物纤维的构造可分为胞间层（L）、初生壁（P）、次生壁外层（ S_1 ）、次生壁中层（ S_2 ）和次生壁内层（ S_3 ）等。化学浆纤维的胞间层基本上已在蒸煮过程中去掉了。打浆过程中纤维的变化，主要可分为：细胞壁的位移和变形；初生壁和次生壁外层的破除，润胀，细纤维化和切断等。实际上这几种作用不是截然分开的，而是交错进行的。现分述如下。

（一）细胞壁的位移和变形

位移一般是在次生壁中层（ S_2 ）的微纤维上发生。用偏光显微镜很容易观察到的纤维上的亮点，就是微纤维的位移点。根据观察，在打浆过程的最初阶段纤维的位移和变形很少，其情况如图 1-1 所示。打浆的机械

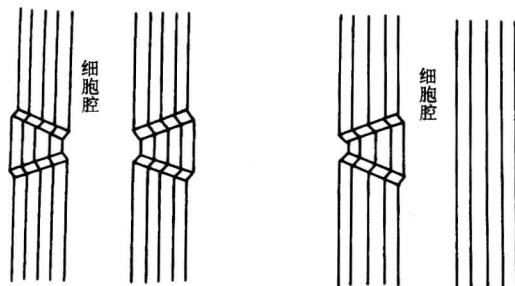


图 1-1 细胞壁的位移和变形