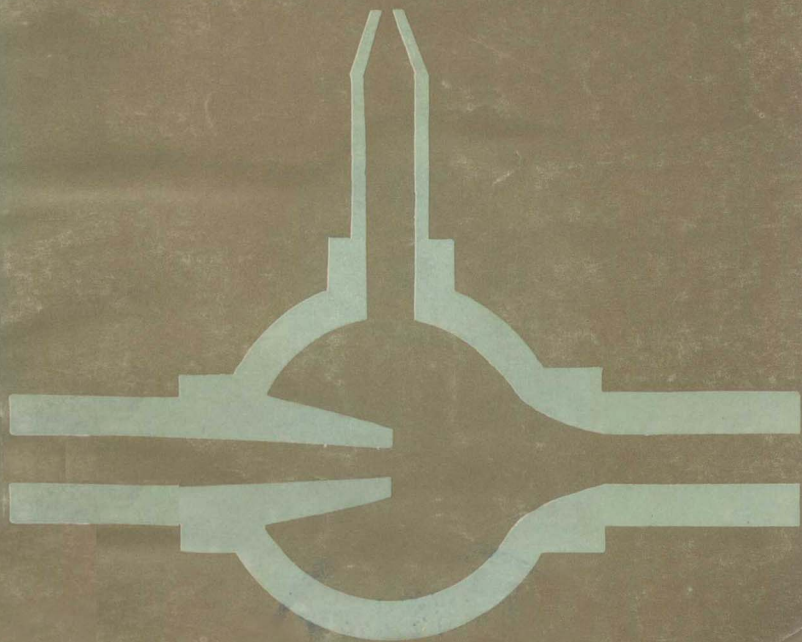


1034539

造纸机白水回收技术

李少候 编著



轻工业出版社

造纸机白水回收技术

李少候 编著

轻工业出版社

内 容 提 要

本书对造纸机白水回收的基本原理、生产工艺及设备、生产操作以及有关工艺设计与计算等作了较为系统的介绍。书中反映和总结了当前国内广为应用的白水回收技术中，不同类型、不同处理方法以及生产管理方面的先进经验。书中提供大量的、可供直接选用的数据，紧密联系生产实际。

本书可作为从事造纸机白水回收设计、计算时的参考，也可作为造纸专业技术人员学习的参考读物。

造纸机白水回收技术

李少候 编 著

轻工业出版社出版

(北京阜成路8号)

山东长清印刷厂印刷

787×1092毫米 1/32印张：2 $\frac{28}{32}$ 字数：82千字

1985年10月 第一版第一次印刷

印数：1—4,000 定价：0.90 元

统一书号：15042·2039

前 言

水是一项非常宝贵的自然资源，也是不可代替的能源。在当今世界普遍发生淡水荒的情况下，节约用水，保护自然资源，已经是刻不容缓的事情。

制浆造纸工业是一个耗水多、污染严重的行业。加强造纸厂废水的治理，搞好环境保护，不仅对本行业有重大的意义，而且对整个国计民生都具有极其重要的意义。

造纸机的白水，主要是指来自纸机网部的案辊部分、真空吸水箱和真空伏辊部分的白水（对于圆网造纸机则是来自圆网槽部分的白水），这部分白水，通常除用于稀释浆料外，尚有大量的剩余。在纸机白水中，含有大量的纤维、填料等物质，如：对抄造凸版印刷纸和胶版印刷纸来说，在长网造纸机的案辊部分，纤维和填料的流失率可达50%左右，其结果不但增加纤维和填料的循环量，而且还增加纤维和填料的流失。对纸机白水进行回收和利用，不仅可以回收纤维、填料，而且还可以回收清水，从而降低消耗，减少排污量，减轻环境污染，提高经济效益，是造纸行业当前一项重要的技术措施。

造纸机白水回收技术，国内目前常用的有气浮法、沉淀法和过滤法，其中以气浮法应用最为普遍。就当前国内各厂的使用情况来看，各种方法都有其特点，且工艺技术比较成熟。根据各自采取的技术措施，也都能达到良好的效果。

为了配合当前造纸行业推广造纸机白水回收技术，努力实现造纸机白水的封闭循环应用，特编写了这本书。书中对

国内目前广为应用的白水回收技术中，不同类型、不同处理方法以及生产管理方面的先进经验，作了较为系统的介绍。另外，在编写过程中，对有关工艺及设备的技术参数，都进行过对比筛选，或实际检测试验，力求稳妥可靠，并紧密联系生产实际。同时，注意在总结现有经验的基础上，提出进一步改进的意见。

本书编写后，经轻工业部造纸局赵叔浙工程师审阅，并根据他提出的意见作了适当的修改和补充。在此，表示衷心的感谢。

由于本人缺乏经验，水平有限，书中难免有缺点和错误，希望读者批评指正。

编 者

目 录

第一章	概 述	(1)
第一节	加强造纸工业环保工作的重要意义	(1)
第二节	造纸机白水的回收与利用	(5)
第二章	气浮法白水回收技术	(8)
第一节	气浮法白水回收的工作原理	(8)
第二节	气浮工艺的方法、特点及其适应范围	(10)
	一、气浮工艺的特点及适应范围	(10)
	二、气浮方法	(10)
第三节	溶气水的制备	(12)
	一、压力溶气法	(13)
	二、射流溶气法	(13)
	三、泵前插管式加压溶气法	(16)
	四、影响溶气水质量的有关因素	(18)
第四节	典型工艺流程分析	(21)
	一、采用空气压缩机的工艺流程	(23)
	二、采用射流器的工艺流程	(24)
	三、采用泵前插管的工艺流程	(25)
第五节	有关工艺及设备	(27)
	一、关于白水的预处理	(27)
	二、溶气罐的结构及计算	(28)
	三、气浮池的结构及计算	(31)

四、	气浮池的操作要求	(34)
五、	释放器的结构及应用	(37)
六、	刮浆装置及贮浆池	(40)
七、	清水池的结构及管理	(44)
八、	浆料的回收及应用	(44)
九、	设计、计算举例	(46)
第六节	气浮法白水回收的经济效益	(52)
第七节	气浮法白水回收系统一般操作规程	(57)
第三章	沉淀法白水回收技术	(59)
第一节	沉淀法白水回收的工作原理及特点	(59)
第二节	斜板、斜管沉淀的工作原理	(60)
一、	斜板、斜管沉淀原理	(61)
二、	斜板、斜管沉淀方法及效用	(64)
第三节	异向流斜板、斜管沉淀	(65)
一、	异向流斜板、斜管沉淀的工艺流程	(65)
二、	反应池	(67)
三、	沉淀池	(69)
四、	有关工艺设计及计算	(74)
五、	斜板(管)沉淀池的工作效率和操作要求	(80)
六、	过滤器	(83)
七、	浆料的回收及应用	(87)
八、	设计、计算举例	(88)
第四节	同向流斜板沉淀	(93)
一、	同向流斜板沉淀的结构原理及特点	(93)
二、	典型工艺流程分析	(97)

三、有关工艺及设备	(98)
四、有关问题讨论	(100)
第五节 沉淀法白水回收的经济效益	(101)
第四章 过滤法白水回收技术	(105)
第一节 概 述	(105)
第二节 多圆盘白水回收机	(106)
一、多圆盘白水回收机的结构原理	(106)
二、多圆盘白水回收机的应用	(108)
第三节 重力过滤器	(112)
一、重力过滤器的结构原理	(112)
二、重力过滤器的应用	(114)

和季节的不同，分布很不平衡，因而给人类生活和工农业生产带来许多困难。

随着工农业生产的不断发展，人口的增长，加上工业废水严重污染水源，使水的供需矛盾越来越突出。淡水危机已经成为世界性的严重问题。

我国平均年降雨量约为630 mm，地表水流量每年约为2万5千多亿 m^3 ，地下水流量每年约1千亿 m^3 ，总储水量名列世界前茅。但按人口平均计算，地表水每人每年只有2千7百多 m^3 ，低于美国、苏联、日本和西欧各国。此外，我国属亚热带气候，一年中的降水量主要集中在汛期，而汛期降水又常常集中于少数洪水，这样就使得水源更甚缺乏。我国又有许多城市严重缺水，已经成为制约工农业生产发展的主要因素。

造纸工业，特别是造纸生产过程，就是在大量水介质中进行的。从原料的蒸煮、漂白、制浆到造纸过程，通常每生产一吨浆，需耗用

第一章 概 述

第一节 加强造纸工业环保

工作的重要意义

水是一项非常宝贵的自然资源，也是自然界一切生命赖以生存，人类赖以生活、生产和发展的基本物质之一。目前，人类生活和工农业生产用水，主要是靠浅部地下水、土壤水、淡水湖泊和江河水。这些有限的淡水资源，随着地区和季节的不同，分布又极不平衡，因而给人类生活和工农业生产带来许多困难。

随着工农业生产的不断发展、人口的增长，加上工业废水严重污染水源，使水的供需矛盾越来越突出。淡水荒已经成为世界性的严重问题。

我国平均年降雨量约为630 mm，地表水流量每年约为2万6千多亿 m^3 ，地下水流量每年约7千亿 m^3 ，总储存量名列世界前茅。但按人口平均计算，地表水每人每年只有2千7百多 m^3 ，低于美国、苏联、日本和西欧各国。此外，我国属于季风气候，一年中的降水量主要集中于汛期，而汛期的水量又常常集中于几场洪水，这样就使得水源更显缺乏。我国北方很多城市严重缺水，已经成为制约工农业生产发展的重要因素。

众所周知，制浆造纸生产过程，就是在大量水介质中对纤维物料进行加工处理的过程。通常每生产一吨浆，需耗用

水200~300吨，每生产一吨纸又需耗用100~300吨水，甚至更高些。因此，造纸工业就成为耗用水量最大的行业之一。据国外统计数字，造纸工业用水量约为国民经济中十大主要工业总用水量的60%。又据国内统计，上海市27家造纸厂自来水的用量，约占整个轻工业局系统总用水量的60%。

制浆造纸过程用水量的多少，取决于工厂的规模、生产品种、生产工艺、设备技术条件和生产管理水平。1984年我国纸和纸板的产量为714万吨，若每吨纸（包括制浆）的耗水量以400~500吨计，则全年用水量为28~35亿吨，即全国造纸行业每天排放的废水量约为800~1000万吨，占全国工交系统污水排放总量的十分之一。在30多亿吨的废水中，若固形物含量按500ppm计（目前实际数字要比这高得多），则每年排放的固形物可达150多万吨，这些固形物中，根据检验有一半左右为矿渣、煤渣、石灰、泥砂和草屑等，其余均为纤维、填料等物质。另据1984年统计，我国造纸工业总用碱量每年约110万吨，各厂实际碱回收量每年只有25.34万吨，其余都随废水排走。

造纸工业废水中，除了众所周知的固体悬浮物（SS）、生物耗氧成分（BOD）、化学耗氧成分（COD），以及其它悬浮固体物质、浮游油脂、含硫和不含硫有毒物质和无机盐类等物质外，近年来，在造纸废水中还发现有多种有机氯化物、酚、汞等有害物质。

有关造纸工业废水的主要成分，以某造纸厂为例，见（表1-1）。

表1-1 造纸厂废水主要成分分析

部	项 目 地 点	pH	SS	BOD ₅	COD
			(mg/e)	(mg/e)	(mg/e)
制 浆 部 分	蒸煮废液	4.71	182	30900	18000
	精选浓缩机	7.1	641	1290	8484
	淋浆水塔	7.4	837	1000	3920
	过滤机	7.5	449	210	1340
	一段漂白洗涤	7.5	260	228	1600
	二段漂白洗涤	7.9	453	184	1000
造 纸 部 分	三号机地沟 (有光纸)	7.6	407	170	240
	五号机地沟 (凸版纸)	7.6	985	141	320
	纸机总地沟	7.6	792	170	260
	全厂总地沟	7.1	532	810	3920

(注：该厂是以芦苇为原料，采用亚硫酸镁制浆的综合性工厂)

由此可见，如果对造纸工业废水不加任何处理，任其排入江河湖海，必将淤塞河道，污染水域，严重危害工农渔业生产，威胁人民的生活和健康。目前，我国的造纸厂，绝大多数都是中小厂，且遍布全国各地，在我国的一些大中城市，甚至在一些举世闻名的风景区也都有造纸厂。由于近年来没有很好地重视和解决污染治理问题，已经给各地造成极大的危害。在许多造纸厂周围，由于废水排放造成农作物死亡、鱼类绝迹、土壤变质、人畜中毒等现象不断发生。有些

地方，由于纸厂废水的排放，造成水源中无机盐类含量增加，引起水的硬度提高，使用水单位增加了水处理的负担。可见，造纸工业既用水量大，污染又严重，已经成为我国工业污染的重要公害之一。防治造纸工业废水，已经成为直接关系到国计民生的重大问题。

从世界范围来说，污染问题已经和人口、粮食和能源问题并列为当今世界的四大危机。我国的环保工作是进入七十年代以后才逐步开始发展起来。由于五、六十年代我们比较注重如何加快经济建设，忽略了环境保护工作，特别是近些年来，大批中小型造纸厂的兴建，又未采取相应的环保措施，使长期积累下来的环境污染和自然资源的破坏，问题更加突出，后果也极为严重。因此，环保工作必须引起我们极大的注意。

制浆造纸工业的废水，主要由三部分组成，即制浆蒸煮部分的黑液；洗、选、漂部分的中段水和纸机部分的白水。蒸煮部分的黑液，主要靠碱回收或酸回收来解决。浆料的洗涤和漂白的废水是造纸行业污染的主要来源。对于这部分废水的处理，工艺技术复杂，占地面积大，投资费用也大，运转费用高。所以，国内目前还处于试验阶段。

关于造纸机白水，目前已普遍通过气浮、凝聚沉淀和过滤等方法处理后，作为纸机系统喷淋水循环使用，工艺技术成熟，发展迅速，经济效果显著。本书将集中介绍有关造纸机白水回收技术及其应用。

第二节 造纸机白水的回收与利用

我国造纸工业在白水回收方面，以前也曾经采取过一些技术措施，如白水沉淀塔、圆网过滤机等设备的应用。但是，由于这些设备的体积庞大，效率低，有的则仅限于回收部分浆料，不能回收水，所以，只有少数大型纸厂使用，绝大多数中小型纸厂都没有白水回收设备。真正采用纸机封闭循环用水技术还是近几年来事情，如1978年投入正常运转的天津造纸总厂的斜板沉淀和上海前卫造纸厂的斜管沉淀白水回收装置，以及1979年投入正常运行的苏州华盛造纸厂的气浮法白水回收装置。此外，有些大型造纸厂使用多圆盘白水过滤机，有些厂还试用了重力过滤器，都收到一定的效果。随着纸机用水封闭循环程度的提高，纸厂的用水量，以及排水中污染物的排放量，都有较大幅度的下降。

大家知道，造纸机的用水量占整个造纸厂（不包括制浆）用水量的80%以上，而造纸机的白水量又都集中在网部。因为纸页在网部的脱水量要占纸机总脱水量的95%以上，现代高速造纸机网部的脱水量则可占纸机全部脱水量的98%左右。此外，造纸机所消耗的清水，一般有50~70%以上是用以铜网和毛毯的冲洗。

如前所述，造纸机网部的白水，除用于冲浆（稀释浆料）外，仍有大量剩余，这部分白水中，含有大量的悬浮物，如微细纤维、填料等，以及施胶的胶料溶液、染料、溶解性的碳水化合物和氢氧化合物等。根据资料介绍，一般老厂纤维的流失率为5~6%。近年来，随着管理技术水平的

提高和节水技术的应用与发展，纤维流失率一般可降抵到1~3%。这部分水如果不加回收处理，任其排放，将造成纤维和填料等的流失，也污染江河水域，造成公害。

从近几年的实践和已经达到的技术水平来看，造纸机采用封闭循环用水后，每生产一吨纸节约水100t是完全可能的。与此同时，每生产一吨纸也可回收浆料30kg左右，效果是很明显的。例如：天津市各造纸厂，由于采用不同类型的白水回收装置，使每吨纸和纸板平均耗水量降低到104t，自制浆每吨的耗水量也降低到172t，使该市造纸行业排水中的污染物，1980年与1978年相比，悬浮物（SS）下降68%，COD下降46%，BOD₅下降50%。上海市造纸行业平均吨纸耗水量降到170t，吨浆耗水量也降到180t。最突出的例子是天津造纸总厂2[#]纸机生产有光纸，由于采用斜板沉淀法封闭循环用水，吨纸耗水量由原来的330t降抵到50t左右。处理后的清水质量也是令人满意的。据测定，回收清水中悬浮物的含量一般为16~20ppm，最低为10ppm以下，接近于自来水。每吨水的处理费用只需2~3分钱。而污染物去除效果为：COD去除率65.3~75.7%；BOD₅去除率66.3%。苏州华盛造纸厂采用气浮法白水回收技术以后，该厂2[#]纸机生产胶版纸、书写纸，吨纸耗水量由原来的200t降低到50t左右，悬浮物（SS）去除率达90%以上，COD去除率80%左右。由此可见，实行纸机白水回收，技术上是可行的，经济上也是合理的。

关于造纸机白水的回收处理方法，国内外已有许多成功的经验报道，但目前最广泛应用的不外乎有三种形式，即气浮法、沉淀法和过滤法（包括多圆盘过滤机和重力过滤

器)。此时颗粒将浮起。由此可见，当大量的微小气泡吸

气浮法和沉淀法（包括斜板沉淀和斜管沉淀）白水回收方法，在技术上各具特色，各有优缺点，它们的共同特点是工艺技术成熟、可靠，回收效率高，投资少，设备操作、管理简单，经济效益显著，适应性大，对于大中小型造纸厂都能采用。但综合起来看，气浮法要优于沉淀法。所以，目前气浮法发展迅速，应用更为广泛。

多圆盘过滤机生产能力大，纤维回收效果良好，但设备的维护和管理技术要求较高。所以，目前只限于在一些大型企业，白水量较大的造纸机应用。

重力过滤器虽然经过多次的投产试验，积累了一定的经验，但由于设备结构、工艺技术条件和操作管理上的问题，国内目前还不能单独用于处理纸机白水，必须和其它设备配合使用，才能更好发挥作用，因而尚未得到推广使用。

第二章 气浮法白水回收技术

第一节 气浮法白水回收的工作原理

气浮法，又称浮选法或浮离法。它的工作原理是利用气泡来粘附液体中的固体悬浮物，使其浮上液面再排出，从而达到固—液分离的目的。气浮作用可以用激烈的搅拌形式来产生，也可以用静止的形式来达到。前者多用于分离矿物，后者则多用于排除废水中的悬浮物，造纸机白水的回收即属于后一类气浮现象。

根据斯托克斯定律，在悬浮液中，颗粒的沉降速度(W)，与颗粒的相对密度减去液体的相对密度之差($\gamma_s - \gamma$)乘以颗粒直径的平方(d^2)之积成正比，而与液体的粘度(μ)成反比，即：

$$W = \frac{d^2 (\gamma_s - \gamma)}{18 \mu}$$

式中 W ——悬浮颗粒的沉降速度

d ——悬浮颗粒的直径

γ_s ——悬浮颗粒的重度

γ ——液体的重度

从上式可以看到，当 $\gamma_s > \gamma$ 时， $(\gamma_s - \gamma) > 0$ ，此时 W 为正值，颗粒下降；当 $\gamma_s < \gamma$ 时， $(\gamma_s - \gamma) < 0$ ，则 W

为负值，此时颗粒将浮起。由此可见，当大量的微小气泡吸附于悬浮颗粒表面时，整个颗粒的重度(γ_s)就会大大减小(空气的重度为 $1.29\text{kg}/\text{m}^3$ ，而水的重度为 $1000\text{kg}/\text{m}^3$)，当达到一定程度时，悬浮颗粒(在白水回收中是纤维、填料形成的矾花颗粒)就会飘浮到水面，从而达到固一液分离的目的。

气浮过程一般有三种不同的方式，即：(1)气捕捉泡附着于悬浮液或固相物质使其上浮；(2)在气泡上升时絮凝结构(矾花)，促成自身向上飘浮；(3)絮凝结构形成后，气泡直接吸附或吸收在其上使其上浮，如图2-1所示。

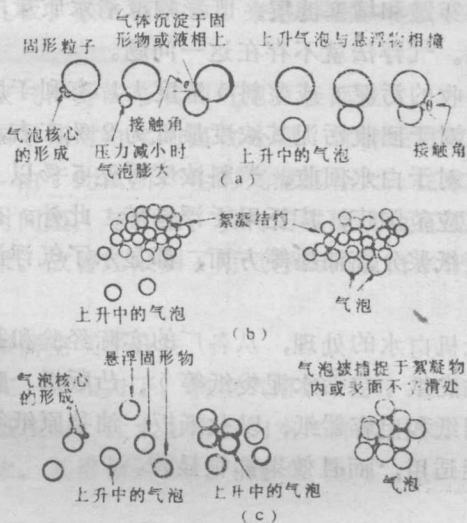


图2-1 气浮过程的三种不同方式