



国家“八五”科技攻关环境保护项目
技术集成系列丛书

小造纸厂污染防治 技术指南

国家环境保护局科技标准司 编

中国环境科学出版社

序

为实现“九五”期间国家环境保护的总目标，即“到2000年，力争使环境污染和生态破坏加剧的趋势得到基本控制，部分城市和环境质量有所改善”，国家环境保护局将采取“污染物排放总量控制”和实施“跨世纪绿色工程”两大举措，重点治理“三河”、“三湖”的水污染和“两控区”的大气污染。为实现上述目标和贯彻可持续发展战略方针，不仅需要强化管理和适当增加投入，更重要的是必须坚定不移地依靠科学技术。

国家环境保护局在“六五”、“七五”、“八五”期间，受国家计委、国家科委、财政部的委托，与有关部门共同组织环境保护战线的近万名科技人员，经过十多年的科技攻关，取得了丰硕的攻关成果，在解决我国煤烟型大气污染、水污染、固体废弃物污染等方面取得了一批重要成果。这些成果中包括：高效除尘技术；工业型煤技术；循环流化床燃烧脱硫节能技术；中、小锅炉脱硫除尘技术；城市污水处理与资源化技术；城市污水自然净化技术（土地处理、稳定塘及深海处置技术）；湖泊富营养化综合治理技术；造纸、印染、农药、焦化、染料等高浓度、难降解有机工业废水治理技术；铬渣治理与综合利用技术；电镀废水和废渣处理与利用技术；有害废物安全处置技术等。仅“八五”期间就开发新技术、新工艺、新产品85项，获专利5项，建成示范工程、中试生产线、试验基地71个，创直接经济效益2.2亿元。在已通过鉴定的44项专题成果中，有6项达国际领先水平，32项达国际先进水平，6项达国内领先水平。一批成果已经在环境建设和环境管理工作中得到应用并发挥了较好的环境、社会和经济效益。

为了配合国家环境保护局“九五”期间的工作重点，大力推广科技攻关成果，适应污染物排放总量控制和工业污染源达标排

放工作的需要，国家环境保护局科技标准司组织参加科技攻关的部分专家和工程技术人员，对十多年来在污染治理技术方面的攻关成果进行了认真的收集、调研、筛选、评价，以技术指南的形式编写成册，作为系列丛书出版，以供环保系统及各行业负责环保工作的领导、管理人员、环保科技人员、环保技术开发人员、工程设计人员以及大专院校环保专业的师生使用。为突出国家科技攻关环境保护项目成果的实用性，所选编的技术以“八五”攻关为主。本套技术指南由下列6册组成，分别由专家主持编写：①湖泊污染控制技术指南（主编：中国环境科学研究院金相灿研究员）；②城市污水土地处理利用技术指南（主编：中科院沈阳应用生态研究所孙铁珩研究员）；③城市污水稳定塘处理技术指南（主编：北京建筑工程学院李献文教授）；④小造纸厂污染防治技术指南（主编：北京轻工业学院张珂教授）；⑤电镀污泥及铬渣资源化实用技术指南（主编：中科院化工冶金研究所张懿研究员）；⑥中、小型燃煤锅炉烟气除尘脱硫实用技术指南（主编：北京轻工业学院张溱芳教授）。

本套丛书的策划和选材工作由尹改、祝兴祥同志全面主持，周思毅、罗毅同志负责全过程的组织管理，周泽江、向锋、刘鲁君、杨景辉、钱谊等同志负责丛书的编辑工作。

国家环境保护局科技标准司

1997.4.7

前 言

造成我国造纸工业污染严重的关键因素之一，在于数以千计的小造纸厂。年产万吨以下的小造纸厂产量占全国总产量60%左右，其污染物几乎100%排放，从而造成一个小造纸厂污染一条河的严重局面。如何迅速、彻底根治其污染是决定小造纸厂能否继续生存与发展的迫在眉睫的大事。本指南针对小造纸厂的实际情况，在广泛筛选的基础上，从实施清洁生产出发，以厂内综合防治为主，兼顾可能采取的厂外处理措施，提出了系统的污染治理技术，可向众多企业及其主管部门的管理与技术人员提供导向性选择。

在国家环境保护局科技标准司的组织与支持下，本书由曾经参加或主持过国家“六五”、“七五”、“八五”造纸工业污染防治技术科技攻关的北京轻工业学院与山东省环境保护局、山东省第一轻工业厅、山东省环保设计院的有关科技人员共同编写。各章的执笔人如下：

第一章 张珂，吴强（北京轻工业学院）

第二章 汪萃，胡杰（北京轻工业学院）

第三章 李平焯（山东省第一轻工业厅）

第四章 吴强（北京轻工业学院）

第五章 陆伯强（山东省环保设计院）

第六章 王耀凤（山东省环境保护局）

在上述人员的通力合作下，本书得以顺利编写完成。在编写过程中得到国家环境保护局科技标准司和国家环境保护局南京环境科学研究所有关人员的大力支持与关怀，在此表示衷心感谢与敬意。

目 录

我国小草浆厂污染治理技术分析对策建议	(1)
第一章 制浆造纸行业的清洁生产	(11)
一、什么是清洁生产	(11)
二、中国造纸行业的现状与展望	(15)
三、小造纸厂的出路何在	(27)
四、如何实现清洁生产	(31)
第二章 制浆废液碱回收	(42)
一、碱回收工艺	(42)
二、可在碱回收中应用推广的单项技术	(48)
三、传统法碱回收的典型范例	(57)
第三章 制浆黑液的综合利用	(63)
一、用碱法草浆黑液生产碱木素	(64)
二、用碱法草浆黑液生产木素磺酸盐	(65)
三、碱法草浆黑液 SO ₂ 法回收木素及滤液回用	(66)
四、碱法草浆黑液资源化回收治理技术	(67)
五、生产木素农药缓释剂技术	(69)
六、利用草浆黑液生产乳化剂(阴、阳离子型)	(71)
七、利用草浆黑液制型煤粘合剂	(72)
八、利用蒸煮废液生产沼气	(74)
九、利用亚铵法草浆黑液生产木素磺酸铵	(75)
十、利用亚铵法草浆黑液生产动物饲料	(76)
十一、利用亚铵法草浆黑液生产有机复合肥料	(77)
十二、木素开发应用前景	(78)
第四章 小造纸厂的厂外处理	(80)
一、废水厂外处理	(80)

二、水污染防治措施的技术经济问题·····	(104)
第五章 技术经济分析 ·····	(110)
一、技术经济分析的基本程序·····	(110)
二、技术经济分析的统一基准·····	(111)
三、碱法麦草浆制浆的基本流程、水和污染物的 平衡·····	(112)
四、中段废水处理工程造价及运行成本测算·····	(115)
五、碱法草浆废液治理典型化技术的分类·····	(116)
六、典型化治理方法的基本工艺流程及污染物 (以 COD 表示) 平衡图 ·····	(118)
七、典型化治理方法的技术经济比较·····	(126)
八、各种蒸煮废液治理方法全流程的技术经济综合 评价及优化分析·····	(129)
第六章 环境保护与产业发展对策 ·····	(135)
一、关于污染防治与环境管理的对策·····	(135)
二、关于资源利用与产业发展的对策·····	(144)

我国小草浆厂污染治理 技术分析对策建议

国家环境保护局科技标准司

一、我国造纸行业的现状

我国的纸产量居世界第三位,1994年全国机制纸和纸板产量超过2000万t,比1978年增长3.6倍;人均占有量为世界人均占有量的1/3,为发达国家的1/6~1/17。近10多年来,国际市场上纸浆、纸和纸板价格上涨,国内纸张市场需求迅猛增长,市场价格随之高抬,造纸生产利润率很高,又能解决农村剩余劳动力的就业问题,乡镇企业造纸厂迅速发展,这就形成了我国造纸工业的以下特点:

1. 纸厂数量多,规模小

据1992年不完全统计,我国造纸企业约6000多家,其中年产纸量3万t以上的不足50家,产量占总产量的16.6%;年产纸量1~3万t的不足200家,产量占20.3%;年产纸量1万t以下的5000多家,产量占63.1%。可以说众多的小造纸厂占领了我国造纸工业的半壁江山,缓解了我国纸张供应紧张的局面。

2. 造纸原料以非木材原料为主(国外造纸工业93%以上使用木材原料)

为数众多的小造纸厂就地取材,以我国量大面广的农作物秸秆和草本植物为原料,如麦草、稻草、龙须草、芦苇、茅竹、蔗渣、芒秆等。这种非木材纤维原料约占我国造纸原料的85%以上,

而木材原料仅占 15%。

3. 造纸污染环境严重

我国的造纸企业，除少数大中型厂配套建设了碱回收车间及废水处理设施外，大多数小草浆厂只顾赚钱，不愿投资（年产 5000t 以下的小厂是很不经济的）建设必要的废水处理设施，废液中含有的木质素、残碱、硫化物、氯化物等污染物大多没有处理，直接排入水体，一个纸厂污染一条河的情况到处可见。且这些小草浆厂，大多投资少，投产速度快，设备简陋陈旧，技术力量薄弱，管理水平低，原料及能源消耗大，使单位产品的排水量和排污量成倍增加。平均每吨纸浆综合能耗为 1.55~1.70t 标准煤，约为发达国家的 2 倍；用水量为 300~400t，约为发达国家的 3~4 倍；排出的有机污染负荷每吨浆达 1100~1700kg COD 和 300~350kg BOD₅。这些，都更加重了小草浆厂对环境的污染。

4. 我国的浆种结构以禾草化学浆及半化学浆为主

碱法（含硫酸盐法）浆约占 65.89%，石灰法浆占 14.38%，亚硫酸盐法浆占 7.30%，机械木浆占 4.23%，亚铵法浆 2.78%，亚钠法浆 1.68%，其它浆 3.74%。

不论采用什么方法制浆，一般来讲制浆造纸厂的废水主要来自 3 个方面：制浆废液（黑液、黄液等），中段水（包括洗浆水与漂白水）和纸机白水等。造纸工业的主要污染来自制浆工段（草浆黑液），约占总污染物发生量的 90%。因为每生产 1t 浆，需 2.3t 纤维原料和 300kg 碱，若不考虑废液中的资源回收，则将有 1.5t 左右的原材料（其中 400kg 木素，300kg 碱或 1000kg COD、300kg BOD）成为环境污染物，源源不断地排放水体，形成江河污染的主要污染源。据统计，1992 年全国造纸工业废水排放量达 30 亿 t，占全国工业废水排放总量的 1/8，其中县以上造纸厂年排废水 22.4 亿 t，COD 271.6 万 t，占总排放量的 38.2%，居第一位，成为污染我国水环境的罪魁祸首。为此，1996 年国务院相继颁布了

《关于环境保护若干问题的决定》和《淮河流域水污染防治暂行条例》。淮河流域山东、江苏、安徽、河南四省率先于1996年6月30日前关闭了近千家年产5000t以下的小草浆厂，大大缓解了造纸废水对淮河水系的污染，据估算，约削减该流域污染负荷的10%。对于这些小草浆厂在很难找到技术经济可行的污染治理方法时，关而不治就是大治，这是完全必要的。

二、草浆黑液的治理技术

我国对造纸废水的治理工作十分重视。从70年代开始，就投入大量资金进行造纸废水治理技术的研究和工程建设，国内大中型木浆厂都配置了碱回收车间，碱回收率达90%以上，技术上与经济上都已基本过关。对于为数众多的万吨以下的小草浆厂的污染治理，我国在“七五”、“八五”期间，组织广大科技人员集中对于以资源回收为主的综合治理技术路线进行了认真研究，取得多项可喜成果，并已用于生产。如四川大竹东风造纸厂开发的简易碱回收炉，已成功地应用于四川珙县造纸厂；碱回收球内除硅技术已在安丘造纸厂35t/d碱回收生产线上通过了生产性试验，基本解决了麦草碱回收除硅问题；亚铵废液浓缩法已应用于山东泰安造纸厂和四川仁寿造纸厂。利用回收木素开发综合利用产品方面，也达到生产性研究的阶段，开发的沥青乳化剂、农药缓释剂均得到应用单位的好评。

1. 已应用的技术

多年来，我国在小草浆厂污染治理方面，已有许多成功的实例，现按照治理方法分别介绍如下：

(1) 碱回收法：常规碱回收是燃烧法碱回收，提取稀黑液经蒸发浓缩后在燃烧炉内烧去有机物，无机物熔融溶解苛化，回收碱和热能（回用）。碱回收法对资源的回收利用较充分、全面，如规模在1.7万t/a以上，则经济上可持平或有一定收益；问题是建

设投资大，操作管理复杂，技术要求高及硅结垢等问题。浙江民丰造纸厂、山东安丘造纸厂、章丘造纸厂等均采用此法。麦草浆厂碱回收装置的运行实例见表 1。

表 1 麦草浆碱回收装置运行实例

厂名	原料	规模 (t 浆/d)	黑液提取率 (%)	碱回收率 (%)	回收碱量 (t/a)	运行 年限	投资* (万元)
民丰纸厂	麦草(80%)、芦竹	25	85	65	1680	19	530
龙游纸厂	麦草、芒秆	35	70~80	46~50	2205	19	680
安丘纸厂	麦草	45	80	62	2000	5	1410
新华纸厂	麦草、苇子	50	80~85	50~60	1095	10	1035
章丘纸厂	麦草	25	65~70	30~50	720	1	850

* 参考值，各年度变化较大。

(2) 蒸发浓缩法：将提取的碱法或亚铵法稀黑液经预热和蒸发浓缩后形成浓黑液产品，如再经碘化，可生产木素磺酸钠或木素磺酸铵产品。该方法工艺简单，投资较低，对污染物的去除率高，适合于 1 万 t/a 左右的小草浆厂选用，也可作为碱回收配套工程，分期建设；需要解决的是黑液浓缩产品的销路问题。山东的滕州第六造纸厂、邹城白鹤纸业有限公司及四川仁寿县东方红造纸厂均采用此方法，并已生产出耐火材料粘合剂及复合农肥等产品。

(3) 酸析法：该方法是将提取黑液经微滤机去除细小纤维后，进入加有废酸的木素分离机(或罐)，气浮或沉降分离后的木素经加热、压滤脱水后成为木素产品。该方法工艺较简单，在有废酸和木素产品有销路的情况下，可作为一种过渡性措施。该方法的问题是木素产品的销路及废酸的来源。山东兖州造纸厂、临朐造纸厂均采用此方法。

(4) SO₂ 法：该方法是用 SO₂ 将黑液酸化后提取木素，再加石灰提取亚硫酸钙及糖矿浆等产品。该方法着眼于黑液资源的回收，提取多种产品。但流程复杂，提取成本高，又存在市场销路问题。山东沂源造纸厂采用该方法，但仅限于提取木素产品，现

已面临产品销路问题。

(5) 化学—物理法：该方法是将黑液经混凝沉淀、固液分离后，沉渣作为燃料焚烧，滤液再经过吸附过滤后部分回用于制浆工段，吸附剂可再生后重复利用。该方法初投资较低，适用于1万t/a以下的小草浆厂。但附近须有可作为廉价混凝剂的废料，治理设备为专利非标产品，污泥需进一步脱水处理。山东省费县造纸厂、沂水造纸厂均采用此方法。

(6) 碱析法：该方法利用碱性沉淀剂使黑液在碱性条件下沉析木素，提取木素后废液回用于蒸煮工段。该方法已在河南舞钢市第一纸厂进行了两年生产性试验，废液反复回用于蒸煮液，木素固液分离技术，碱液回用效果及技术经济指标，有待生产中进一步验证。

2. 草浆黑液碱回收除硅技术的新突破

草浆黑液碱回收同步除硅技术：是将除硅剂加入蒸球球内除硅方法，利用蒸煮过程的高温、高压和反应时间使形成的硅不溶物易与黑液分离。投加2%除硅剂，可使黑液粘度降低50%，除硅率达70%，碱回收率提高10%，蒸发效率提高19%。该技术已在安丘纸厂35t/d碱回收生产线上进行了1000h以上的生产性试验。专家认为该技术基本解决了麦草碱回收除硅问题，而且对芦苇、蔗渣等含硅量高的浆种也有良好的推广前景。

三、中段水治理技术

1. 中段水的水质

纸厂的中段水一般包括洗浆、漂白和抄纸剩余白水。其主要污染物为蒸煮残液、漂白药剂及短小纤维等，以木素果胶、糖分、酸性沉淀物等有机污染物为主。中段水污染物浓度范围很宽，与黑液治理的程度有直接关系。一般情况下，在黑液治理后，中段

水仍承担全厂污染负荷的10%~20%，有的COD、BOD负荷可高达几千毫克/升，有的则可低到几百毫克/升。

2. 中段水治理技术的选择

选择中段废水治理技术的关键在于：

(1) 中段废水的污染物浓度。

(2) 该企业应达到的废水排放标准。因此，根本问题在于使黑液提取率达85%以上。如提取黑液全部焚烧（如碱回收），中段废水的COD可控制在1000mg/L以下，采用生化法或混凝沉淀法均可达标，生化法投资略高，混凝沉淀法运行费略高。福建南平造纸厂建成日处理1.2万t废水的表曝生化处理工程，BOD₅去除率75%以上，出水BOD₅可达70mg/L，COD去除率40%；吉林造纸厂建成日处理6万t废水的生物接触氧化与化学絮凝相结合的处理工程，BOD₅去除率达70%以上，COD去除率达50%左右；浙江民丰造纸厂建成日处理1万t活性污泥与絮凝气浮相结合的处理工程，BOD₅去除率达95%以上，COD去除率达80%以上。上述处理工程，多数只有生化处理部分在运行，一般处理1t水约耗电1kW·h。化学絮凝处理装置，由于药剂费用高，使运行费用增加近一倍，企业难以负担。山东省已有几家纸厂处理浓度较高的中段水，使用混凝沉淀法，运行费用在1.5元/m³以上，还不能达标，且污泥脱水问题还没有根本解决。

3. 中段水治理的投资与运行费分析

中段水治理工程的投资与运行费，取决于黑液提取率的高低。黑液提取率越高，蒸煮工段产生的污染物进入中段水的比例就越少，中段水污染治理就容易解决。中段水中污染物的浓度和排放标准，是决定中段水工程投资和运行费用最敏感的因素。据估算，年产万吨的草浆厂，排放标准达到COD≤450mg/L时，与各种黑液治理方法相配套的中段水治理工程及运行费如表2所列（中段水治理工艺均为生化、物化或二者串联处理，工程投资在263~

1095 万元, 每年运行费在 79~307 万元不等)。表 3 列出年产万吨草浆厂各种治理工艺的主要技术经济指标, 从表中可看出, 碱法草浆除碱回收法和蒸发浓缩法外, 其它方法中段水处理的工程投资均大大超过黑液治理投资。据估算, 每处理 1t COD 中段水的工程投资相当于碱回收法的 2 倍以上, 酸析法的 4 倍。其处理 1kg COD 的运行费用对于酸析法相当于黑液处理的 2 倍, 对于碱回收, 则由其效益补偿中段水处理费用的 1/3。这说明, 治理中段水的投资和运行费, 对于一个年产万吨的草浆厂来说, 经济负担是相当沉重的; 在黑液治理方面投资省的, 在中段废水治理时投资就要大大增加

表 2 出水 COD \leq 450mg/L 的中段水治理工程技术经济指标估算

黑液治理 方 法	进水水 质 COD (mg/L)	要求达标 排放 COD 去除率(%)	中段废水 处理工艺	中段水治理工 程基建投资 (万元/万 t 浆)	中段水处理运行费用		
					万元/a	元/kg COD	元/m ³ 水
传统碱回收 浓缩法	860	48	物化	455	151	1.27	0.52
酸析法	2079	78	生化+物化	1095	307	0.65	1.06
SO ₂ 法	2070	78	生化+物化	1095	307	0.65	1.06
碱析法	1500	76	生化+物化	793	235	0.77	0.81
物化法	1400	68	生化+物化	740	226	0.82	0.78
石灰法 (厌氧)	785	40.6	物化	263	79	0.14	0.42

表 3 年产万 t 草浆厂污染治理达标技术的主要技术经济指标

序 号	治理工艺	污染物(COD)		黑液治 理投资 (万元)	中段水达 标投资 (万元)	总投资 (万元)	运行费 (万元/a)	优缺点
		去除效果 (%)	(kg/t)					
1	燃烧法 碱回收治 理黑液	100	1000	1800	455	2255	108	年碱回收效益与 碱回收成本基本持 平, 加大规模可提高 经济效益, 回收碱和 热能可在厂内回用。 操作复杂技术要求 高, 投资大

续表

序号	治理工艺	污染物(COD)去除效果 (%) (kg/t)		黑液治理投资 (万元)	中段水达标投资 (万元)	总投资 (万元)	运行费 (万元/a)	优缺点
2	蒸发浓缩法	100	1000	600	455	1055	213	如木素产品可全部售出,可减少运行费250万元;工艺简单,黑液全部得到处理。关键是浓缩产品的市场销路问题
3	酸析法	65	650	400	1095	1495	274(废酸)415(市场酸)	如木素无销路,则增加运行费230万元,工艺简单,其关键是解决木素脱水技术和销路问题
4	SO ₂ 法	65	650	600	1095	1695	202	如木素无销路,则增加运行费460万元,所产木素纯度高、质量好,便于进一步开发利用,关键是木素销路问题
5	化学—物理法	85	850	400	740	1140	308	污泥需进一步处理,厂区附近须有廉价可作混凝土的废料
6	碱析法	82.5	825	350	793	1143	295	木素固液分离技术,碱液回用效果和技术经济指标等仍有待生产中进一步验证

四、评价与建议

(1) 小草浆厂黑液的污染治理,并不是没有技术,也不是没有成功的实例。浙江的民丰造纸厂、龙游造纸厂均为年产万吨左右的草浆纸厂,其碱回收工程已运行近20年,特别是民丰造纸厂,碱回收装置投资530万元,自1977年投产至今,一直正常运行,黑液提取率达85%,碱回收率56%,一直保持在较高水平。白泥

100%回收,回收碱成本1800元/t。近年来又投资760万元建成了二级生化处理装置,每日万吨的中段水(BOD₅)可达标排放。其它如安丘纸厂、新华纸厂等也都属于成功治理草浆黑液污染的工程实例(见表1)。

(2)通过对已应用的六种治理技术的经济分析可看出(见表3),小草浆厂要做到达标排放虽并非易事,但只要有一定的资金投入(纸厂是能承受的)还是可行的。有些企业希望寻找少花钱或不花钱的技术治理污染,看来是不现实的。以万吨规模的草浆厂核算,无论采用哪种方法,投资则需要400万元(酸析法)至1800万元(碱回收),如按全厂废水(黑液治理、残液加中段水)达标排放测算,投资约为1055万元(浓缩法)至2255万元(碱回收),运行费约为108万元(碱回收)至662万元(SO₂法,产品无销路)不等。

(3)小草浆黑液的污染治理应坚持资源回收与综合利用相结合的技术路线,虽然碱回收、蒸发浓缩、木素回收技术均属于这个范畴,但相比之下,应当首推碱回收技术。1995年4月在山东沂水召开的专家论证会上提出这一观点后,山东省碱回收工程进度大幅提高,目前在、待建项目已有10多个。该方法回收的碱和热能均可以就近在厂内回用,没有市场之忧,对污染物的去除率高,运行费与碱回收的效益可基本持平,技术比较成熟。当然,采用该项技术必须具备一定规模,轻工系统认为1.7万t/a以上才是经济的;同时,初投资较高,也影响了碱回收的推广。对此,山东金山口纸厂在燃烧炉的设计中不再采用造价高的水冷壁方形喷射炉,而选用民丰纸厂的简易风夹套圆形喷射炉。解决硅干扰难题的除硅技术近期已获突破。这些工作将更有利于该项技术的推广。

(4)无论采用哪种治理技术,都必须考虑到经济规模,特别是碱回收。规模越大,越有利于科学管理和产品质量的提高,经济效益越好;企业上了规模,才有治理污染的经济基础。因此,关闭5000t以下的草浆厂,无论是对草浆厂的污染治理还是对乡镇

企业产业结构的调整、技术水平的提高，都是十分有利的。

(5) 从表 3 可见，黑液提取率越高，污染治理就越彻底，中段水治理的负担就越轻。黑液提取率达 85%，是提高治理效率的前提。当前我国采用的水平带式洗浆机、双网压滤机等黑液提取设备，黑液提取率均在 80% 以下。为此，应花大力气抓好提取设备的改进和提高。

(6) 简易（经济型）碱回收是 1 万 t 以下（5000t 以上）草浆厂可以考虑的过渡性措施。对于年产万吨以下的小纸厂，如上常规碱回收，投资过重又达不到规模效益，难以承受，简易碱回收可以作为过渡性措施，也可因地制宜地采用浓缩法、酸析法等技术，待逐步积累资金、扩大规模后建设正规的治理设施。

(7) 在选择草浆厂黑液治理技术时，应同时考虑中段水的治理方法，一并进行技术经济分析后，再确定总体上经济合理的方案。如仅考虑黑液治理时省钱，中段水的治理必然会带来沉重的经济负担，总体上还是不合算的。

第一章 制浆造纸行业的清洁生产

一、什么是清洁生产

清洁生产是人类在发展工业生产的漫长过程中，对如何进一步提高经济效益，同时对日益严重的污染进行防治实践的经验教训总结。联合国环境署于1990年推出了清洁生产计划，把清洁生产定义为：“清洁生产是对工艺和产品不断运行一种一体化的预防性环境战略，以减少其对人体和环境的风险；对于生产工艺，清洁生产包括节约原材料和能源，消除有毒原材料，并在一切排放物和废物离开工艺之前削减其数量与毒性；对于产品，战略要点是沿产品的整个寿命周期，即从原材料提取到产品的最终处理，减少其各种影响。”1992年在联合国环境与发展大会上，一致通过了推行清洁生产的建议；1993年在我国的工业污染防治工作会议上受到肯定并决定加以推广执行。

1. 曾经采用过的治污技术路线

(1) 末端/厂外处理：当人们开始对日益严重的工业污染进行治理时，首先容易考虑到的是照搬城市污水治理模式，即在污水排放末端处理。

①一级/初级处理。主要是对污水进行物理沉淀或气浮，以除去污水中的悬浮物。必要时可加少量絮凝剂以较彻底地去除细小或胶态悬浮物。

②二级/生化处理。利用微生物对污水中的有机物进行降解，以降低污水中的BOD和COD，生化处理主要对BOD有效，对难降解的COD效果不佳。