

造纸工人技术读本

浆料的洗涤与筛选

丁忠柱 繆非 编

轻工业出版社

造纸工人技术读本

浆料的洗涤与筛选

丁忠柱 缪 非 编

轻工业出版社

内 容 提 要

本书是《造纸工人技术读本》之一。书中内容主要包括洗涤和筛选两部分。分别介绍了洗涤、筛选的目的、基本原理以及设备的特征、结构、工作原理、操作要点和故障的排除等。对浆料的浓缩、洗涤和筛选的辅助设备以及国外的新型洗涤和筛选设备也作了简要介绍。

本书可供从事洗涤与筛选的工人自学，也可作为造纸工人的培训教材。

造纸工人技术读本
浆料的洗涤与筛选
丁忠柱 缪 非 编

*

轻工业出版社出版
(北京阜成路8号)
国防科委印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

78141092 总第1/22 印数: 180千号

1982年8月 第一次印刷

印数: 1—6,000 定价: 0.64元

统一书号: 16042·1643

出版说明

为了适应当前造纸工人学习技术的需要，我社组织编写了一套《造纸工人技术读本》。这套读本按造纸生产工序分册出版，主要介绍各工序的基本原理、工艺条件、生产设备的结构与性能、操作方法以及生产中易发生的问题与解决办法等。这套读本可供造纸工人自学，也可作为培训造纸工人的教材。

《浆料的洗涤与筛选》是《造纸工人技术读本》之一。本书由丁忠柱、缪非两位同志编写。初稿由北京造纸总厂李连兴等同志审阅，提出了宝贵的意见，在此表示感谢。

轻工业出版社

目 录

第一章 洗涤	1
第一节 概述	1
一、洗涤目的与要求.....	1
二、有关洗涤方面的术语.....	1
第二节 蒸煮与蒸煮废液	4
一、概述.....	4
二、有关蒸煮方面的术语.....	5
第三节 蒸煮废液与三废关系	6
一、概述.....	6
二、有关方面的术语.....	8
第四节 蒸煮废液的测定	10
一、亚硫酸盐法蒸煮废液.....	11
二、碱法蒸煮废液.....	14
三、亚铵法蒸煮废液.....	17
第五节 洗涤理论及影响因素	20
一、洗涤理论.....	20
二、洗涤方式.....	23
三、影响洗涤的因素.....	25
第六节 洗涤设备	28
一、概述.....	28
二、洗料池.....	29

三、B 型鼓式真空洗浆机·····	32
四、压力洗浆机·····	52
五、螺旋挤浆机·····	63
六、双辊沟纹挤浆机和小孔双辊挤浆机·····	73
七、置换洗涤器·····	82
八、黑液的消泡和过滤·····	85
第二章 筛选和净化 ·····	90
第一节 概述·····	90
一、筛选和净化目的·····	90
二、有关筛选方面的术语·····	91
三、筛选和净化过程·····	92
第二节 筛选和净化设备的分类和比较·····	94
一、筛选设备的分类和比较·····	94
二、净化设备的分类和比较·····	99
第三节 筛选和净化设备·····	100
一、高频振框式平筛·····	100
二、低频振动式平筛·····	113
三、高频振鼓式圆筛·····	117
四、跳筛·····	120
五、A 型离心式筛浆机·····	122
六、B 型离心式筛浆机·····	129
七、C 型离心式筛浆机·····	135
八、CX 型和 ZSL1-4 型离心式筛浆机·····	146
九、压力筛·····	155
十、沉砂沟·····	172
十一、锥形除渣器·····	174

十二、筒形除渣器·····	185
十三、粗渣处理设备·····	187
第四节 国内筛选和净化概况·····	191
一、设备选用·····	191
二、流程的确定·····	193
三、几种浆料筛选和净化流程的分析·····	196
第五节 国外新型筛选和净化设备·····	202
一、筛选设备·····	202
二、净化设备·····	209
第三章 浆料的浓缩·····	213
第一节 概述·····	213
第二节 各种浓缩设备·····	214
一、圆网浓缩机·····	214
二、侧压式浓缩机·····	219
三、真空浓缩机·····	224
四、落差式浓缩机·····	228
第三节 国外浓缩设备·····	234
一、双筒偏心挤浆机·····	234
二、无分配头式浓缩机·····	235
第四章 洗涤和筛选的辅助设备·····	238
第一节 浆池·····	238
一、概述·····	238
二、低浓浆池·····	239
三、高浓浆池·····	241
第二节 浆泵·····	243
一、概述·····	243

二、离心泵.....	244
三、轴流式浆泵.....	251
第三节 螺旋输送机.....	254

第一章 洗 涤

第一节 概 述

一、洗涤目的与要求

浆料洗涤和蒸煮废液的提取，是原料成为纸浆后的第一道工序。这一个工序的主要任务是将纸浆和蒸煮废液尽量分开，如果纸浆带有超过一定量的废液，这给下工序生产带来了困难。如在筛选时有泡沫，影响筛选质量，在漂白时增加漂液量或降低白度，抄成的纸会发脆等等。

在洗涤及提取过程中，要求用水量要少，以便得到提取较高浓度的蒸煮废液，以供回收或综合利用。但是不适当的减少用水量，又可能增加纸浆中残留的蒸煮废液。多用洗涤水固然可以把浆料洗得干净，但用水越多，洗液的浓度就越低。因此洗涤用水就需严格控制，整个过程无论在管理上、技术上和操作上的好坏，对制浆和回收车间的生产都有密切关系。

二、有关洗涤方面的术语

(一)洗净度

洗净度表示纸浆在洗涤过程中洗涤的干净程度。

在洗涤过程中，大部分游离的蒸煮废液是可以由自淋的方法排出，以提取最浓的废液。当排出一定量后也可以再加洗液与纤维分离。对于细胞腔及细胞壁内的废液就不大容易

洗去，废液中还有少量的溶解成分被纤维所吸附，有少量化学品的阳离子（如钠、镁等）与纤维内的阴性基团相结合，这就比较难于洗涤。因此最后浆料中所含的残酸、残碱有一定值，一般对洗后浆的洗净度有以下要求：

1. 碱法浆洗净的要求及表示方法有以下二种：

（1）以洗后浆中所带走的残碱表示（以 Na_2O 公斤/吨风干浆），东北有些纸厂规定木浆带走残碱应小于1公斤 Na_2O /吨风干浆。

（2）以洗后浆所带废液中的残碱含量（以 Na_2O 公斤/吨风干浆）表示，南方某厂规定硫酸盐马尾松浆所带废液中含碱量0.05克/升，硫酸盐荻苇浆中废液含量0.25克/升，其它草浆废液中含量为0.25~0.5克/升。

以上二种方法可以进行换算。

例：某厂洗后浆浓度为12%，每吨风干浆带走残碱为1公斤/吨风干浆，则每吨风干浆带走的残液量为：

$$\frac{0.9 \times (100\% - 12\%)}{12\%} = 6.6 \text{米}^3/\text{吨风干浆}$$

因此，可以把洗后每吨风干浆所带走废液中的残碱表示为：

$$\frac{1 \times 1000}{6.6 \times 1000} = 0.15 \text{克/升}$$

2. 酸法浆的洗净要求及表示方法亦有以下二种：

（1）酸法厂一般检查洗后浆中所含残酸，应在0.001%以下。

（2）酸法厂亦有用毫克 KMnO_4 /升表示，南方某纸厂规定亚硫酸盐马尾松浆小于100毫克 KMnO_4 /升，蔗渣浆小于

120毫克/升。

3. 亚铵法浆的洗涤以残余亚铵表示:

(1) 三段淋洗废液残余亚铵小于0.3克/升。

(2) 自然淋洗废液残余亚铵小于0.15克/升。

(二) 提取率

从蒸煮后蒸煮废液中所提取得到的固形物的百分数。这是评定设备运行及管理的效果, 国内现用测定方法有以下几种:

一种是测定进出口浆的浓度, 如全靠挤压的洗浆设备(象螺旋压榨机与沟纹挤浆机) 一般多用这方法测定。测定比较方便, 浆的浓度应为经过洗净之后的浓度, 若浆未洗就去烘干, 因黑液中含固形物高, 致使数据不准。但是对跑、漏、冒的蒸煮废液无法测定, 不能真正反映出全面的提取率。这种测定可用下式表示:

$$\frac{(\text{出口浆浓度} - \text{进口浆浓度}) \times 100}{\text{出口浆浓度} \times (100 - \text{进口浆浓度})}$$

第二种测定方式是测定蒸煮和洗涤损失, 这种测定需要每锅(球)分开测定, 工作量较大, 而且不能经常测定。但是可以知道在洗涤工段中的跑、漏、冒及浆料中带走的蒸煮废液损失, 这种测定可用下式表示:

$$\frac{\text{本期蒸煮用药液量} - \text{本期蒸煮和洗涤损失}}{\text{本期蒸煮用药液量}}$$

第三种测定方法为测出每吨粗浆洗出液中固形物量, 可由下式表示:

$$\frac{\text{每吨粗浆洗出液中固形物}}{\frac{1 - \text{粗浆得率}}{\text{粗浆得率}} + \text{每吨粗浆用药液量}}$$

这种测定方式，得率波动大，不能经常测定。

第二节 蒸煮与蒸煮废液

纸浆洗涤的前工序是蒸煮，蒸煮方法对纸浆的洗涤关系很大，故在研究洗涤前了解一下蒸煮是很必要的。

一、概 述

从植物的组成来说，木材和一般的草类纤维素含量约50%左右，其它都是木素、半纤维素、果胶、树脂、矿物质等。通常矿物质含量由测定灰分得知，木材的灰分是1%，而稻草高达12%，其它草类植物也在5%左右。较高的灰分对洗涤及回收都是不利的，不仅会堵塞滤孔，妨碍洗涤，还会在蒸发时沉积在器壁上，影响蒸发。

纤维素是造纸的主要原料，蒸煮就是利用化学药剂在高温高压下将植物原料中的其它成分去掉，而将纤维素保留下来。纤维素的颜色是白的，但在现有的制浆工业中还不能把其它杂质完全除掉，因此本色浆的颜色呈灰白或褐色的，如制高级纸需要进行漂白。在蒸煮和漂白的过程中纤维素经常被破坏而溶解掉，所以纸浆中纤维素含量低于植物中纤维的含量。

纸浆的蒸煮程度是根据纸浆的用途而决定的。制造本色浆，需要煮得硬一点，使浆的纤维保留有相当大的其它物质，这些物质保护纤维壁使在蒸煮时不受破坏。因此纤维就有强韧性，这适于做包装纸、水泥袋纸等。如制造漂白浆那蒸煮条件就要求强化一点，以使蒸煮过程中除去大量的杂质，但

是纤维壁也受到破坏。根据木素的含量纸浆可分硬浆和软浆。

在蒸煮过程中，大约有50%的物质溶解于蒸煮液中，蒸煮1吨浆究竟有多少废液，这要看使用原料及对浆的要求而定。还要看蒸煮设备是采用直接加热还是间接加热（直接加热就是把蒸气直接通到蒸煮设备里去；间接加热是通过加热器将药液加热）。一般浆得率为50%左右，液比1:3，用汽量为1.8~2.0吨/吨浆。在蒸煮结束后，蒸煮设备内的蒸煮废液一般为7~10米³/吨浆。以亚硫酸盐木浆来讲这种废液一部分可用自流出的方法排除，每吨风干浆可排出1~4米³。此后料中仍存有6米³废液，这些残存的废液存在于小木片、纤维束和纤维之间约3.5~4米³，存在于纤维内部约2~2.5米³。碱法木浆黑液约70~80%存在于纤维与纤维之间，在纤维细胞腔内约15~20%，在纤维细胞壁内5%。草浆易于水化存在于细胞壁内的蒸煮废液比木浆多。

二、有关蒸煮方面的术语

1. 硬浆、软浆

在纸浆中以木素含量的多少区分浆的软硬。一般以高锰酸钾值或贝克曼价来表示。以亚硫酸盐浆为例，木素含量约1.0~1.2%，高锰酸钾值4~6为特软浆；木素含量约1.4~2.8%，高锰酸钾值7~12为一般软浆；木素含量4.0~5.2%，高锰酸钾值16~22为硬浆。又如硫酸盐浆木素含量约1.0~1.2%，贝克曼价36~60为特软浆；木素含量约1.4~2.4%，贝克曼价70~99为一般软浆；木素含量约3.6~4.8，贝克曼价120~133为硬浆。

2. 红液

在亚硫酸盐法蒸煮中，使用由二氧化硫和盐基（钙、镁、钠、氨等）组成的亚硫酸盐、亚硫酸氢盐及游离二氧化硫等作蒸煮液。在蒸煮过程中溶出木素磺酸盐、糖类、有机酸、树脂等副产物，这些有机物与无机物构成蒸煮废液。把废液的水分蒸干所得到的全固形物的量，在生产化学浆时，一般比所得纸浆的量还要多。这种废液的颜色为红棕色，故一般称红液。

3. 黑液

碱法制浆过程中，大约有一半以上的非纤维素物质溶解于蒸煮液中，呈深黑色故称为黑液。黑液中的固形物有70%左右是有机物，30%左右是无机物。这些无机物的主要成分是与有机物结合的钠盐、游离的氢氧化钠、碳酸钠、硫化钠、硫酸钠，草浆黑液中还有硅酸钠。稻草浆的黑液里，含有二氧化硅量最高约2~10%。

第三节 蒸煮废液与三废关系

一、概 述

蒸煮后洗涤排放废水是目前工业废水最大污染源之一。

在纸厂排放污水的江河水面上，人们可以看到明显的污染情况。废水不仅使水域发黑或呈其它颜色，散发出恶臭，而且有时水面漂浮着一层絮状物，它象被子一样把水面盖住，致使溶解氧缺乏，引起鱼贝类窒息死亡。

上面已经讲到化学制浆浆的得率是50%左右，因此洗涤废水中含可溶性有机物比较多。这许多污染物中，有机污染

物主要消耗水中的溶解氧而使水生物死亡。无机物中的硫化物、亚硫酸盐等物质也具有这种危害作用。而其中有毒或剧毒物质倒不一定会消耗水中的溶解氧，但其危害性很大。洗涤废水中主要有毒污染物为酚，其量很少，主要通过水产品、农产品及饮用水等途径，使人体受到损伤或感染。

表 1-1 生活污水和工业废水引起水质污染的几种类型

类型	化 学	物 理	生 理 学	生 物 学
主要性状或特点	一、有机化合物污染 1. 氧化分解 (溶解氧减少) 2. 腐臭 (二次性毒物发生) 3. 剧毒物 二、无机化合物污染 1. 溶解盐类增加 (渗透压变化) 2. 酸碱度增加 3. 剧毒物	1. 色相变化 2. 浊度变化 3. 水温变化 4. 悬浊物 5. 泡沫物 6. 放射能污染	1. 异味 2. 臭气 (均不能作饮用水、对水产物有影响)	1. 细菌 (病原传播) 2. 生活污水中产生的菌类 3. 其它污水微生物的产生

表 1-2 工业废水排放标准 (GBJ4-73)

序 号	有害物质或项目名称	最高容许排放浓度
1	pH值	6~9
2	悬浮物 (水力排灰、洗煤水、水力冲渣、尾矿水)	500毫克/升
3	生化耗氧量 (5天, 20℃, BOD ₅)	60毫克/升*
4	化学耗氧量 (重铬酸钾法, COD)	100毫克/升*
5	硫化物	1毫克/升
6	挥发性酚	0.5毫克/升
7	石油类	10毫克/升

*造纸 BOD₅ < 200毫克/升, COD < 300毫克/升

由工业废水和生活污水所引起的污染，分化学性污染、物理性污染、生理性污染和生物学污染，见表1-1。

为了控制污染，造福人类，国家对工业废水排放作了一些规定，如果达不到所规定排放标准，则需进行处理，需在规定的标准内才能进行排放。见表1-2。

如果是风景区、旅游区还有更高的标准，这要看当地的规定而定。

二、有关方面的术语

为了说明水质污染程度，常常用溶解氧、生化耗氧量化学耗氧量等概念来表示。

1. 溶解氧

溶解氧系指溶解于水中的氧，一般用百万分率(ppm)或用毫克/升表示其含量，在自然水域中饱和状态溶解氧量见表1-3(淡水)。

表 1-3

水温与溶解氧的关系

水 温(℃)	0	5	10	15	20	25	30
溶解氧(ppm)	14.62	12.80	11.33	10.15	9.70	8.38	7.63

2. 生化耗氧量(BOD₅)

生化耗氧量表示水中有机物含量的一个指标，即表示水中有机物由于微生物的生化作用进行氧化分解所消耗氧的数量，以百万分率(ppm)或毫克/升表示。溶解于水中的物质被氧化的次序，首先是不稳定的化学成分被氧化分解，例如

亚硫酸盐、硫化物等，氧化时间大多在一日内完成，其耗氧量常称为直接生物耗氧量。其次是有机物中的烃类被氧化分解。水中各种有机物的完全氧化分解时间总共约需一百天。因此，为了缩短时间一般生化耗氧量是指被检试的水质在20℃下五日内的耗氧量，通常称为五日生化耗氧量，用BOD₅表示，它约等于完全氧化分解耗氧量的70%。

3. 化学耗氧量(COD)

化学耗氧量与生化耗氧量都是用来表示水中有机物含量的指标。不同点主要在于化学耗氧量是通过氧化剂（如高锰酸钾等）进行化学氧化，用较短时间可得到检测数据，而不是通过生化作用进行氧化。化学耗氧量也用百万分率(ppm)或毫克/升表示。

在化学制浆中，植物的非纤维素物质溶于蒸煮液中，溶解的多少，是根据原料、制浆方法、及浆的品种而有所差异，表1-4为上海造纸研究所对碱法浆所进行的一系列的测定数据。

表 1-4 碱法浆蒸煮废液中所含COD、BOD₅数值

纸 浆 名 称	每生产 1 公斤风干浆蒸煮废液中的COD量(公斤)	每生产 1 公斤风干浆蒸煮废液中的BOD ₅ 量(公斤)
本色硫酸盐木浆	0.79	0.286
漂白硫酸盐早稻浆	0.627	0.287
漂白硫酸盐稻草浆	0.508	0.233
漂白硫酸盐麦草浆	0.5	0.288
漂白碱法棉短绒浆	0.161	0.080
漂白碱法鞋底破布浆	0.134	0.078

以漂白稻草浆来说，一吨浆就产生 250 公斤的生化耗氧