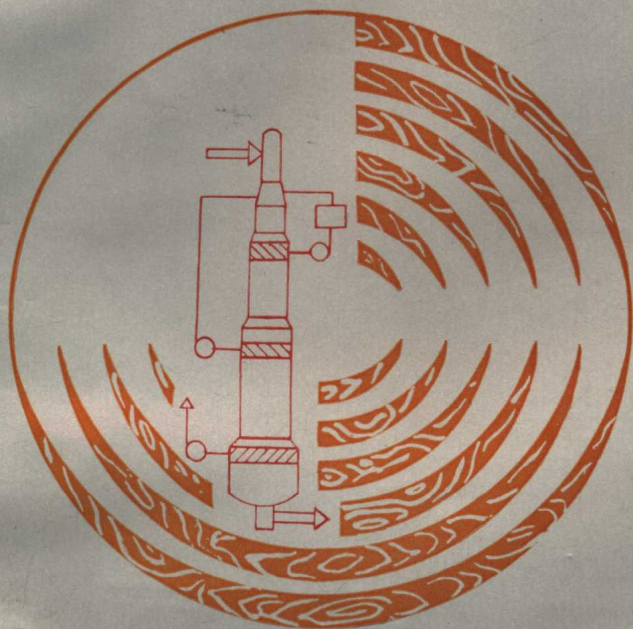


碱法蒸煮实用技术

管永刚 编著



天津大学出版社

碱法蒸煮实用技术

管永刚 编著

天津大学出版社

内 容 提 要

本书系统详细地阐述了碱法制浆原料、蒸煮理论、设备、工程、热回收、自动控制及生产过程的质量检查等技术问题。不但总结了国内近年来非木材纤维原料蒸煮理论的研究成果，而且也介绍了国内外目前在碱法蒸煮方面的生产实践经验。

本书可供碱法纸厂、造纸专业的设计、科研部门的工程技术人员参考，也可作为大专院校、中等专业学校教师、研究生、学生的参考书。

(津)新登字012字

碱法蒸煮实用技术

齐 永 刚 编

天津大学出版社出版

(天津大学内)

齐齐哈尔第一印刷厂印刷

新华书店天津发行所发行

*

开本：787×1092 毫米^{1/32} 印张：12^{1/4} 字数：285千字 插页4

1992年3月第一版 1992年3月第一次印刷

印数1—2000

ISBN 7 - 5618 - 0312 - 5

TQ·11

定价：5.80元

序 言

碱法浆在我国造纸工业中占有极大的比重，生产技术的提高，对我国造纸工业的发展，有着直接的影响。

《碱法蒸煮实用技术》一书详细地阐述了碱法蒸煮的各个过程，既有理论上的探讨，又有生产实践的经验综述；既讲工艺条件的制订和计算，也讲蒸煮设备的设计和维修；特别是还详细地论述了蒸煮过程的自动控制、蒸煮质量检查和控制，这在以往的专业出版物中尚不多见，值得一读。

隆言泉

1989年11月28日于天津轻工业学院

前 言

本书全面系统地阐述了碱法蒸煮理论、设备、工艺和蒸煮工程、热能回收、过程控制及其相关的技术问题等。

冷喷射技术，不但蒸煮操作过程比原间歇蒸煮更复杂化，而且又增加很多设备。然而该项技术的最大特点是节约能源，所以将冷喷射技术放在第六章热能回收中。

当今，现代科学技术的发展异常迅速，作为制浆工作者，掌握和精通制浆工艺是远远不够的。蒸煮理论、工艺、设备的新成果往往与相关的边缘技术进步密不可分，必须进行学习和深入了解。例如几十万倍电子显微镜的问世，使蒸煮机理和木素结构的研究，掀开了新的一页；又如电子计算机在蒸煮过程控制方面的应用，进一步加快硫酸盐法蒸煮的大型化设备和连续化生产的发展。因此，本书将蒸煮过程的自动控制列为独立一章介绍，并重点介绍特殊检测仪表、 H 因子控制及数学模型。

在蒸煮理论方面，特别着重总结近年来国内外学者，对非木材纤维原料蒸煮理论研究的新成果。

本书总结了生产实践经验，注重实用技术。如蒸煮工艺条件的制定及其依据；蒸煮过程中出现的异常事故之原因分析、对策和处理措施；加热器的除垢工程；检查蒸煮器腐蚀状况的方法；蒸煮器的强度核算，修补措施等。

天津轻工业学院制浆造纸专业隆言泉教授，对书稿进行

审阅和提出宝贵意见，并为该书撰写序言；在出版过程中，曾得到黑龙江省造纸公司张经正、孙乃时、齐齐哈尔造纸厂祝玉辉、吕铁良、田贵喜、哈尔滨造纸厂孙洪业、郭尚学等同志的大力支持和帮助，在此一并表示致谢。

由于作者水平所限，书中可能有错误之处，欢迎读者批评指正。

管永刚

1991.10

目 录

第一章 概论	(1)
1.1 碱法制浆的分类与发展	(1)
1.2 碱法制浆的特性与用途	(3)
1.3 碱法制浆的生产工艺流程	(4)
参考文献	(6)
第二章 蒸煮原料	(7)
2.1 木片及草片	(7)
2.1.1 木片	(7)
2.1.2 草片	(8)
2.2 蒸煮药液	(9)
2.2.1 名词解释	(9)
2.2.2 药液组成	(10)
2.2.3 药液的作用	(10)
2.2.4 药液的制备	(11)
2.2.5 药液浓度的表示方法	(12)
2.2.6 药液量的计算	(12)
2.3 蒸汽	(14)
2.3.1 水蒸汽在蒸煮中的作用	(14)
2.3.2 水蒸汽性质	(15)
2.3.3 蒸煮用汽量	(15)
第三章 蒸煮理论	(16)
3.1 蒸煮过程的机理	(16)

3.2 蒸煮过程中的化学反应.....	(17)
3.2.1 脱木素反应	(18)
3.2.2 纤维素的化学反应	(29)
3.2.3 半纤维素的化学反应	(30)
3.2.4 其它少量成分的化学反应	(30)
3.3 碱法蒸煮的影响因素.....	(31)
3.3.1 用碱量	(31)
3.3.2 温度	(36)
3.3.3 药液浓度	(44)
3.3.4 硫化度	(46)
3.3.5 蒸煮液中其它成分及化学助剂	(55)
3.3.6 原料种类及料片质量	(56)
3.3.7 蒸煮的其它因素	(61)
参考文献	(62)
第四章 蒸煮设备	(64)
4.1 间歇式蒸煮器.....	(64)
4.1.1 蒸球	(64)
4.1.2 立式蒸煮器	(68)
4.1.3 其它辅助设备	(82)
4.1.4 蒸煮器及喷放锅的保温	(90)
4.2 连续蒸煮器.....	(92)
4.2.1 连续蒸煮器的发展及种类	(92)
4.2.2 卡米尔连续蒸煮器	(96)
4.2.3 国产立式连续蒸煮器	(109)
4.2.4 埃斯科连续蒸煮器	(117)
4.2.5 潘迪亚连续蒸煮器	(121)
4.2.6 M&D斜管连续蒸煮器.....	(132)
4.3 辅助设备.....	(141)

4.3.1	白液与黑液计量槽	(141)
4.3.2	药液捕集器	(141)
4.3.3	其它设备	(142)
4.4	蒸煮器的选择	(142)
4.4.1	间歇式蒸煮器的选择	(142)
4.4.2	连续蒸煮器的选择	(148)
	参考文献	(151)
第五章	蒸煮工程	(153)
5.1	制定工艺条件	(153)
5.1.1	用碱量	(153)
5.1.2	最高蒸煮温度及压力	(157)
5.1.3	药液浓度、液比及液量	(158)
5.1.4	药液硫化度	(158)
5.1.5	蒸煮时间	(159)
5.2	间歇式蒸煮器的蒸煮工程	(160)
5.2.1	装料送液	(160)
5.2.2	升温及小放气	(162)
5.2.3	保温	(163)
5.2.4	大放气及放料	(163)
5.2.5	蒸煮实例	(164)
5.3	连续蒸煮器的蒸煮工程	(180)
5.3.1	卡米尔连续蒸煮器的蒸煮工程	(182)
5.3.2	埃斯科连续蒸煮器的蒸煮工程	(189)
5.3.3	潘迪亚连续蒸煮器的蒸煮工程	(192)
5.3.4	M&D斜管连续蒸煮器的蒸煮工程	(193)
5.3.5	连续蒸煮器在工厂的应用	(195)
5.4	蒸煮过程异常现象与事故的处理	(210)
5.4.1	间歇蒸煮	(210)

5.4.2	连续蒸煮	(216)
5.5	蒸煮器及其加热器的除垢	(219)
5.5.1	管垢的形成	(220)
5.5.2	化学除垢	(220)
5.5.3	机械除垢	(225)
5.6	蒸煮器的腐蚀	(225)
5.6.1	腐蚀状况检查方法	(225)
5.6.2	强度核算	(227)
5.6.3	腐蚀状况	(228)
5.6.4	修补措施	(229)
5.7	工艺计算	(231)
5.7.1	加碱量	(231)
5.7.2	蒸煮器的生产能力	(231)
5.7.3	蒸煮用汽	(231)
5.7.4	蒸煮的物料平衡	(234)
	参考文献	(245)
第六章	蒸煮的热回收	(247)
6.1	松节油放气	(247)
6.1.1	放气目的	(247)
6.1.2	放气之气体组成	(247)
6.1.3	热回收工艺流程	(248)
6.1.4	热回收设备	(251)
6.2	大放气及喷放热回收	(252)
6.2.1	工艺流程	(252)
6.2.2	热回收设备	(254)
6.3	加热器冷凝水回收	(256)
6.4	热平衡计算	(257)
6.4.1	放气的热平衡	(257)

6.4.2 放料的热平衡	(259)
6.5 高效率热置换	(262)
6.5.1 瑞典的低能耗蒸煮工艺	(263)
6.5.2 美国的 RDH 法	(268)
6.5.3 工厂运行实例	(271)
参考文献	(275)
第七章 蒸煮的技术经济指标	(276)
7.1 纸浆得率	(276)
7.1.1 影响纸浆得率的因素	(276)
7.1.2 提高得率的途径	(279)
7.1.3 纸浆得率的测定方法	(281)
7.2 每 m^3 锅容产浆量	(283)
7.2.1 纤维原料种类	(284)
7.2.2 原料质量	(286)
7.2.3 原料水分	(286)
7.2.4 料片质量	(287)
7.2.5 装料方式	(288)
参考文献	(289)
第八章 蒸煮过程的自动控制	(290)
8.1 基础自动化	(290)
8.1.1 自动检测仪表	(290)
8.1.2 阀门自动化	(291)
8.2 程序控制	(291)
8.2.1 温度程序控制	(292)
8.2.2 压力程序控制	(293)
8.3 特殊检测仪表	(297)
8.3.1 木片计量器	(297)
8.3.2 木片水分检测仪	(303)

8.3.3	木片料位检测仪	(306)
8.3.4	蒸煮液有效碱在线分析仪	(308)
8.3.5	蒸煮液有效碱在线传感器	(312)
8.4	计算机控制	(319)
8.4.1	卡伯价控制	(320)
8.4.2	均匀用汽控制	(339)
8.4.3	H因子控制	(340)
8.5	数学模型	(352)
8.5.1	脱木素动力学方程	(353)
8.5.2	回归方程	(357)
8.5.3	经验方程	(359)
参考文献		(363)
第九章 蒸煮的质量检查和控制		(364)
9.1	材种混合的检查	(364)
9.1.1	混合木片中阔叶木的检验	(364)
9.1.2	纸浆中阔叶木纤维含量的测定	(365)
9.2	纸浆蒸煮均匀性的检查	(367)
9.3	纸浆硬度的检查	(368)
9.3.1	化学分析法	(368)
9.3.2	染色定性法	(369)
9.3.3	火焰法	(370)
9.4	提高蒸煮均匀性的途径	(370)
9.4.1	木片材种、规格和质量	(370)
9.4.2	装料方式	(371)
9.4.3	温度分布	(372)
9.4.4	强化操作	(373)
参考文献		(374)
附录		(375)

第一章 概 论

1.1 碱法制浆的分类与发展

碱法制浆是一种化学法制浆。在蒸煮过程中，碱液作为反应剂，能将多种植物原料加工成纸浆。此法在我国分为三类：石灰法、烧碱法（苛性钠法）和硫酸盐法。

一千多年前，我国已发明石灰法制浆。目前，这种方法不但仍用于手工纸生产，而且在某些机制纸和纸板生产中占有一定地位。其原料主要是草类和破布等。

苛性钠法制浆是英国人瓦特（Watt）和布格斯（Burgess），用氢氧化钠溶液在压力下蒸煮桦木，发展起来的一种制浆方法。蒸煮的反应剂是苛性钠（ NaOH ）。在生产过程中，碱的损失用碳酸钠或苛性钠来补充。

硫酸盐法制浆是法国化学家达尔（Dahl）在1879年发明的。采用 $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S}$ 作为蒸煮反应剂。碱损失用 Na_2SO_4 （芒硝）补充， Na_2SO_4 在碱回收过程中转变为 Na_2S 。

硫酸盐法制浆较其他制浆法优越的方面：

• 因有碱回收系统，并且在生产中，碱的损失用比较便宜的化学药品芒硝（ Na_2SO_4 ）来补充，所以硫酸盐浆的成本大大降低。

• 对原料的适应性强。可适用于针叶木、阔叶木、枝丫材、锯末、草类及竹类等。而且对原料的质量要求也比较低，优质及劣质原料均可使用。

• 纸浆强度高，适用于生产强韧工业包装纸及各种有特殊要求的纸张。

• 纸浆得率比苛性钠法及亚硫酸盐法高。

• 化学药品、副产品回收率及热回收效率高。

• 二氧化氯多段漂白技术的出现解决了KP浆不易漂白的困难。

硫酸盐法制浆不足方面：

• 碱回收系统庞大而复杂，基建投资多。

• 纸浆的漂白工艺比较复杂，漂白费用高。

• 生产中排出恶臭气体，废水排入江河，均造成环境污染。

• 纸浆叩解不如亚硫酸盐浆容易。

由于硫酸盐法碱回收系统的完善和多段漂白技术的成功，特别是预水解硫酸盐法的成功，以及卡米尔连续蒸煮器的生产实践，使得硫酸盐法制浆的发展速度大大超过亚硫酸盐法，成为最主要的制浆方法。

目前，日本造纸用浆60%以上为化学浆，其中94%是硫酸盐法制浆。全世界针叶木及阔叶木硫酸盐浆的总产量，2000年将达到25000万吨，其中未漂硫酸盐浆将占1/4。全世界碱法浆产量占化学浆总产量的70%以上，占纸浆总产量的60%以上。

1982年，世界竹浆总产量是96万吨，80%产自印度；苇浆总产量140万吨，我国占90%；罗马尼亚次之，预计到

1990年蔗渣浆将达到世界纸浆总产量的2%。

当今，硫酸盐法制浆技术正向高得率化、连续化、大型化方向发展。

1.2 碱法制浆的特性与用途

石灰法、苛性钠法与硫酸盐法制浆，虽属碱法制浆，均用碱性化学药品溶解纤维原料中的木素，使纤维分离，但却有各自的特点，纸浆的用途也不相同。

石灰法制浆，主要用于蒸煮破布类原料，具有成本低、白度高、强度大等优点；其次用在蒸煮草类原料。由于石灰乳液（ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ）碱性弱，能起软化作用，不能除去大量木素，制成的纸浆较硬且脆，仅能生产黄板纸及低级的着色用纸。此法不适用于木化植物的漂白化学浆。

苛性钠法制浆，主要适用于蒸煮棉、麻、草类等非木材纤维原料，也有用于蒸煮木材纤维原料的。本法可制得较柔软、洁白的吸水性高的纸浆。但纸浆强度与得率均比硫酸盐法纸浆低，这主要是因为苛性钠法蒸煮时，纤维素及半纤维素受到破坏较多。苛性钠法纸浆具有松软、吸水性高、易漂白等特点，所以可生产各种文化用纸。

硫酸盐法制浆可适用草类及木材纤维原料。本色硫酸盐浆的色泽，一般较苛性钠法纸浆深，特别是针叶木硫酸盐浆更加明显。但由于近十几年漂白技术的进步，可以制得高白度的漂白浆。本色与漂白硫酸盐浆，对于同种原料，其纸浆的强度比相应的苛性钠法纸浆及亚硫酸盐法纸浆强韧。由于在蒸煮过程中，纤维素受到的破坏程度较小并保留了大量半

纤维素，因此，本色硫酸盐法木浆，可生产各种工业用纸。如高强度工业包装纸——纸袋纸、牛皮纸等；电气工业用纸——电缆纸、电话纸、电容器纸、浸渍纸等；其它用纸——纸管纸及盲人用纸、蚕种纸、砂纸原纸。此外，还可生产各种特殊纸板，如箱板纸、建筑纸板。漂白硫酸盐木浆也可生产各种工业用纸及纸板，主要用于高级文化用纸。

1.3 碱法制浆的生产工艺流程

1) 日产10吨的草浆厂工艺流程，见图1-1。

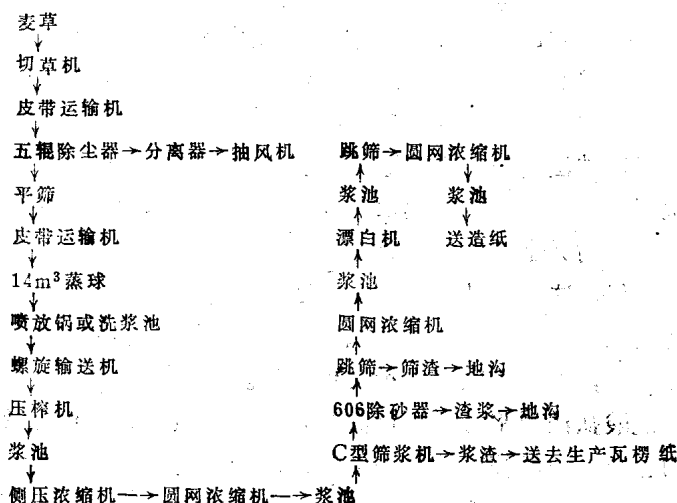


图1-1 日产10吨的草浆厂工艺流程

2) 日产100~400吨的大型木浆厂工艺流程，见图1-2。

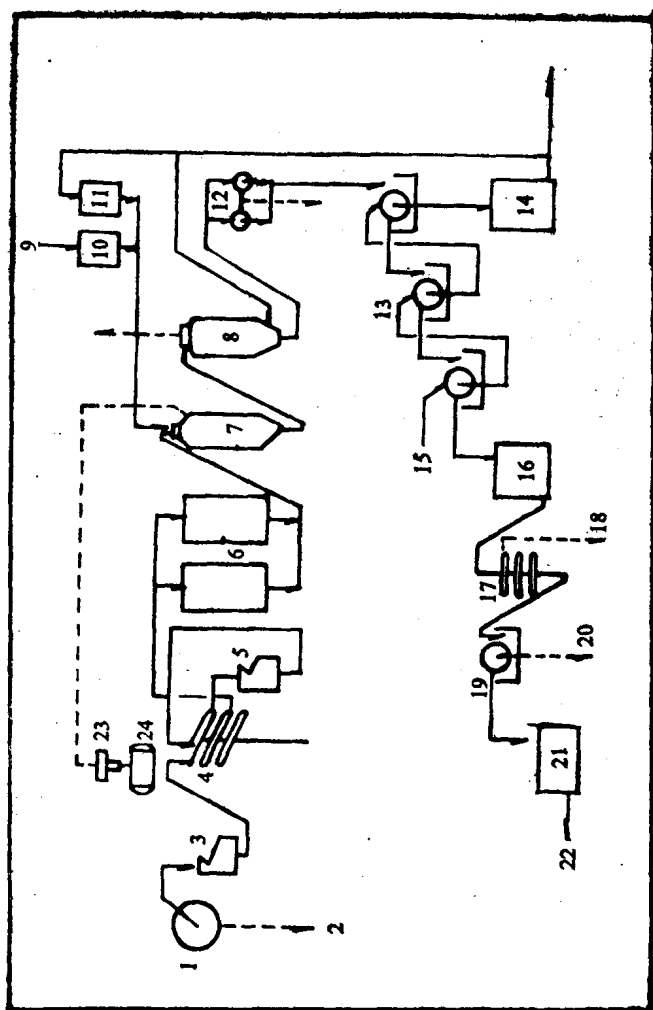


图 1-2 大型木浆厂工艺流程

1—圆筒剥皮机，2—树皮，3—削片机，4—木片筛，5—粗大片再碎机，
6—木片仓，7—立式蒸煮器，8—喷放锅，9—白液，10—白液计量槽，
11—黑液计量槽，12—除节机，13—3段洗浆机，14—黑液贮槽，15—热水，
16—洗后浆池，17—精选机，18—筛渣，19—浓浆机，20—白水，21—卧式浆
池，22—送造纸车间浆