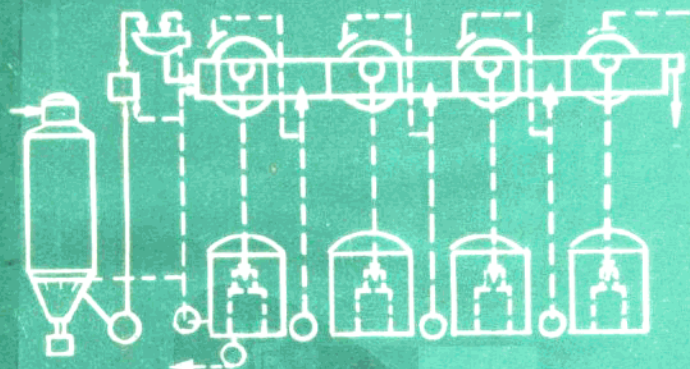


制浆造纸设备丛书

纸浆洗涤与 浓缩设备



轻工业出版社

前 言

纸浆的洗涤与浓缩设备用于对蒸煮后粗浆的洗涤，漂白后纸浆的洗涤或对纸浆进行脱水浓缩，其中洗涤粗浆的同时也是提取蒸煮废液以供回收药物的过程。这些设备在洗净纸浆，回收药物，综合利用，环境保护和循环利用废水等方面起着重要作用。

这些设备的功能是从纸浆悬浮液中分离出固体的纤维或用清水置换出纸浆中的液体，其主机几乎都属于过滤设备。即具备过滤网是设备的主要特征，过滤压力差是脱水或置换液体的主要动力。因过滤压力差的大小及其产生方法的不同而分成重力过滤设备、真空过滤设备和挤压过滤设备；此外，锅内热洗和置换洗涤塔等厚浆层连续置换洗浆设备在原理与结构上又不同于上述各种过滤设备。

本书在第二至五章分别介绍各种设备的原理、结构、性能与操作之前，先在第一章中对洗浆过程的物理现象、影响设备性能的工艺条件和洗浆过程的计算等共同问题进行综述，并将大多数设备所共有的过滤网、密封装置和附属设备统一在第六章内叙述，以免重复。最后试对这些设备的发展动向作了探讨。

洗涤与浓缩设备品种繁多，国内现有设备与国际水平、品种上差距较大，限于编者本身直接实践经验之不足，许多内容间接取材于国内外书刊资料，难免会有错误之处，诚恳希望读者给以指正。

本书初稿曾分别向轻工业部北京、上海、长沙等设计

院，上海、沪光、西安等造纸机械厂，北京造纸总厂、天津人民造纸三厂、松江浆厂和南平纸厂等单位的同志征求意见；其中傅志宗、毛似柏、林植俊、王述康、杨谷曦等同志曾为本书提供过资料或指导。第一章初稿请华南工学院的教师审校后再作了改写，对上述帮助写成本书的所有同志表示感谢。

编者

目 录

第一章 综述	(1)
第一节 纸浆的洗涤与浓缩	(1)
一、洗浆与浓缩的目的及作用	(1)
(一) 制浆过程的稀释、置换与浓缩.....	(1)
(二) 洗浆的目的.....	(2)
二、纸浆洗涤与浓缩的原理及方法	(3)
(一) 洗浆与浓缩的方法.....	(3)
(二) 扩散在洗浆过程中的作用.....	(5)
(三) 浆的吸附特性对洗浆的影响.....	(6)
(四) 稀释、混合、过滤的洗浆方法.....	(12)
(五) 置换洗浆原理.....	(14)
(六) 多段逆流洗浆.....	(21)
三、洗浆过程的主要参数.....	(23)
(一) 纸浆浓度和纸浆中的液体量.....	(23)
(二) 液体浓度.....	(23)
(三) 稀释因子和液重比.....	(24)
(四) 洗涤损失.....	(26)
(五) 残留率、洗涤效率和提取率.....	(29)
第二节 洗浆与浓缩设备的种类与性能	(32)
一、种类	(32)
(一) 按过滤压力差及其产生方法分类.....	(32)
(二) 过滤能力与过滤压力差的关系.....	(33)
(三) 纤维的毛细管作用与过滤压力的关系.....	(34)
(四) 重力过滤设备.....	(35)

(五) 真空过滤设备	(37)
(六) 挤压过滤设备	(38)
(七) 厚浆层连续置换设备	(41)
二、主要性能指标	(42)
(一) 概述	(42)
(二) 产量、脱水量、浓缩比与出浆浓度	(43)
(三) 废液提取率与提取废液的浓度	(46)
(四) 洗涤损失或浆的洗净度	(47)
(五) 纤维流失	(48)
三、影响设备性能的纸浆工艺条件	(50)
(一) 原料品种	(50)
(二) 制浆方法、硬度与打浆度	(52)
(三) 滤液浓度、粘度与温度	(54)
四、洗浆系统的选择与经济比较	(55)
第三节 洗浆过程的计算	(60)
一、以稀释、混合、过滤为主的洗涤	(60)
(一) 理想混合	(60)
(二) 非理想混合	(65)
二、置换洗涤	(68)
(一) 置换比概念	(69)
(二) 诺尔顿效率因子概念	(70)
(三) 置换洗涤时解吸的影响	(73)
三、具有稀释、混合、过滤和置换等作业的 洗涤	(80)
第二章 重力过滤设备	(88)
第一节 圆网浓缩机	(88)
一、原理与种类	(88)
二、外滤面圆网浓缩机	(92)

(一) 单圆网浓缩机	(92)
(二) 双圆网浓缩机及多圆网浓缩机串联	(94)
(三) 移动式浓缩机	(97)
三、侧压式浓缩机	(98)
四、内滤面浓缩机	(102)
五、主要部件	(103)
(一) 网笼	(103)
(二) 压辊	(107)
(三) 浆槽	(107)
第二节 间歇洗浆设备	(109)
一、原理与种类	(109)
二、球内洗涤与扩散洗涤罐	(111)
三、滤层式洗浆池	(112)
(一) 规格与构造	(112)
(二) 滤层材料与装置	(113)
(三) 洗涤方法与洗液加入装置	(115)
(四) 洗涤效果	(118)
四、循环式洗浆池与洗鼓	(120)
(一) 循环式洗浆池	(120)
(二) 漏斗式洗鼓	(122)
(三) 虹吸式洗鼓	(124)
(四) 洗鼓的升降与传动装置	(127)
第三节 斜网与弧网浓缩器	(131)
一、斜网浓缩器	(131)
(一) 原理与优缺点	(131)
(二) 性能、用途与构造	(132)
二、弧网浓缩器	(135)
(一) 凸形弧网浓缩器	(135)

(二) 凹形弧网浓缩器	(138)
(三) 国内使用情况	(141)
第四节 斜螺旋浓缩机	(143)
一、原理与构造	(143)
二、规格与性能	(145)
第三章 真空过滤设备	(149)
第一节 鼓式真空洗浆机	(149)
一、原理与用途	(149)
(一) 鼓式真空过滤机的通用性	(149)
(二) 真空洗浆机与通用设备的差别	(152)
(三) 真空洗浆机的适用范围	(154)
二、种类与规格	(156)
(一) 结构种类	(156)
(二) 国内产品规格	(162)
(三) 国外产品概况	(166)
三、构造与作用	(170)
(一) 转鼓与传动	(170)
(二) 分配阀	(176)
(三) 喷洗装置	(184)
(四) 预脱水辊与压辊	(189)
(五) 剥浆装置	(190)
(六) 进浆槽与中间槽	(193)
(七) 汽罩	(197)
四、使用概况	(198)
(一) 用于碱法浆洗涤	(198)
(二) 其他用途与型式	(201)
五、安装、操作与维护	(204)
(一) 分配阀及其进出管路的装设	(204)

(二) 水腿管的装设	(204)
(三) 真空管路的装设	(207)
(四) 基础与操作台	(210)
(五) 操作维护要点	(210)
第二节 多盘式真空过滤机	(214)
一、原理与构造	(214)
(一) 构造特征及与鼓式真空过滤机的对比	(214)
(二) 规格与辅助设备	(216)
(三) 构造与作用	(217)
二、用途与性能	(225)
(一) 用于白水回收	(225)
(二) 用于浓缩洗浆	(227)
第三节 落差式浓缩机	(231)
一、原理与种类	(231)
(一) 产生真空的原理	(231)
(二) 种类与比较	(232)
二、规格、构造与性能	(237)
(一) 国内产品	(237)
(二) 国外产品	(240)
(三) 结构尺寸比较	(241)
第四节 水平带式真空过滤机	(245)
一、原理、用途与特点	(245)
(一) 原理与用途	(245)
(二) 主要特点及与鼓式真空洗浆机的比较	(251)
二、构造与作用	(260)
(一) 滤网	(260)
(二) 滤带	(262)
(三) 真空吸滤箱	(267)

(四) 流浆箱	(273)
(五) 浆层喷洗装置	(276)
(六) 辊筒与传动	(277)
(七) 汽罩	(279)
(八) 滤网及滤带喷洗装置	(280)
三、规格与性能	(282)
第四章 挤压过滤设备	(292)
第一节 螺旋挤浆机	(292)
一、原理与构造	(292)
(一) 挤浆原理	(292)
(二) 卧式螺旋挤浆机	(295)
(三) 立式螺旋挤浆机	(296)
二、主要部件	(298)
(一) 螺旋辊	(298)
(二) 滤鼓	(302)
(三) 防滑装置	(303)
(四) 出浆堵头	(307)
三、用途与性能	(310)
(一) 用于多台串联洗浆系统	(310)
(二) 性能与使用条件	(315)
第二节 双辊挤浆机	(318)
一、原理与构造	(318)
二、压辊	(320)
(一) 沟纹辊	(320)
(二) 小孔辊	(322)
三、洗涤草类浆的性能	(324)
四、国外产品	(327)
(一) 用于浓缩	(327)

(二) 用于洗浆	(330)
五、使用条件	(333)
(一) 防止硬物压坏辊面	(333)
(二) 稳定生产条件	(334)
(三) 使用维护要点	(335)
六、改进方向	(335)
第三节 压力洗浆机	(336)
一、原理与构造	(336)
(一) 原理	(336)
(二) 构造	(339)
(三) 优缺点	(341)
二、规格与性能	(342)
(一) 国内产品	(342)
(二) 国外产品	(345)
(三) 使用性能	(347)
三、操作与维护	(355)
(一) 自控及指示仪表的配备	(355)
(二) 开、停机操作程序	(356)
(三) 其他装用维护要点	(358)
第四节 其他挤浆浓缩设备	(359)
一、环式双鼓挤浆机	(359)
(一) 原理	(359)
(二) 规格与性能	(361)
(三) 构造	(363)
(四) 操作	(363)
二、双锥盘挤浆机	(364)
(一) 原理与构造	(364)
(二) 规格与性能	(368)

三、链槽式挤浆机	(371)
(一) 原理与构造	(371)
(二) 规格与性能	(374)
四、多辊挤浆机	(376)
五、夹网式浓缩机	(378)
六、立式四鼓挤浆机	(381)
七、FPC型双网挤浆机	(384)
八、卡米尔压榨洗浆机	(386)
第五章 厚浆层连续置换洗浆设备	(390)
第一节 锅内热洗	(390)
一、原理	(390)
(一) 发展经过	(390)
(二) 优缺点	(391)
二、构造与使用效果	(392)
(一) 用于木片浆	(392)
(二) 用于锯屑与草类浆	(397)
第二节 置换洗涤塔	(398)
一、原理与构造	(398)
(一) 环式常压置换洗涤塔	(398)
(二) 筒式压力置换洗涤塔	(405)
二、使用效果	(407)
(一) 用于粗浆洗涤	(407)
(二) 用于漂后洗涤	(408)
(三) 操作控制要点	(410)
第六章 过滤网与附属设备	(412)
第一节 过滤网及其密封装置	(412)
一、过滤网	(412)
(一) 作用与构造	(412)

(二) 织物滤网	(422)
二、密封装置	(431)
(一) 作用与原理	(431)
(二) 方法与种类	(432)
(三) 密封带的张紧装置	(434)
第二节 主要附属设备	(437)
一、出浆的松散与稀释混合设备	(437)
(一) 出浆松散的作用	(437)
(二) 辊式破碎机	(439)
(三) 破碎螺旋输送机	(442)
(四) 其他型式的破碎机	(442)
二、气液分离与冷凝设备	(445)
(一) 气液分离设备	(445)
(二) 冷凝器	(447)
三、黑液的消泡与过滤设备	(448)
(一) 消泡器	(448)
(二) 圆网黑液过滤机	(449)
(三) 卧式螺旋卸料离心机	(452)
(四) 其他黑液过滤设备	(454)
第七章 发展动向	(455)
一、发展的三个阶段	(455)
(一) 粗浆洗涤设备	(455)
(二) 漂后洗浆设备	(456)
(三) 浓缩设备	(456)
二、型式与结构的发展动向	(457)
(一) 与其他制浆造纸设备发展的相互关系	(457)
(二) 与通用过滤设备发展的相互关系	(458)
(三) 部分设备型式与结构的改进	(459)

三、粗浆洗涤系统的发展动向	(460)
(一) 以经济效益促进粗浆洗涤系统的发展	(460)
(二) 对流程工序与设备安排的探讨	(462)
四、与国际先进水平的差距及努力方向	(464)
(一) 国内发展过程的回顾	(464)
(二) 差距与努力方向	(466)
附录	(470)
一、打浆度、游离度与滤水度的对比	(470)
二、硬度卡伯值与高锰酸钾值的换算	(470)
三、草浆黑液波美度与固形物含量的关系	(471)
四、部分滤网的参考价格	(472)

第一章 综 述

第一节 纸浆的洗涤与浓缩

一、洗浆与浓缩的目的及作用

(一) 制浆过程的稀释、置换与浓缩

纸浆从蒸煮(或磨木)至湿纸成型过程中都以水为介质。由于制浆过程中不同的工艺要求,经常需要加水稀释、脱水浓缩或用水置换纸浆中的液体。这些作业包括:

(1) 蒸煮后的提取废液和洗涤纸浆;通常称为粗浆洗涤。

(2) 废纸浆或其他半料浆的加水疏解与洗涤。

(3) 漂白时加药液和漂白后的洗涤。

(4) 输送前的稀释。

(5) 筛选中加水稀释和筛选后的浓缩。

(6) 漂白、打浆或贮存前的浓缩。

(7) 商品浆粕气流干燥前的湿压。

(8) 其他由于工艺需要而提高浓度。

本书内容就是介绍以上这些作业中的洗浆与浓缩设备。

在蒸煮与漂白工序,水是化学药剂与非纤维素物质进行化学反应的介质(溶剂、导热与循环载体、缓冲物)而使植物纤维分离或被漂白。非纤维素物质或其化合物溶解于水中成为废液,它在液体中的含量称为溶质浓度。当水分蒸发

后，其中绝大部分溶质仍恢复固体形态，所以通常称这些溶质为固形物。

使纸浆中的溶质减少就是洗浆，所以脱水浓缩同时就有洗浆作用。上面所述的(5)~(7)等作业的设备主要作用在于浓缩，而大多数浓缩设备也可以用于洗浆。虽然大多数洗浆过程就是借助多次稀释和浓缩来实现，但也可以采取加水置换浆中原来溶液的方法。置换实际上也是同时加水稀释和脱水浓缩的过程。洗浆工艺与设备在技术要求上比单纯的浓缩作业要复杂得多，所以本书在叙述中又以洗浆设备为主。

(二) 洗浆的目的

对蒸煮后的纸浆进行洗涤，是本书所叙述的设备中的最主要用途，许多新设备也正是在这一用途的要求下而不断地改进与发展的。

蒸煮后洗浆的目的是由于：

(1) 已分离的纤维必须与蒸煮废液分开；若纸浆未洗干净，则对以后的制浆造纸工序的连续化生产有不利的影响。例如难以漂白，会消耗过量漂剂；在筛选、浓缩中泡沫多，影响筛选效率，易糊网，打浆施胶中多费松香胶；在造纸机上难以上网成型或断头多，腐蚀设备管道等等。

(2) 蒸煮中消耗的化学药品是制浆主要成本开支之一，若能提取废液回收大部分药品，则可减少物料消耗和供应。

(3) 碱性或酸性药品与植物中非纤维素反应产生的化合物、残碱或残酸等，若作为废液不加处理直接排入江河任其流失，则将对环境造成污染。

(4) 化学制浆只利用了植物原料中大约一半的成分，被化合或溶解的成分中尚有供综合利用制造其他副产品的价

值，其中有些成分还有较大的发热量可供作为回收时的燃料。

因此，蒸煮后洗浆的目的是同时提取废液和洗净纸浆，所以洗浆设备有时也被称为废液提取设备。并且要求提取溶质浓度尽可能高的废液才能实现上述(2)~(4)的要求。

碱法(硫酸盐法与烧碱法)蒸煮后的废液称为黑液，酸法(亚硫酸盐法)的废液称为红液，中性亚硫酸铵法废液，许多厂也称为黑液。由于碱法制浆较普遍，提取黑液的难度较大，对提取率要求也高，所以本书在叙述提取废液的过程中多数以碱法为例，对废液也常按习惯通称黑液。

漂白后洗浆设备所过滤的滤液浓度虽然已经很稀，但仍有一定含量的固形物。据资料介绍，植物原料内非纤维素中的有机物在蒸煮阶段虽然已大部分溶出并在洗涤工段被提取，但在漂白针叶树木浆时还有约占纸浆7%的有机物溶出，漂白阔叶树木浆时有约3%。所以从化学制浆过程来说，漂白是蒸煮的继续。此外，在各段漂白作业终了时，在纸浆中尚存在残氯(未经化学反应的有效氯)或残碱。漂白后的浆若洗涤不干净，浆中残留的树脂、灰分、碳水化合物及木素的降解产物等，会在高温干燥或贮存老化过程中引起纸及浆的返色和降低纸的质量。

由于漂后纸浆滤液中所含固形物浓度很稀，一般还不回收滤液中的药品。但这一部分滤液的外排，将成为今后漂白浆厂的主要污染来源。

二、纸浆洗涤与浓缩的原理及方法

(一) 洗浆与浓缩的方法

纸浆的脱水浓缩是简单的固液分离过程。而洗浆过程则

比较复杂，它包括加水稀释后产生的液液混合与溶质扩散，以及把被稀释或置换的液体与纤维分离，后者也是固液分离过程。

工业生产中分离固液或提取液体的方法有过滤、沉淀、压榨、离心、浮选、置换或浸取等，视固液含量比例、固液比重之差、固相颗粒的大小与受压缩的变形特性等及对固液的取舍等条件而选用。

需要洗涤或浓缩的纸浆，从纤维和液体的组成与物理性质、生产工艺要求等方面分析，有以下特性：

(1) 进入洗浆或浓缩设备的纸浆浓度（即固相纤维占整个悬浮液重量的百分比）都在15%以下（多数低于5%，少数在10%左右），这种固液比值以采用过滤方法比较经济。

(2) 纯纤维是一种亲水性物质，比重略大于水。未洗粗浆的纤维带有其它杂质，比重与水相似。又由于纤维是中空的管状物或带状物，纤维胞壁又是微孔性的，使它在水介质中与水的接触面增大而容易悬浮于水中。固液两相比重接近，以采用过滤方法较适宜。

(3) 未洗粗浆中的废液虽然溶质浓度较大，粘度较高，但在保持蒸煮后余温下，其流动性或即可过滤性较好。

(4) 纤维交织可形成较好的滤层，浓缩后的滤层容易从滤网上揭开。纤维滤层在过滤压力不高时能保持多孔性，在较高压力下又有一定的可压缩性和受压强度。

(5) 洗浆过程要求将纤维与废液尽可能彻底分离，并使固液相互流失最少。

按照上述纸浆特性与工艺要求，现用的洗浆与浓缩设备均采用以过滤方法为主，而辅以压榨、稀释扩散或置换。具有滤网或滤板是本类设备的共同特征。