

职业技能鉴定培训用书——造纸行业

# 造纸工艺与技术

纪培红 鞠成民 主编



化学工业出版社

·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

造纸工艺与技术/纪培红, 鞠成民主编. —北京: 化学工业出版社, 2004. 11  
职业技能鉴定培训用书——造纸行业  
ISBN 7-5025-6285-0

I. 造… II. ①纪…②鞠… III. 造纸-生产工艺-技术培训-自学参考资料 IV. TS75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 113587 号

---

职业技能鉴定培训用书——造纸行业  
造纸工艺与技术

纪培红 鞠成民 主编  
责任编辑: 王秀鸾 陈丽  
文字编辑: 贾婷  
责任校对: 顾淑云 周梦华  
封面设计: 蒋艳君

\*

化学工业出版社出版发行  
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)  
发行电话: (010) 64982530  
<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销  
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷  
三河市前程装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 12 字数 320 千字  
2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6285-0/TS·217

定 价: 28.00 元

---

版权所有 违者必究  
该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

# 前 言

造纸工业是国民经济的重要支柱之一，与社会经济发展和人民生活密切相关。中国造纸工业发展迅速且前景广阔，将是 21 世纪的“朝阳工业”。近几年，随着造纸工业突飞猛进的发展，新技术、新工艺、新装备不断出现，相应地对造纸工作者的素质要求也越来越高，造纸工人的岗前培训和在职技术人员培训尤为重要，为此我们编写了本套教材。

本书是根据造纸行业职工岗前培训和在职技术工人培训的特点，结合近些年来造纸工业技术的发展，以及作者多年来从事职业技术教育的经验，以基础知识为起点，对造纸的生产过程、基本原理、工艺技术操作及控制、设备结构性能等做了系统的介绍，融会了国内外的新技术、新工艺，同时又针对造纸工人在生产中遇到的一些常见问题进行了解答。通过大量的生产实例和插图来讲述工艺过程及原理，每章后附有思考题，以便检查、巩固、提高，使读者可以做到理论与实践相结合，从而拓展思维。全书知识点组织是“入门”与“提高”并重，既适合造纸行业职工岗前培训使用，也适合在职需要提高的技术工人培训或自学使用。

本书初稿完成后，由丁洪杰审阅，提出了修改意见，在此表示感谢。

对本书中的疏漏和欠妥之处，敬请读者批评指正。

编者

2004 年 8 月

# 目 录

第一章 绪论 .....	1
一、纸与纸板的分类 .....	3
二、纸与纸板的性质与质量要求 .....	5
三、纸与纸板的生產方法及流程 .....	8
第二章 打浆 .....	10
第一节 打浆的任务 .....	10
第二节 打浆理论 .....	10
一、纤维细胞壁的构造 .....	10
二、纤维在打浆中的变化 .....	12
三、纤维结合力 .....	14
四、打浆过程质量控制 .....	16
五、打浆与纸张性质的关系 .....	17
第三节 打浆工艺 .....	19
一、打浆方式 .....	19
二、影响打浆的因素 .....	20
三、各种浆料的打浆特性 .....	23
第四节 打浆设备 .....	23
一、打浆机 .....	24
二、连续打浆设备 .....	24
三、打浆辅助设备 .....	30
思考题 .....	32
第三章 调料 .....	34
第一节 施胶 .....	34
一、施胶目的及方法 .....	34
二、施胶及施胶剂的发展 .....	35
三、纸内施胶 .....	36

四、表面施胶 .....	49
第二节 加填 .....	56
一、加填目的及作用 .....	56
二、填料种类、性能及应用 .....	57
三、填料留着率及影响因素 .....	58
四、加填工艺及操作 .....	60
第三节 染色 .....	63
一、调色的目的与调色原理 .....	63
二、色料种类及应用 .....	63
三、染色操作及影响染色的因素 .....	65
四、染色两面性及解决 .....	67
第四节 其他化学助剂 .....	67
一、增强剂 .....	67
二、助留、助滤剂 .....	71
三、消泡剂 .....	75
四、防腐剂 .....	76
思考题 .....	76
第四章 造纸机前供浆系统 .....	78
第一节 配浆 .....	78
一、配浆的目的 .....	78
二、配浆方法及控制 .....	78
第二节 纸料的调节和稀释 .....	78
一、纸料浓度的调节 .....	79
二、浆量调节 .....	80
三、纸料稀释方法及操作 .....	81
第三节 纸料的精选与除气 .....	83
一、纸料的净化与筛选 .....	83
二、纸料制备及精选流程 .....	88
三、纸料的除气 .....	88
思考题 .....	92

第五章 纸和纸板的抄造 .....	93
第一节 概述 .....	93
一、纸的抄造方法、设备分类 .....	93
二、造纸机的生产过程 .....	93
三、造纸机的生产能力计算 .....	95
四、造纸机的主要技术经济指标 .....	99
第二节 纸料的流送和上网 .....	99
一、纸料流体特性及其对流送和上网的影响 .....	99
二、流浆箱及其发展 .....	100
三、流送部常见问题及处理 .....	115
第三节 造纸机的网部 .....	118
一、造纸机网部的任务和要求 .....	118
二、长网部 .....	118
三、圆网部 .....	137
四、双网成型部 .....	153
五、造纸网 .....	159
六、网部操作中的一些问题及其处理 .....	164
七、白水回收及损纸处理 .....	168
第四节 压榨部 .....	174
一、压榨部的作用 .....	175
二、湿纸页的传递 .....	175
三、压榨类型、构造及其发展 .....	178
四、压榨毛毯 .....	197
五、压榨脱水机理 .....	202
六、影响纸页压榨脱水的因素 .....	204
七、圆网纸机的压榨部 .....	206
八、压榨部常见问题及处理 .....	208
第五节 干燥部 .....	212
一、干燥部的作用和组成 .....	213
二、干燥与纸张性质的关系 .....	216

三、烘缸的构造及冷凝水的排除	218
四、干燥过程原理	223
五、烘缸干燥曲线及通汽方式	230
六、造纸烘干用织物	233
七、干燥部的通风	236
八、干燥部常见问题及处理	239
第六节 纸的压光与卷取	249
一、压光机	249
二、卷纸机	252
第七节 造纸机的传动	253
一、对造纸机传动的要求和速比	253
二、造纸机的传动形式	255
第八节 纸板的抄造	257
一、平板纸板机	257
二、卷筒纸板机及其发展趋势	259
三、纸板生产中需要注意的几个问题	267
第九节 纸的完成及整理	270
一、超级压光机	270
二、卷筒纸的整理	275
三、平板纸的整理	279
思考题	281
第六章 加工纸	283
第一节 涂布加工纸	283
一、颜料涂布纸	284
二、特殊涂布加工纸	321
第二节 复合加工纸	330
一、复合加工纸的分类及其特性	330
二、复合加工纸用薄膜	331
三、层合加工的方法	332
第三节 变性加工纸	334

一、植物羊皮纸	334
二、钢纸	335
三、乙酰化纸	338
第四节 浸渍和其他加工纸	339
一、浸渍加工纸	339
二、机械加工纸	340
思考题	340
第七章 常见纸与纸板品种制造技术	341
第一节 印刷用纸	341
一、新闻纸	341
二、胶印书刊纸	345
三、胶版印刷纸	347
第二节 书写用纸	350
一、书写纸	350
二、打字纸	352
三、有光纸	354
第三节 技术用纸	355
一、静电复印纸	355
二、电子计算机打印纸	358
三、卷烟纸	361
第四节 纸板	364
一、箱纸板	364
二、瓦楞原纸	365
三、单面涂布白纸板	366
思考题	366
参考文献	367

# 第一章 绪 论

自公元前 105 年我国东汉蔡伦发明造纸术以来，历经两千多年，纸的用途或功能也由最初的书写工具而发展成为现代社会不可缺少的生产、生活资料。

纸或纸板是如何制造出来的，其基本生产工艺流程如何？

纸或纸板的定义及其区别，有多少，有哪些类型和品种？

纸或纸板有哪些基本的性能？如何根据用途来确定其质量要求？

现代造纸技术已经和正在进行哪些重要的进步，这些进步会对未来的造纸工业产生如何的影响？

本章内容回答了上述问题，使读者对现代意义上的纸（纸板）、造纸术及其未来的发展有一个概略性的了解。

纸和纸板是人类文化与信息的载体，也是工业、农业、科学、生活和卫生等方面的重要材料，是公认的易于再生的绿色材料。制浆造纸工业，是国民经济重要支柱产业之一，其产值与国民生产总值高度正相关（造纸工业在美国是仅次于信息、汽车之后的第三大产业）。

造纸工业不仅在全球工业中占据着重要的地位，而且其发展速度也是令人可喜的。尤其是 20 世纪 50 年代后，世界纸和纸板的产量由 1950 年的 4300 万吨增加至 2001 年的 31814.7 万吨，51 年平均年增长率为 4.12%。2001 年全世界纸和纸板的总消费量为 31801.8 万吨，人均消费量 51.8kg。我国纸和纸板的产量从 1950 年的 38 万吨猛增至 2001 年的 3340 万吨，消费量由 40.48 万吨增加到 3758.1 万吨，人均消费量由 0.73kg 变为 29kg，产量和消费量均居世界第二。据国家统计局对规模以上企业的统计汇总，2003 年全国纸和纸板总产量为 4300 万吨，消耗量为 4806 万吨，人均消费量 37kg，无论是产量还是消耗量均有较大幅度的提高。

科学技术的进步，促进了造纸工业的飞速发展，新的造纸工艺、技术、装备不断出现，纸和纸板的品种日益增多，质量不断提高。当前，造纸领域的发展主要表现为以下几个方面。

### (1) 纸的品种方面

世界上纸和纸板的品种种类达 5000 种以上，根据英国《纸业月刊》介绍，估计世界上能够生产的纸种约有 12000 种。随着信息业的迅速发展，许多新的纸种不断被开发，如光敏、热敏、磁敏、力敏等功能的记录纸、打印纸、复印纸和传真纸等，且其用量与日俱增；各种加工纸发展较快，不同品种的纸已应用于建材、化工、石油、电力、军事、医药卫生、科学研究和日常生活等各个领域。

### (2) 打浆方面

连续打浆早已获得普遍应用，高浓打浆也已付诸生产。我国在草浆打浆改革上，做了大量工作，如工程塑料材质打浆，草浆中、高浓打浆等均已不同程度地从理论和实践上取得了较好的科研成果，这对提高草浆打浆质量、节省打浆能耗、开发和利用草浆具有十分重要的意义。

### (3) 造纸助剂方面

随着纸机的高速化、大型化及夹网成型技术的发展，反应型施胶剂的应用，白水系统的封闭程度及废纸利用率的不断提高等促使造纸湿部化学得到了迅速的发展，品种繁多的各式助剂也随之出现，如各种增干、湿强度剂、助留助滤剂、消泡剂、防腐剂等。其中助留技术和相应的助留体系更是湿部化学研究的热点，由原来的采用阳离子淀粉、两性淀粉或不同类型的聚丙烯酰胺单一助留剂的助留，发展到多元助留体系和微粒助留助滤体系。微粒助留体系使纸页细小纤维和填料的留着以及纸页的滤水性能得到大幅度提高的同时，纸页的匀度也得到了较大的改善，这项技术逐渐被造纸界所重视，并得到了发展。

### (4) 抄纸方面

一是随着原料的开发利用及造纸化学品的发展，纸张的定量逐步下降，节约了原料，降低了成本。二是随着中碱性施胶技术的发

展，抄纸由原来的酸性抄纸向中性抄纸发展。造纸工业的发展，使酸性施胶的弊端逐渐暴露出来，中性施胶具有其独特的优点：可添加廉价的碳酸钙填料，降低生产成本，并提高纸品的白度、不透明度等；显著提高纸品的耐久性，避免其返黄和脆化；减少造纸设备的腐蚀；降低造纸废水中的 BOD 和 COD 含量，减轻污染负荷。目前，造纸工业中的施胶剂主要有松香胶、AKD、ASA 等。对于松香胶施胶来说，传统的酸性施胶也逐渐被松香胶中性施胶代替，分散松香胶尤其是阳离子分散松香胶将成为今后发展的重点。

#### (5) 纸机装备方面

造纸机在向大型化、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 以上。为高速纸机设计的各种流浆箱、网部、压榨部及干燥部的新结构、新技术可进一步提高纸机车速并改进纸张质量。电子计算机的应用，使在纸机上对纸幅全宽定量、水分、厚度、不透明度和光泽度等的检查和调整更加精确，为进一步提高纸张质量和劳动生产率创造了更有利的条件。

#### (6) 白水回用方面

随着人们环保意识的进一步增强，对造纸工业废水的排放量要求越来越严格，世界各国竞相研制开发降低造纸废水排放量的技术，纸机的白水循环进一步封闭，现已提出了“零排放”的概念。但是，封闭用水导致白水中干扰物质成倍增加，这对生产和最终产品质量、设备效能及造纸过程化学品体系的效能产生负面影响，这些问题有待进一步探讨研究，予以解决。

#### 一、纸与纸板的分类

纸与纸板品种、规格繁多，可根据不同的方法进行分类。

① 按造纸的原料分类，有植物纤维纸、合成纤维纸、矿物纤维纸和金属纤维纸。

② 按抄造方式，可分为手工纸和机制纸。

③ 按整理包装方式的不同，可分为平板纸、卷筒纸和盘卷纸。

④ 按定量和厚度不同，可分为纸和纸板。通常定量在  $150\text{g}/\text{m}^2$  以下或厚度在  $0.2\text{mm}$  以下的，统称为纸；定量在  $150\text{g}/\text{m}^2$  以上或厚度在  $0.2\text{mm}$  以上的，则称为纸板。但这个界限并不严格，有些产品定量虽达  $200\text{g}/\text{m}^2$  以上（例如白卡纸、绘图纸、铸涂纸等）但仍按习惯划归为纸。

⑤ 按纸面的光滑程度，分为毛面纸、半有光纸和有光纸。

⑥ 比较普遍的还是按用途分类。根据用途，纸可分为文化用纸、包装用纸、技术用纸和生活、装饰用纸四大类（见表 1-1）；纸板分为工业技术纸板和商品包装纸板两大类（见表 1-2）。

表 1-1 纸的分类及产品品种

文化用纸	<p>① 新闻纸：普通新闻纸、低定量薄型新闻纸、胶印新闻纸等</p> <p>② 印刷纸：凸版印刷纸、凹版印刷纸、胶版印刷纸、超级压光印刷纸、招贴纸、画报纸、证券纸、书皮纸、白卡纸、钞票纸、邮票纸、请柬卡纸、字典纸、坐标纸、扑克牌纸、地图纸、海图纸、玻璃卡纸等</p> <p>③ 书写、制图及复印用纸：书写纸、罗纹书写纸、有光纸、打字纸、拷贝纸、誊印纸、复写纸、水写纸、商用簿记纸、蜡纸、图画纸、水彩画纸、素描画纸、油画坯纸、宣纸、连史纸、皮画纸、描图纸、制图纸、底图纸、晒图纸、热敏复印纸、静电复印纸、光电复印纸等</p>
包装用纸	<p>一般商用包装纸、茶叶包装纸、中性包装纸、食品糖果包装纸、防霉包装纸、感光材料包装纸、水果保鲜纸、邮封纸、鸡皮纸、透明纸、牛皮纸、条纹牛皮纸、纸袋纸、韧性纸袋纸、仿羊皮纸、防潮纸、防锈纸、包药纸、中性防油纸、防油抗氧纸、毛纱纸、轮胎包装纸、渔用纸等</p>
技术用纸	<p>各种记录纸、传真纸、心电图纸、脑电图纸、磁带录音纸、光波纸、电声纸、声感纸、穿孔带纸、电子计算机用纸、碳素纸、打孔电报纸、打孔卡纸、各种定性定量和分析滤纸、离子交换纸、各种空气和油类滤纸、防菌滤纸、玻璃纤维过滤纸、电镀液滤纸、防毒面具过滤纸、气溶胶过滤纸、航天用矿物纤维纸、金属纤维纸、碳素纤维纸、电容器纸、电气绝缘纸、电话线纸、电缆纸、军用保密水溶纸、炮声记录纸、弹筒纸、纸粕辊原纸、水砂纸、代布轮抛光纸等</p>
生活、装饰用纸	<p>皱纹纸、卫生巾纸、面巾纸、尿布纸、消毒巾纸、药棉纸、纱布纸、水溶性药纸、采血试纸、胃癌测试纸、测血色素专用蛋白纸、壁纸、植绒纸、贴花面纸、蜡光纸、卷烟纸等</p>

表 1-2 纸板分类及产品品种

商品包装纸板	黄纸板、箱纸板、瓦楞原纸、茶纸板、白纸板及多种内包装纸板等	
工业技术纸板	绝缘纸板	100/00 薄绝缘纸板、50/50 薄绝缘纸板、冷压厚绝缘纸板、热压厚绝缘纸板、钢纸板
	过滤纸板	滤芯纸板、汽车三滤纸板、啤酒过滤纸板
	建筑纸板	石膏纸板、油毡纸板、墙壁纸板、装饰纸板、地板纸板、隔音纸板
	冲压纸板	标准纸板、提花纸板、扬声器纸板
	衬垫纸板	未浸渍衬垫纸板、浸渍衬垫纸板、密封衬垫纸板
	印刷纸板	字型纸板、封面纸板、封套纸板
	其他工业纸板	各种钢纸板、防水纸板、手风琴风箱纸板、制鞋纸板、纱管纸板、提箱纸板、探测器盒纸板等

## 二、纸与纸板的性质与质量要求

纸和纸板的性质可分为外观质量、物理性质、光学性能、印刷性能和电气性质五大类。但不同的纸根据其不同用途，在质量标准中不一定都有要求，具体可参考相关质量标准。现分别介绍纸的五大性质。

### （一）外观质量

纸和纸板的外观质量包括有尘埃、针眼、孔洞、破洞、透明点、半透明点、皱纹、褶子条痕、筋道、泡泡纱、网印、毯印、斑点、浆疙瘩、裂口和色泽不一等在光线下肉眼可见的各种纸病。每种纸和纸板都有其一定的外观要求。

### （二）物理性质

#### 1. 一般性质

① 水分 纸或纸板试样在 100~105℃ 下烘干至恒重时所减少的质量与试样原质量之比，单位为 %。

② 灰分 纸或纸板试样灼烧之后的灰烬质量与试样原绝干质量之比，单位为 %。

③ 定量 每平方米纸或纸板的质量，单位为  $\text{g}/\text{m}^2$ 。

④ 厚度 纸样在两测量板之间，在一定压力下直接测量出来的厚度，单位为 mm。

⑤ 紧度或松厚度 紧度是指每立方厘米纸或纸板的质量，单位为  $\text{g}/\text{cm}^3$ 。松厚度为紧度的倒数，即每克纸或纸板所占的体积，单位为  $\text{cm}^3/\text{g}$ 。

⑥ 纵横向 纸或纸板与纸机运行相同的方向，称为纵向；而与纸机运行方向垂直的，则称为横向。

⑦ 正反面 抄纸时，湿纸或纸板在网部贴着网子的一面，称为反面或网面，另一面则称为正面。

## 2. 吸收功能

① 施胶度 国家标准 GB 160—64 是用标准墨水划线时不扩散也不渗透的线条的最大宽度表示，单位为 mm。本标准适用于测定书写纸的施胶度。

② 抗水性 液体透过纸或纸板所需的时间称为抗水性或抗水度，单位为 s。

③ 吸收性 纸或纸板均有吸收或保存水或其他液体的能力。吸收性的大小，通常是在标准温度和湿度情况下，水或其他液体沿着与液面垂直的纸或纸板上升的速率，其结果以一定时间内液体上升的高度（以 mm 计）或上升一定高度所需时间的长短（以 s 计）表示。此法一般用于测定滤纸、羊皮纸原纸和浸渍加工原纸等的吸收性能。

④ 透气度 一定面积的纸或纸板在一定的真空作用下，每分钟透过的空气量，或透过 100mL 空气所需的时间，单位为  $\text{mL}/\text{min}$  或  $\text{s}/100\text{mL}$ 。

## 3. 表面性质

① 平滑度 在一定的真空度下，一定容积的空气通过受一定压力的纸样表面与玻璃面之间的间隙所需的时间，单位为 s。

② 耐磨性 纸或纸板表面在一定压力下，一定面积抗纸面纤维、填料等损失变化的能力。

③ 掉毛、掉粉性能 纸或纸板表面受到擦拭、折叠、抖动等

作用使与表面结合不牢的纤维、纤维碎片、填料等物料脱落的能力。

#### 4. 机械强度性质

① 抗张强度 纸或纸板单位断面面积所能承受的最大拉力，单位为  $\text{kN/m}$ 。

② 裂断长 由于纸或纸板因本身质量而断裂时的长度，单位为  $\text{m}$  或  $\text{km}$ 。

③ 伸长率 表示纸或纸板受到张力至断裂时的伸长，以对原纸试样长度的百分率表示。

④ 耐破度 单位面积的纸或纸板所能承受的最大压力，单位为  $\text{kPa}$ 。

⑤ 耐折度 纸或纸板在一定张力下能经受往返折叠的次数。

⑥ 撕裂度 裂断预先有切口的试样至一定长度所需的力，单位为  $\text{mN}$ 。

⑦ 纸板环压强度 环形纸板试样在一定的加压速度下平行受压，直到试样被压溃为止。这时该试样所能承受最大的力，称为纸板的环压强度，单位为  $\text{kN/m}$ 。本标准适用于测量厚度小于  $1\text{mm}$  的包装箱纸板的边缘强度。

⑧ 纸板压缩弹性 对纸板加压，其厚度减小，解除压力后恢复的厚度与纸板原始厚度之比，单位为  $\%$ 。

#### (三) 光学性能

① 白度 白纸或纸板的洁白程度。我国多用蓝光法测定白度，实际上测定的是亮度，称为白度。

② 亮度 表示纸或纸板表面对  $457\text{nm}$  波长的光从不同角度照射的反射度与已知反射度的氧化镁板在同样光照射下的反射度之比，单位为  $\%$ 。

③ 光泽度 纸或纸板表面镜面反射的一种性质，它能反映出印刷品的光泽和光彩质量。

④ 透明度及不透明度 光线透过纸的程度，以能看清楚字迹或线条的纸页层数表示。不透明度是以单张纸样在完全吸收的黑色

衬垫上的反射能力与完全不透明的若干张纸样的反射能力的比率。

#### (四) 印刷性能

印刷性能是纸张在印刷过程中的综合反映。

① 平滑度 对印刷纸尤为重要。平滑度高，印出来的印刷品，字迹和图画的线条都比较清楚，看起来醒目。但平滑度过高，印出来的书刊，看起来有眩目的感觉。

② 施胶度。

③ 可压缩性 表示纸或纸板在不同压力下厚度的变化。

④ 尺寸稳定性（伸缩性） 纸或纸板的尺寸稳定性一般以它们的伸缩性表示。伸缩性是指纸或纸板浸水或在不同湿度下尺寸的相对变化，以尺寸的伸缩对试样原有尺寸的百分率表示。

⑤ 吸油性 在一定条件下单位面积的纸或纸板吸收蓖麻油的质量，单位为  $\text{g}/\text{m}^2$ 。吸油性可以反映纸或纸板在印刷时的吸油墨性。

⑥ 表面强度 纸或纸板的印刷表面拉毛阻力。我国常用 IGT 印刷性测量器进行拉毛实验。

⑦ 挺度 纸或纸板能承受自身质量抗弯曲的强度性质。其大小关系到在印刷机中是否容易递纸或退纸。

#### (五) 电气性质

作为绝缘材料的纸或纸板除具有物理性质和化学性质以外，还具有一定的电气性能。主要的电气性能包括相对介电常数、耐电压强度、介质损失角和导电质点等。

### 三、纸与纸板的生产方法及流程

使用纤维原料制造纸张和纸板的方法，一般可分为湿法造纸和干法造纸两大类。目前大多数纸和纸板采用湿法造纸，干法造纸多用于特种纸的制造。

纸和纸板的生产过程大体可分为打浆、调料、造纸机前纸料的处理、纸或纸板的抄造四个阶段。

造纸生产流程如图 1-1 所示。

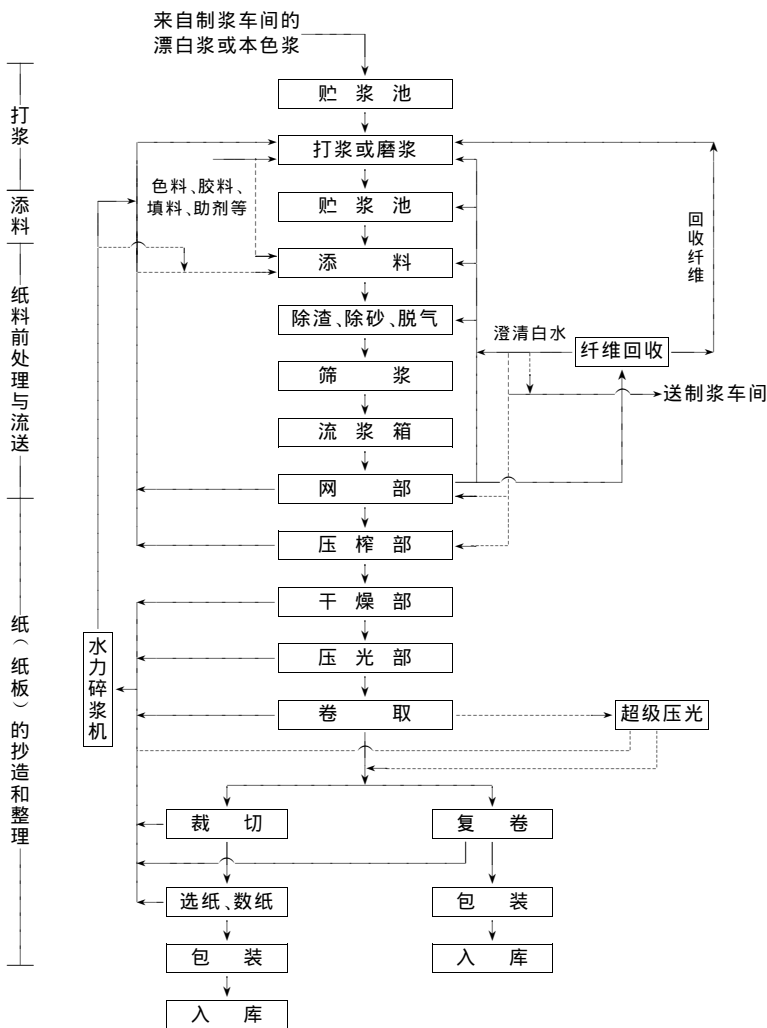


图 1-1 造纸生产流程