

# 制浆造纸手册

第三分册·碱法制浆

轻工业出版社

# 制浆造纸手册

(第三分册·碱法制浆)

《制浆造纸手册》编写组 编

轻工业出版社

## 内 容 提 要

《制浆造纸手册》是一部根据我国造纸工业的生产经验编写的，以造纸工艺为主的工具书。整个手册共分十三个分册。本书是第三分册，内容包括木树原料和非木材原料的蒸煮条件、影响碱法蒸煮的因素、设备的性能与选型以及有关的工艺计算，并编入了许多新的工艺和制浆方法，如连续蒸煮、蒽醌-烧碱法制浆等。

本书可供从事造纸工业技术人员、管理人员、造纸专业院校师生参考。

### 制浆造纸手册

(第三分册·碱法制浆)

《制浆造纸手册》编写组 编

轻工业出版社出版

(北京厂西门南滨河路25号)

一二〇二工厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

850×1168毫米1/32 印张，13 $\frac{20}{32}$  插页：4 字数：341千字

1988年8月 第一版第一次印刷

印数：1—9,000 定价：6.30元

ISBN7-5019-0216-X/TS·0139

### 第三分册编写说明

本分册由张志诚、陈浩辉、曾启璞、姚世迦编写，张志诚主编。在编写过程中山东省造纸印刷公司、上海造纸公司等单位提供了详细的资料。初稿由中国造纸学会李树植、曹光锐审阅定稿。

KA922/05

## 前 言

新中国成立以来，造纸工业有了比较迅速的发展，在生产、建设、科研、设计和设备制造等方面都已奠定了一定的基础，造纸工业已初步形成了一个比较完整的体系，并积累了一定的经验。为了适应造纸工业今后发展的需要，必须认真总结和介绍国内外的生产经验，提高我国造纸工业的技术水平，为造纸工业的现代化做出贡献。为此我们编写《制浆造纸手册》，以满足国内广大造纸工作者工作和学习的需要。

《制浆造纸手册》是一部根据我国造纸工业生产经验编写的，以造纸工艺为主的工具书。主要内容包括工艺流程、工艺技术条件、工艺计算、工艺操作要点和主要产品质量标准以及设备规格、型号、性能等，对国外造纸工艺技术也作了简要的介绍，由于工具书的性质，其内容尽可能用图和表格表示，必要的文字叙述则力求简明扼要。

《制浆造纸手册》分为13个分册，将陆续出版。第一分册：第一章造纸化工原料、第二章造纸纤维原料；第二分册：第三章备料；第三分册：第四章碱法制浆；第四分册：第五章黑液回收；第五分册：第六章亚硫酸盐制浆及红液处理；第六分册：第七章机械法制浆；第七分册：第八章纸浆的洗涤与筛选、第九章纸浆漂白；第八分册：第十章纸料的准备；第九分册：第十一章纸张的抄造；第十分册：第十二章纸板的抄造；第十一分册：第十三章加工纸；第十二分册：第十四章供水与供汽；第十三分册：第十五章仪表与自动化。

《制浆造纸手册》是由中国造纸学会和轻工业部造纸局联合组织编写的，参加编写的约有六十多位造纸工业的工程技术人员，并请有关专家、学者审阅，虽然如此，由于初次编写，经验不足，

资料收集不全，加上水平有限，有些数据不准确或错误，请广大读者指出，再版时予以修订。

编写过程中承各地造纸学会、有关行政领导单位、造纸企业、设计院、研究所和有关院校以及单位的大力支持，使编审工作得以顺利完成，在此一并致谢。

**《制浆造纸手册》编写组**

# 目 录

## 第四章 碱 法 制 浆

<b>第一节 概述</b> .....	( 1 )
一、碱法制浆的分类及其优缺点 .....	( 1 )
二、碱法制浆生产流程 .....	( 5 )
三、碱法蒸煮常用名词解释 .....	( 5 )
<b>第二节 碱法蒸煮液</b> .....	( 11 )
一、烧碱法蒸煮液及硫酸盐法蒸煮液的浓度 .....	( 11 )
二、硫酸盐法蒸煮液的组成 .....	( 17 )
三、硫酸盐法蒸煮送液量 .....	( 19 )
四、硫化钠的水解 .....	( 22 )
<b>第三节 碱法蒸煮的主要化学反应和脱木素的途径</b> .....	( 24 )
一、蒸煮过程中木素和碳水化合物变化的概况 .....	( 24 )
二、碱法蒸煮中脱木素的主要化学反应 .....	( 25 )
三、碱法蒸煮中碳水化合物的降解 .....	( 31 )
四、碱法蒸煮脱木素的反应历程 .....	( 33 )
五、碱液的浸透和脱木素途径 .....	( 38 )
<b>第四节 针叶木硫酸盐法制浆</b> .....	( 41 )
一、蒸煮对木材的质量和规格要求 .....	( 42 )
二、产品特征及用途 .....	( 42 )
三、针叶木浆生产流程实例 .....	( 47 )
四、影响蒸煮的因素 .....	( 48 )
五、针叶木硫酸盐蒸煮各种浆的实例 .....	( 101 )
<b>第五节 阔叶木及锯屑废材等制浆</b> .....	( 111 )
一、阔叶木制浆 .....	( 111 )

(一) 概述 .....	(111)
(二) 杨木制浆 .....	(115)
(三) 桦木制浆 .....	(120)
(四) 桉木制浆 .....	(123)
(五) 混合阔叶木制浆 .....	(130)
(六) 硫酸盐法针、阔叶木混合蒸煮 .....	(130)
(七) 蒽醌添加量对阔叶木碱法制浆的影响 .....	(135)
二、锯屑制浆 .....	(136)
(一) 锯屑浆的特性与用途 .....	(136)
(二) 锯屑制浆的方法和设备 .....	(138)
(三) 国外锯屑制浆 .....	(138)
(四) 国内锯屑制浆 .....	(140)
<b>第六节 芦苇、荻、芒秆制浆 .....</b>	<b>(141)</b>
一、概述 .....	(141)
二、蒸煮对原料质量的要求 .....	(141)
三、浆料的特征和用途 .....	(143)
四、不同制浆方法的比较 .....	(145)
五、影响蒸煮的因素 .....	(148)
六、碱法苇、荻、芒秆浆的蒸煮技术 .....	(167)
七、添加蒽醌对蒸煮的影响 .....	(168)
八、蒸煮实例 .....	(170)
<b>第七节 稻麦草制浆 .....</b>	<b>(176)</b>
一、概述 .....	(176)
二、蒸煮对原料质量的要求 .....	(176)
三、工艺流程 .....	(178)
四、稻麦草碱法化学浆造纸性能 .....	(179)
五、不同制浆方法的比较 .....	(179)
六、影响蒸煮的因素 .....	(182)
七、添加蒽醌对蒸煮的影响 .....	(203)



八、蒸煮实例 .....	(204)
<b>第八节 甘蔗渣制浆 .....</b>	<b>(211)</b>
一、概述 .....	(211)
二、制浆对原料质量的要求 .....	(212)
三、不同制浆方法的比较 .....	(216)
四、蔗渣浆的特性与用途 .....	(221)
五、影响蒸煮的因素 .....	(223)
六、蒸煮实例 .....	(233)
<b>第九节 竹材制浆 .....</b>	<b>(242)</b>
一、概述 .....	(242)
二、主要竹种硫酸盐法浆的基本特征 .....	(243)
三、竹材的特征及蒸煮对竹材的要求 .....	(247)
四、硫酸盐竹浆的特点和用途 .....	(248)
五、影响蒸煮的因素 .....	(249)
六、蒸煮实例 .....	(262)
附：竹笋壳制浆 .....	(269)
<b>第十节 其它非木材纤维原料制浆 .....</b>	<b>(271)</b>
一、麻、桑皮、棉及破布制浆 .....	(271)
(一) 原料质量要求和分类标准 .....	(272)
(二) 蒸煮的目的和方法 .....	(276)
(三) 浆料的特征和用途 .....	(276)
(四) 制浆生产流程 .....	(278)
(五) 影响蒸煮的因素 .....	(279)
(六) 蒸煮实例 .....	(284)
二、龙须草制浆 .....	(292)
(一) 概述 .....	(292)
(二) 蒸煮对原料质量的要求 .....	(292)
(三) 浆料的特征和用途 .....	(292)
(四) 制浆工艺流程 .....	(293)

(五) 不同蒸煮方法的比较 .....	(293)
(六) 影响蒸煮的因素 .....	(294)
(七) 蒸煮实例 .....	(297)
三、棉秆制浆 .....	(301)
(一) 概述 .....	(301)
(二) 蒸煮对原料质量的要求 .....	(302)
(三) 浆料的特征和用途 .....	(302)
(四) 蒸煮实例 .....	(302)
(五) 添加蒽醌代替 $\text{Na}_2\text{S}$ 蒸煮 .....	(302)
四、高粱秆制浆 .....	(305)
(一) 蒸煮对原料质量的要求 .....	(305)
(二) 影响蒸煮的因素 .....	(305)
(三) 蒸煮实例 .....	(306)
五、芦竹制浆 .....	(308)
(一) 概述 .....	(308)
(二) 芦竹浆的特性及用途 .....	(309)
(三) 不同制浆方法的比较 .....	(309)
六、田菁制浆 .....	(312)
(一) 概述 .....	(312)
(二) 蒸煮对原料的质量要求 .....	(312)
(三) 浆料的特征和用途 .....	(313)
(四) 影响蒸煮的因素 .....	(313)
(五) 蒸煮实例 .....	(315)
七、小叶樟制浆 .....	(318)
(一) 概述 .....	(318)
(二) 小叶樟硫酸盐法制浆试验 .....	(318)
<b>第十一节 碱法制浆设备 .....</b>	<b>(319)</b>
<b>一、蒸煮器 .....</b>	<b>(319)</b>
(一) 碱法蒸煮锅 .....	(319)

(二) 蒸球 .....	(326)
(三) 间歇蒸煮器的选型 .....	(327)
二、药液循环加热装置 .....	(328)
(一) 药液循环系统 .....	(328)
(二) 加热器 .....	(328)
(三) 药液循环泵 .....	(335)
(四) 国外碱法蒸煮锅的药液循环系统 .....	(336)
三、锅盖、装锅器和锅外预浸渍装置 .....	(340)
(一) 自动锅盖 .....	(340)
(二) 装锅器 .....	(343)
(三) 黑液分离器 .....	(345)
(四) 球外碱液预浸渍装置 .....	(345)
四、喷放阀与喷放锅(仓) .....	(347)
(一) 碱法蒸煮锅的喷放阀 .....	(347)
(二) 蒸球喷放阀 .....	(348)
(三) 喷放锅和喷放仓 .....	(350)
五、热回收装置 .....	(359)
(一) 热回收系统 .....	(359)
(二) 旋浆分离器 .....	(359)
(三) 喷射式冷凝器 .....	(361)
(四) 污热水过滤器 .....	(362)
(五) 换热器 .....	(363)
(六) 污热水槽 .....	(363)
(七) 污热水槽与蒸煮锅的配套 .....	(365)
第十二节 连续蒸煮 .....	(365)
一、概述 .....	(365)
二、国内连续蒸煮技术 .....	(366)
(一) Z111型横管式连续蒸煮器 .....	(366)
(二) 60t/d横管式连续蒸煮器 .....	(370)

(三) 10t/d立管式连续蒸煮器·····	(375)
三、国外连续蒸煮技术·····	(379)
(一) 卡米尔Kamyр连续蒸煮器·····	(379)
(二) 横管式连续蒸煮器·····	(390)
(三) 斜管式连续蒸煮器·····	(393)
<b>第十三节 工艺计算</b> ·····	<b>(397)</b>
一、蒸煮液用量计算·····	(397)
二、碱法蒸煮物料衡算·····	(398)
三、蒸汽装锅器用汽量的计算·····	(411)
四、热回收·····	(412)
(一) 放锅热回收·····	(412)
(二) 大、小放汽热回收·····	(415)
五、技术经济指标的计算·····	(417)

## 第四章 碱法制浆

### 第一节 概述

碱法制浆就是用碱性化学药剂的水溶液处理植物纤维原料，将原料中的木素溶出，使原料中的纤维彼此分离成浆。

由于所采用的化学蒸煮剂不同，碱法制浆有不同名称或方法。常用的有①石灰法；②烧碱法，也称苏打法（由于在回收过程中以  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  补充所损失的药剂而得名），实际蒸煮药剂为  $\text{NaOH}$ ；③硫酸盐法，以芒硝（ $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ）作为补充药剂，实际蒸煮药剂为  $\text{NaOH}$  和  $\text{Na}_2\text{S}$ 。这三种方法为最初采用的基本方法。近年来为提高得率、减少污染，正在研究和发展的有多硫化钠法、硫化氢-硫酸盐法、绿液法以及碱法蒸煮液中添加助剂（如蒽醌）等各种方法。本章主要介绍以  $\text{NaOH}$  和以  $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S}$  为蒸煮药剂的两种制浆方法。

目前我国碱法纸浆约占化学浆产量的75%。在今后一段时间内仍将是我国制浆工业发展的主要方法之一。新建的大、中型制浆厂，绝大多数采用硫酸盐法。原有的许多小型草浆厂，大都采用烧碱法。

#### 一、碱法制浆的分类及其优缺点

##### （一）碱法制浆的分类

见表4-1-1。

表4-1-1

碱法制浆的分类

	石灰法	烧碱法	硫酸盐法
蒸煮剂有效成分	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{NaOH}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S}$
补充碱损失的药剂		$\text{Na}_2\text{CO}_3$ 或 $\text{NaOH}$	$\text{Na}_2\text{SO}_4$
适用于蒸煮的原料	废棉、破布、麻、稻草、麦草等	棉、麻、草类等非木材纤维原料，也有用于蒸煮阔叶木的，很少用于蒸煮针叶木	对各种植物纤维原料，如针叶木、阔叶木、竹及草类等都适用。还可用于质量较差的废材、枝丫材、木材加工厂下脚料、锯末及树脂含量很高的木材
浆料的性质及用途	对破布、废棉脱色、脱脂、去油污及麻类脱胶颇为有效，用于蒸煮废棉、破布较适宜，有成本低、白度高、强度大等优点。用于蒸煮稻草，只能起软化组织作用，不能除去木素，煮成的浆料较硬，只能供抄黄纸板。为提高蒸煮质量，有时加入少量 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 或 $\text{NaOH}$ 。用此法生产的漂白棉浆、破布浆常用于生产某些高级纸及特种纸	用此法制得的阔叶木浆抄出的纸具有松软、吸水性好的特点。但纸浆强度和得率较低。烧碱法棉、麻浆用于生产高级纸及特种纸。草类浆用于一般文化用纸	与亚硫酸盐法浆比较，纸浆颜色较深、较难漂白、纤维水化润胀较重，草浆尤其。纸浆强度高，蒸煮药剂易回收，是当今化学制浆方法中广泛应用的一种 针叶木本色浆常用于纸袋纸、电容器纸、包装纸、特殊纸板及工业技术用纸 针叶木漂白浆用于制文化用纸。溶解浆制人造纤维。阔叶木浆及草类浆，大多用于生产文化用纸、纸板或与针叶木浆配抄某些工业技术用纸

## (二) 硫酸盐法制浆的优缺点

### 1. 硫酸盐法制浆的优点

(1) 对纤维原料的适应性强, 不仅适应于针叶木、阔叶木、废木材、木屑, 还适应于许多一年生的植物。另外对木材剥皮的要求较低。

(2) 能生产很多品种的纸浆, 如电气绝缘纸用浆、纸袋纸用浆、强韧包装纸用浆、高强度漂白浆。通过预水解硫酸盐法还可生产高级溶解浆。

(3) 纸浆强度较好。与烧碱法比较, 得率较高。

(4) 蒸煮和洗浆设备的材料, 一般采用碳钢, 而且较易解决。

(5) 可以经济而有效地对制浆化学药品和热能进行回收。如果使用树脂含量较高的针叶木制浆, 还能生产出象松节油和塔罗油那样有价值的副产品。使生产成本和污染负荷降低。

(6) 多段漂白和二氧化氯漂白剂的出现, 解决了漂白问题, 可以得到高强度、高白度的纸浆。

(7) 生产工艺较亚硫酸盐法简单, 生产技术较易掌握。

### 2. 硫酸盐法制浆的缺点

(1) 制浆过程中产生臭气, 污染空气, 对人体健康有害。

(2) 不能有效地利用纤维原料的木素组分, 虽然溶于黑液中的木素在碱回收炉中被燃烧而回收能量, 但能量回收的效率较低。

(3) 与亚硫酸盐法比较, 硫酸盐木浆有得率低、原料消耗高、漂白和打浆较困难、浆的成本较高等缺点(见表4-1-2)。对于多戊糖含量高的草类纤维, 碱法浆料的滤水性能较差, 不透明度也较低。

表4-1-2

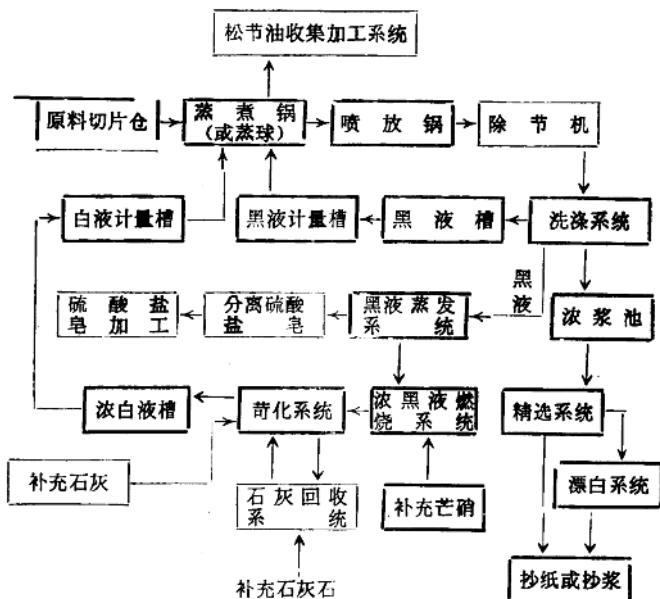
硫酸盐浆与亚硫酸盐浆制浆比较

制浆方法	马		尾		松		获
	硫	砂	亚	硫	酸	盐	
纸浆硬度 (巴克曼价) (卡伯值)	99	80	—	—	—	—	—
未漂浆中所含木素 (%)	2.4	2.4	—	—	12.8	17.1	—
漂率 (有效氯对浆) (%)	6	4.6	—	—	5	6	—
实际耗氧量 (有效氯对浆) (%)	—	—	—	—	3.93~4.17	5.2	—
漂白浆中所含木素 (%)	—	—	—	—	0.72	0.86	—
漂白浆白度 (蓝光法) (%)	—	—	—	—	72.9~73.1	74.9	—
粗浆得率 (%)	45~47	51.3	—	—	49~53	53~55	—
原木单耗 (m <sup>3</sup> /t浆)	5.02	4.41	—	—	—	—	—
原料单耗 (kg/t浆)	—	—	—	—	2100~2300	2001~2057	—
漂白单耗 (kg/t浆)	68	48.8	—	—	41	57	—
单位成本 (元/吨浆)	604~643	436~479	—	—	464	410	—



## 二、碱法制浆生产流程

### 硫酸盐法制浆流程示例



注：细框线部分属木浆生产流程

## 三、碱法蒸煮常用名词解释

### (一) 绝干原料与风干原料

绝干原料是指不含水分的植物纤维原料。风干原料是指绝干原料为 90%，水分为 10% 的植物纤维原料。