

附件 3

《制浆造纸工业污染防治技术政策》
(征求意见稿)

编制说明

二〇一三年九月

项目名称：制浆造纸工业污染防治技术政策

项目统一编号：13.1.4

编制单位及成员：

山东省环境保护科学研究设计院 史会剑、谢刚、蔡燕

江苏省环境科学研究院 田爱军、黄娟、丁娟

湖北工业大学 杨海涛

山东省轻工业设计院 李元喜

项目管理负责单位及负责人：中国环境科学研究院 何连生

技术处项目负责人：许丹宇

目 录

1.项目背景与工作过程	1
2.行业概况及产排污情况	2
2.1 行业发展概况	2
2.1.1 基本情况	2
2.1.2 存在的问题	5
2.2 行业主要生产工艺及产排污分析	8
2.2.1 非木材制浆工艺与污染物排放	8
2.2.2 木材制浆工艺与污染物排放	10
2.2.3 废纸制浆工艺与污染物排放	14
2.2.4 抄纸工艺与污染物排放	15
3.技术政策制修订的必要性分析	16
3.1 完善国家环境技术管理体系的需要	17
3.2 构建全防全控的环境防范体系和高效的行业污染治理体系的 需要	17
4.相关政策与标准	17
4.1 国外相关技术政策	17
4.2 国内相关技术政策	18
4.2.1 产业政策	18

4.2.2 污染物排放标准	19
4.2.3 清洁生产标准	19
5.主要技术内容	20
5.1 总则	20
5.2 生产过程污染防治技术的选择	20
5.3 污染物末端治理技术	26
5.3.1 水污染防治技术路线	26
5.3.2 固体废物处置和综合利用技术路线	28
5.3.3 废气污染防治技术路线	29
5.4 二次污染防治	30
5.4.1 厌氧废水产生的沼气	30
5.4.2 废水处理排放的污泥	30
5.5 鼓励开发的新技术	30
5.5.1 鼓励低能耗、少污染的非木材制浆造纸新工艺、新技术 和新设备的研发	31
5.5.2 化学浆无氯漂白新技术	31
5.5.3 鼓励高效、低污染的制浆造纸用化学品的研发	31
5.5.4 非木材碱回收白泥综合利用技术	31
5.5.5 高效、低成本的废水深度处理技术及污泥的二次污染防 治技术	31
5.6 对技术政策中的特殊管理要求	32

1.项目背景与工作过程

为推动制浆造纸工业节能降耗和污染减排，提高整体污染防治技术水平，解决制约行业可持续发展的资源环境约束，建立全防全控的防范体系和高效的行业污染治理体系，保护人体健康和生态环境，环境保护部于2008年下达了《非木材制浆造纸工业污染防治技术政策》、《木材制浆造纸工业污染防治技术政策》和《废纸造纸工业污染防治技术政策》的制修订计划。制修订任务分别由山东省环境保护科学研究设计院（非木浆和木浆造纸）和江苏省环境科学研究院（废纸造纸）牵头，湖北工业大学、山东省轻工业设计院、南京理工大学作为协作单位参与。

任务下达后，山东省环境保护科学研究设计院和江苏省环境科学研究院依据项目要求分别成立了技术政策编制组，分头组织开展工作。

山东省环境保护科学研究设计院依据计划进度，完成了大量资料的收集和文献查阅工作，并对山东、河南、江苏、宁夏、广西、湖南、湖北、辽宁、新疆、贵州、云南、福建、黑龙江、海南等省的制浆造纸企业分别进行了实地调研和文献调研，编制了两项技术政策的开题报告。2010年12月21日，环保部科技标准司组织召开了开题研讨会。根据与会专家意见，决定将《非木材制浆工业污染防治技术政策》与《木材制浆造纸工业污染防治技术政策》合并为《制浆造纸工业污染防治技术政策》。2011年3月，完成了技术政策及编制说明的初稿。2011年4月，项目组在咨询了轻工业环保所、中国造纸学会、山东轻工业学会等单位专家的意见后，形成了制浆造纸（木浆、非木浆）技术政策及编制说明的座谈会稿。

江苏省环境科学研究院依据计划进度，对废纸造纸行业污染现状及防治技术进行了全面调研，编制完成了《废纸造纸行业污染防治技术政策开题报告》。2010年9月25日，环保部科技司组织召开了开题报告会。2011年3月，编制组进一步对国内典型废纸造纸企业进行补充调研，在此基础上形成了《废纸造纸工业污染防治技术政策》及编制说明（初稿）。2011年4月15日，在咨询了环保部科技标准司及轻工业环保所、中国造纸学会等专家意见后修改形成了废纸制浆造纸技术政策及编制说明的座谈会稿。

2011年7月，按照环保部要求，编制组将《制浆造纸工业污染防治技术政策》和《废纸造纸行业污染防治技术政策》进行合并，形成了《制浆造纸工业污染防治技术政策》及编制说明（座谈会稿）。

2011年7月27日，环保部科技标准司在山东高唐主持召开了《制浆造纸工业污染防治技术政策》专家研讨会。专家建议尽快按照座谈会意见修改完善后，公开征求有关单位的意见。

2.行业概况及产排污情况

2.1 行业发展概况

2.1.1 基本情况

造纸工业是国民经济的重要产业之一。近年来，我国造纸工业有了很大发展，基本形成了包括生产企业、设计、科研、设备制造、化学助剂、专业器材生产与人才培养在内的比较完善的造纸工业体系。2009年，我国纸及纸板生产企业约有3700家，有效生产能力8640万吨，规模以上纸及纸板企业工业总产值4660亿元，销售收入4578亿元。

生产消费速度加快。2005年到2009年，我国纸和纸板总生产量分别为5600万吨、6500万吨、7350万吨、7980万吨和8640万吨，同比增长13.13%、16.07%、13.08%、8.57%和8.27%；纸浆产量分别为4446万吨、5204万吨、5935万吨、6415万吨和6674万吨，同比增长17.05%、14.05%、8.09%和4.04%（见图2.1）；纸张总消费量分别为5930万吨、6600万吨、7290万吨、7935万吨和8569万吨，同比增长9.03%、11.30%、10.45%、8.85%和7.99%。虽然我国人均纸张消费量仍远低于国外发达国家水平，但由于我国正处于工业化、城市化的快速发展阶段，随着经济社会的发展，人们物质文化生活日益丰富和提高，预计未来几年，我国纸张的消费量将明显增加。

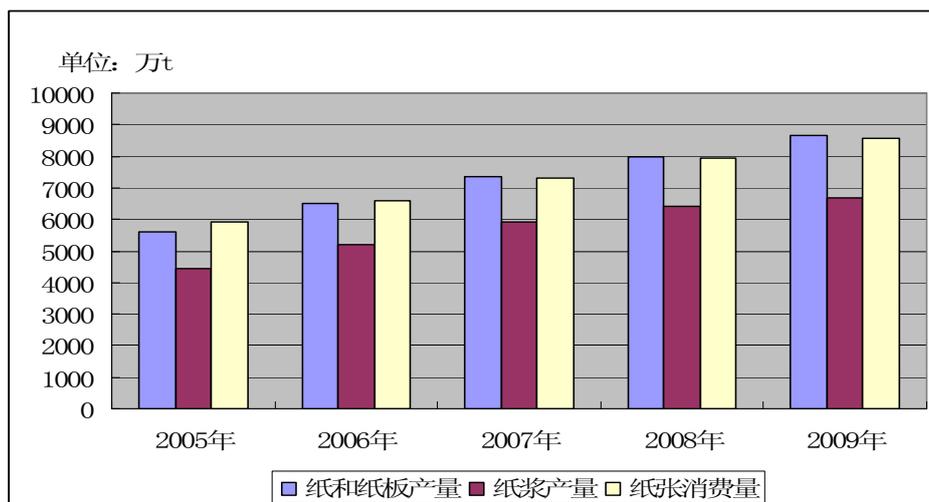


图 2.1 中国近年造纸工业发展情况

原料结构有所改善，产品结构进一步优化。“十一五”期间，我国造纸工业充分利用国内外两种资源，原料结构进一步优化。木浆比例缓慢增长，由2005年的22%提高至23%；废纸浆比例快速增长，由54%提高至62%；非木浆比例下降幅度明显，由24%降至15%（见图2.2）。“十一五”期间通过调整，纸及纸板产品开始向适应消费需求、由数量型向质量型转变。市场急需或短缺的产品，如新闻纸、高档文化办公用纸、涂布纸及涂布包装纸板、牛皮箱纸板、中高档生活用纸等得到较快发展，缓解了供需矛盾。中高档产品比例由“九五”时期的45%提高到60%。

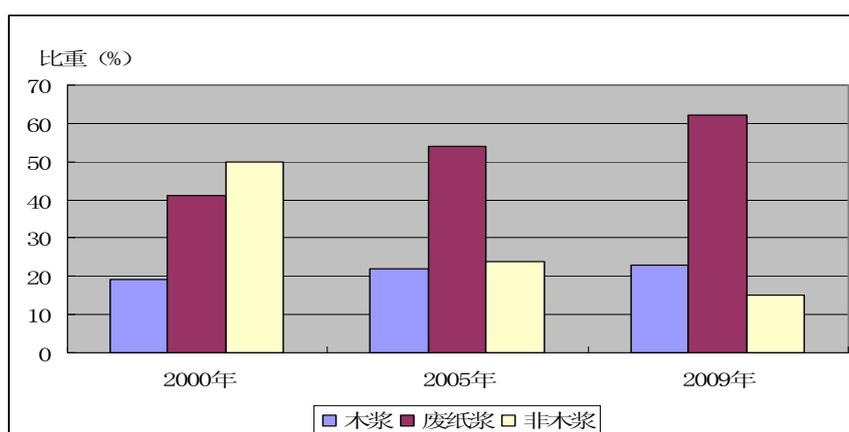


图 2.2 2001~2009 年造纸工业纸浆原料结构

企业重组力度加大，产业集聚度有所提高。从年生产量来看，产量在40万吨以上的重点造纸企业，2000年、2005年和2009年，分别为4家、15家和30

家（见表 2.1）。其中各年度前五位的企业产量合计，分别为 254.35 万吨、809.10 万吨和 1755.26 万吨，分别占当年全国纸和纸板总生产量的 7.95%、14.45%和 20.32%，生产集聚度不断提高。

表 2.1 2009 年重点造纸企业产量 30 强

序号	单位名称	产量（万吨）	累计占全国产量的比重（%）
1	玖龙纸业（控股）有限公司	652.00	7.55
2	理文造纸有限公司	355.00	11.66
3	山东晨鸣纸业集团股份有限公司	299.34	15.12
4	金东纸业（江苏）有限公司	228.92	17.77
5	山东太阳纸业股份有限公司	220.00	20.32
6	华泰集团有限公司	155.02	22.11
7	宁波中华纸业有限公司	147.81	23.82
8	海南金海浆纸业有限公司（纸浆）	112.07	25.12
9	中冶纸业集团有限公司	100.60	26.28
10	湖南泰格林纸集团	93.80	27.37
11	安徽山鹰纸业股份有限公司	82.52	28.32
12	山东博汇纸业股份有限公司	80.51	29.25
13	芬兰汇川（常熟）有限公司	80.06	30.18
14	中国纸业投资总公司	75.40	31.05
15	浙江景兴纸业股份有限公司	74.96	31.92
16	森叶（清新）纸业有限公司	74.63	32.79
17	河南银鸽实业投资集团	72.82	33.63
18	广州造纸集团有限公司	72.10	34.46
19	吉安纸容器有限公司	66.49	35.23
20	东莞建晖纸业有限公司	64.23	35.98
21	山东泉林纸业有限责任公司	64.09	36.72
22	金华盛纸业（苏州工业园区）有限公司	59.14	37.40
23	中国阳光纸业控股有限公司	54.88	38.04
24	新乡新亚纸业集团股份有限公司	51.30	38.63
25	山东华金集团有限公司	47.54	39.18
26	山东贵和纸业集团有限公司	46.16	39.72
27	福建省优兰发实业有限公司	42.60	40.21
28	河南省龙源纸业有限公司	42.46	40.70
29	金红叶纸业（苏州）有限公司	42.33	41.19
30	上海中隆纸业有限公司	40.66	41.66
30 强合计		3599.44	41.66

数据来源：《中国造纸工业 2009 年度报告》

企业多布局在沿海地区，并呈现逐步集中的趋势。从 2000~2009 年初步统计看，东部 12 省市的产量由 2000 年占生产总量的 69%提高到 71.3%，其中年产量 100 万吨以上省份有 6 个；西部地区略有上升，从 7%上升至 7.3%，其中年产量 100 万吨以上的省有 2 个；中部从 24%下降到 21.4%，年产量 100 万吨以上的省有 5 个（见表 2.2）。造成这种状况的原因是多方面的，其中沿海省市的市场优势和进口原料（商品木浆和废纸）优势，即区位优势，应该是一个重要原因。非木浆的生产则主要与各地的农业种植结构有关，主要分布在河南、山东、河北等省份。

表 2.2 2009 年纸及纸板产量 100 万吨以上的省

序号	省份	纸及纸板产量（万吨）	占全国产量比重（%）
1	山东省	1430	16.55
2	浙江省	1372	15.88
3	广东省	1316	15.23
4	江苏省	1026	11.88
5	河南省	864	10.00
6	河北省	367	4.25
7	福建省	313	3.62
8	湖南省	300	3.47
9	四川省	227	2.63
10	安徽省	205	2.37
11	重庆市	174	2.01
12	湖北省	157	1.82
13	广西壮族自治区	139	1.61
14	江西省	120	1.39
合计		8010	92.71

数据来源：《中国造纸工业 2009 年度报告》

2.1.2 存在的问题

规模不合理，效益水平差。2009 年我国造纸工业规模以上企业 3700 余家，平均规模 2.34 万吨纸/年，而世界造纸工业企业平均规模在 8~10 万吨纸/年，与世界平均水平相比还有很大差距。这种状况使得企业的规模效益无法实现，限制

了企业技术水平、装备水平、产品档次的提高和污染的有效防治。由表 2.3~2.4 可以看出，企业规模较小的企业其产排污系数明显较大中型企业要大的多。

表 2.3 不同规模碱性过氧化氢机械法制浆企业产排污系数对比

企业规模	废水量 m ³ /t	COD 产生量 kg/t	COD 排放量(二级处理) kg/t
大型企业	18~28	120~160	6.89~7.2
中型企业	20~30	120~180	7.1~12
小型企业	26~40	140~180	9.12~14.34

表 2.4 不同规模漂白碱法麦草制浆企业产排污系数对比

企业规模	废水量 m ³ /t	COD 产生量 kg/t	COD 排放量(二级处理) kg/t
大型企业	75~140	120~220	19.8~39.7
中型企业	100~170	135~260	22.4~38.8
小型企业	110~210	240~320	40.4~59.2

优质原料缺口大，对外依存度高。随着纸及纸板消费的增长和现代造纸工业产能的迅猛增加，国内纤维原料供需矛盾突出，缺口逐年增大。2009 年我国纸浆消费总量 7980 万吨，纸浆（包括废纸）进口量 3515 万吨，占纸浆消费量的 44%。其中进口木浆 1315 万吨，占木浆消费量的 70.5%；进口废纸浆 2200 万吨（废纸浆=废纸量*0.8），占废纸浆消费量的 44.5%。与 2000 年相比，进口浆在纸浆消费总量中的比例已经上升了 32 个百分点，对外依存度不断增高。

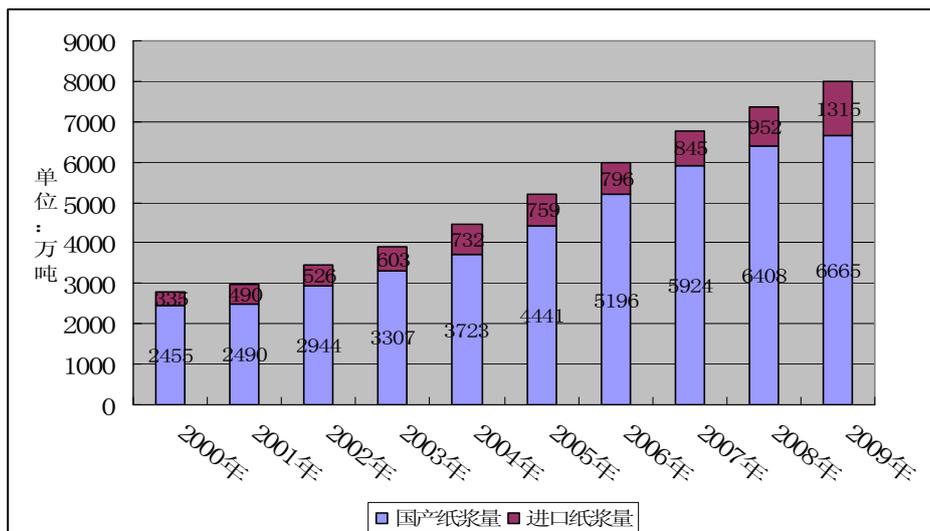


图 2.3 2000 年~2009 年国产浆和进口浆在造纸中消耗比例

资源消耗较高，污染防治任务艰巨。就吨浆纸综合能耗和综合水耗来看，国际上先进水平为吨浆纸综合取水量 35~50 吨，我国除少数企业或部分生产线达到国际先进水平外，大部分企业吨浆纸综合取水量仍为 103 吨左右。2009 年造纸工业总产值（规模以上）4660 亿元，约占全国规模以上工业企业总产值的 1.04%。然而，2009 年造纸企业新鲜水用量 46.6 亿吨，占工艺新鲜水总消耗量的 8.8%；废水排放量 39.3 亿吨，约占全国重点统计企业废水排放总量的 18.8%；造纸 COD 排放量 109.7 万吨，占全国重点统计企业 COD 排放总量的 28.9%。新鲜水用量居电力、热力的生产和供应行业之后排第二位，废水排放量和 COD 排放量均居各行业之首，我国造纸工业面临的资源压力、环保压力依然很大，污染防治任务十分艰巨。

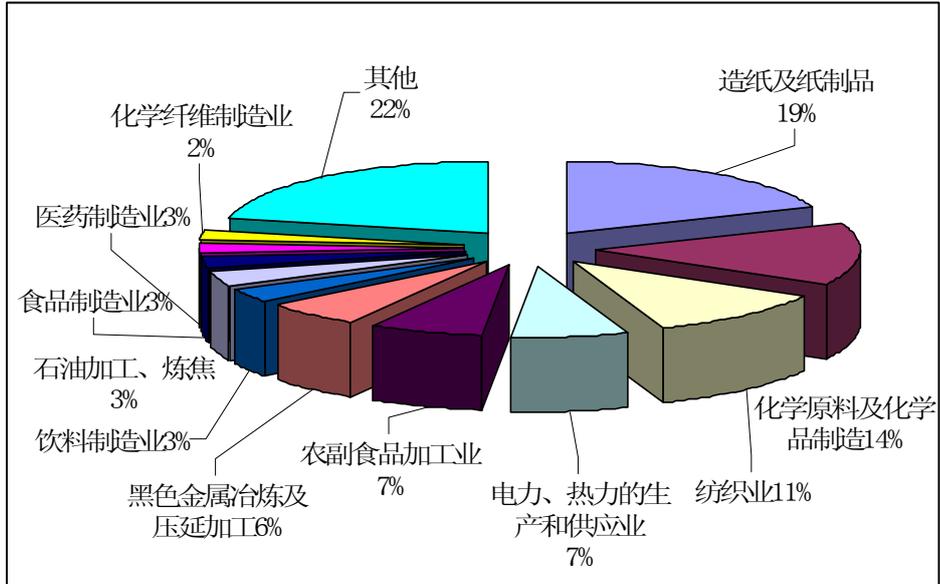


图 2.4 造纸工业废水排放在全工业中的贡献

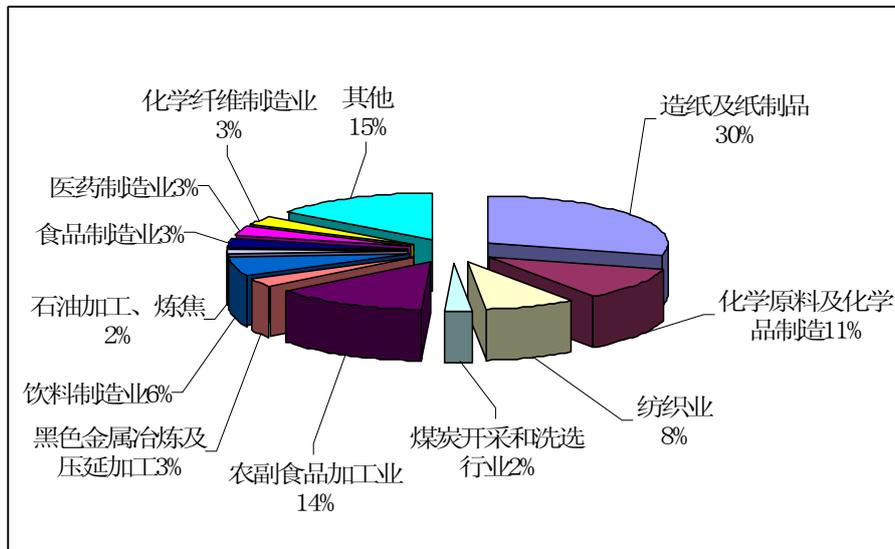


图 2.5 造纸工业 COD 排放在全工业中的贡献

2.2 行业主要生产工艺及产排污分析

2.2.1 非木材制浆工艺与污染物排放

2.2.1.1 非木材制浆工艺流程

非木材化学法制浆方法主要包括烧碱法制浆、硫酸盐法制浆及亚硫酸盐法制浆。其生产工艺流程基本相同，工艺流程一般为：非木材原料经过备料后，进入

蒸煮设备进行蒸煮，所得纸浆通过洗涤筛选工段进行净化，得到质量较好的本色浆，如果需要得到白度较高的纸浆，还需通过后续漂白工段处理。

2.2.1.2 非木材制浆污染物排放情况

非木材制浆过程中会向水体、大气、土壤等环境中排放污染物质，其中水污染是主要环境问题，非木材制浆生产工艺及主要产污环节见图 2.6。

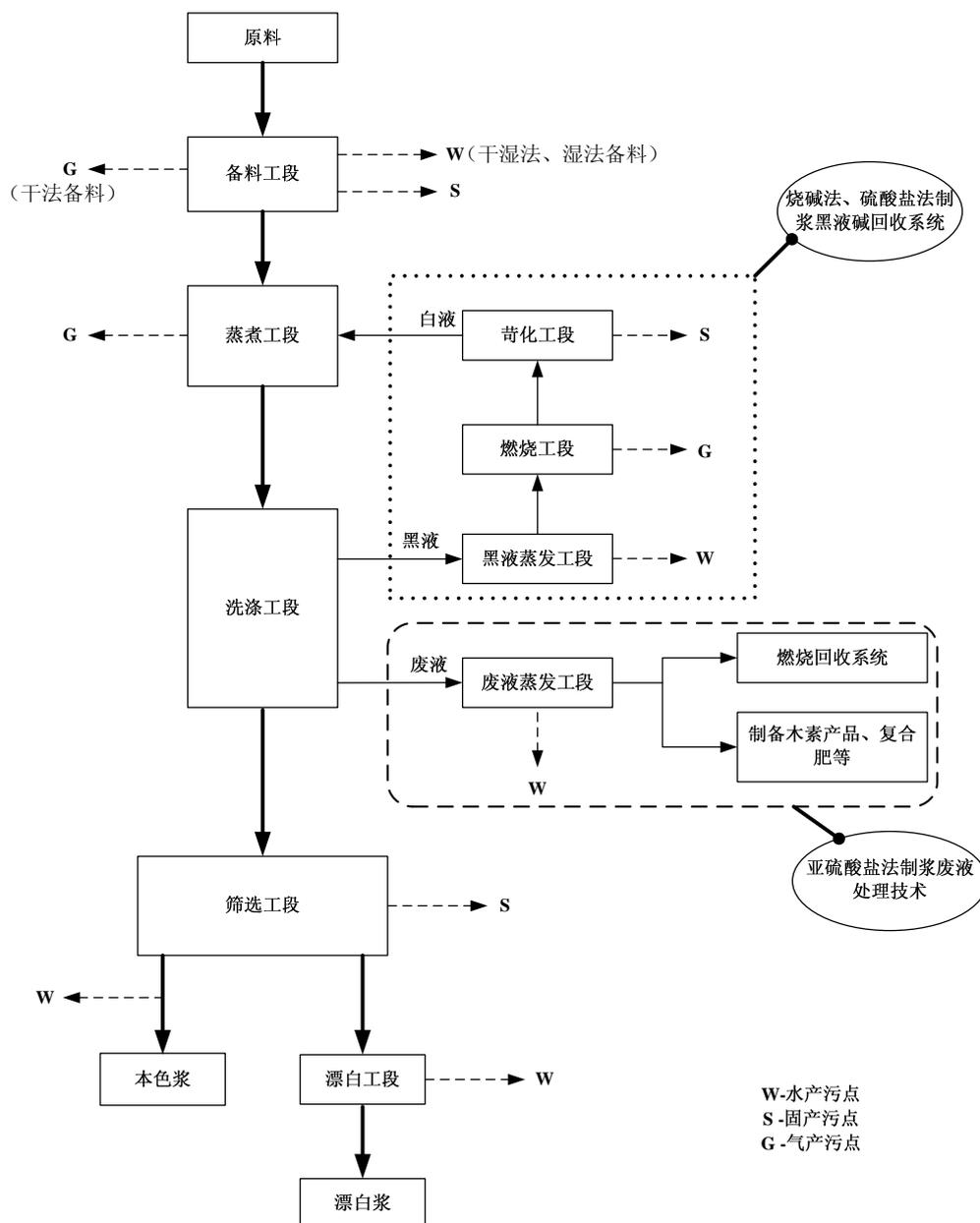


图 2.6 非木材制浆生产工艺及主要产污环节

(1) 水污染物排放

非木材制浆厂水污染排放主要来源于：备料工段产生的备料废水（干湿法和全湿法）、洗涤工段提取的制浆废液、洗选漂废水以及污冷凝水等。其中，备料废水的主要污染物为有机污染物、固体悬浮物等。蒸煮废液是制浆厂的主要污染源，所产生的污染物量约为制浆全过程污染物总量的 90%以上。洗选漂废水，主要污染物为有机污染物、固体悬浮物等，含氯漂白工艺还会产生一定量的可吸附有机卤化物（AOX）。

污冷凝水主要来自制浆废液的蒸发工段、蒸煮废气热回收系统等。碱法蒸煮过程中产生的污冷凝水，主要含有萜烯化合物、甲醇、乙醇、丙酮、丁酮及糠醛等污染物，硫酸盐法制浆中还含有硫化氢及有机硫化物。碱回收系统蒸发工段产生的污冷凝水中含有甲醇、硫化物，有时还含有少量黑液。亚硫酸盐法制浆废液蒸发产生的污冷凝水，主要成分是乙酸，其次是甲醇及糠醛。

中段废水中污染物浓度为：COD1500~2800mg/L，BOD₅300~700 mg/L，SS500~1200mg/L；吨浆废水 60~120m³，吨浆 COD 产生量 150~400 千克，BOD₅70~160 千克，SS120~300 千克。

(2) 大气污染物排放

非木材制浆厂大气污染物排放主要来源于蒸煮工段产生的蒸煮废气、硫酸盐法制浆产生的臭气及碱回收炉产生的废气等。

其中，烧碱法蒸煮工段产生的废气，主要污染物是高温废气。硫酸盐法蒸煮工段产生的废气，主要污染物是臭气，主要成分为硫化氢（H₂S）、甲硫醇（CH₃SH）、甲硫醚（CH₃SCH₃）、二甲二硫醚（CH₃SSCH₃）等。烧碱法制浆过程中，碱回收炉产生的废气中 SO₂ 和粉尘含量均较少；而在硫酸盐法制浆过程中，碱回收炉产生的废气主要以 SO₂ 为主。

(3) 固体废物产生

非木材制浆厂固体废物主要来源于备料工段产生的废渣、尘土，筛选工段产生的废浆渣以及碱回收工段产生的白泥等。

2.2.2 木材制浆工艺与污染物排放

2.2.2.1 木材制浆工艺流程

根据制浆方式的不同，木浆生产工艺主要分为化学制浆、机械法制浆及化学机械法制浆。其中化学法制浆主要为硫酸盐法制浆，机械法制浆主要为热磨机械浆（TMP），化学机械法制浆主要包括化学热磨机械浆（CTMP、BCTMP）、碱性过氧化氢机械浆（APMP）及盘磨化学预处理碱性过氧化氢机械浆（P-RC APMP）制浆。竹类在纤维特性上与木材更加相似，因此其生产工艺与木材制浆也有较大的相似性。

（1）木材硫酸盐法制浆工艺与流程

硫酸盐法制浆一般分为备料、制浆和碱回收三部分。具体工艺流程为：原木剥皮、削片，对削好的木片进行筛选，合格木片进入蒸煮设备进行蒸煮，然后进行逆流洗涤，洗涤后的浆料先进行氧脱木素，后进入漂白塔进行漂白。对洗筛工段来的黑液则是进入碱回收系统进行处理。

（2）机械浆与化机浆生产工艺流程

热磨机械浆（TMP）、化学热磨机械浆（CTMP）和碱性过氧化氢机械浆（APMP）是近年来在我国兴起的制浆技术。

机械浆（TMP）具有生产过程较简单、成本低、得率高、污染小，不透明度高优点，但机械浆的物理强度低于其他浆种，浆中保留了大量木素，因而比较难于漂白，并易在光、热作用下变黄及发脆。

化学热磨机械浆（CTMP）是用 NaOH 和 Na₂SO₃ 作为木片浸渍处理液进行预处理，后经磨制形成的浆。该工艺较为复杂，投资较大，运行成本较高。所制得的纸浆得率较高，一般含有较高的木质素和纤维素组分，较低的半纤维素组分，物理强度介于化学浆与机械浆之间，其漂白和滤水性能比较接近于机械浆。

碱性过氧化氢机械浆（APMP）是在漂白化学热磨机械浆（BCTMP）的基础上发展起来的，其工艺流程简单、投资较少，适用于低白度浆。利用该工艺生产高白度浆料有一定难度，且成本过高。

2.2.2.2 木材制浆污染物排放情况

木材制浆过程中会向水体、大气、土壤等环境中排放污染物质，其中水污染是主要环境问题，木材制浆生产工艺及主要产污环节见图 2.7 和图 2.8。

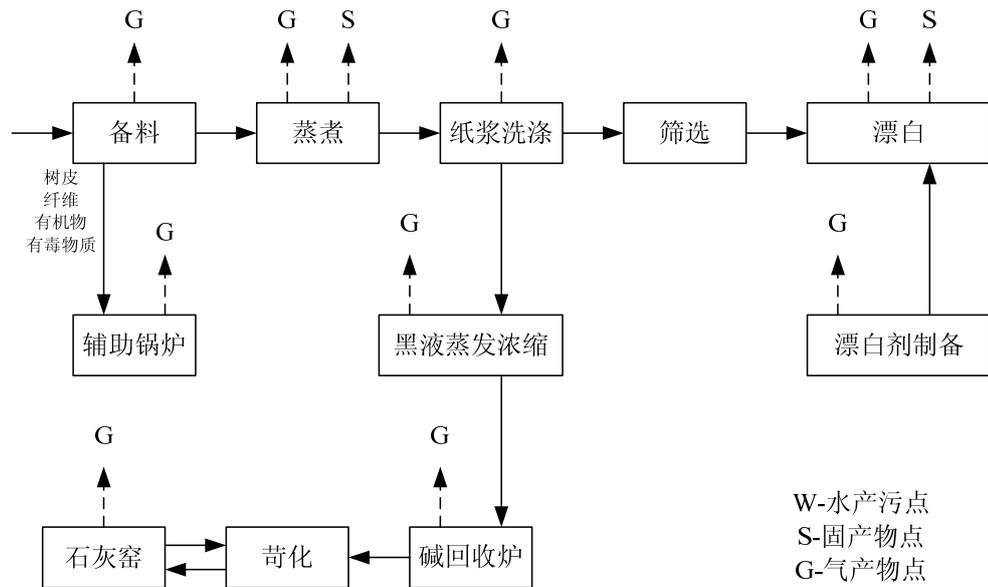


图 2.7 木材硫酸盐法制浆生产工艺及主要产污环节

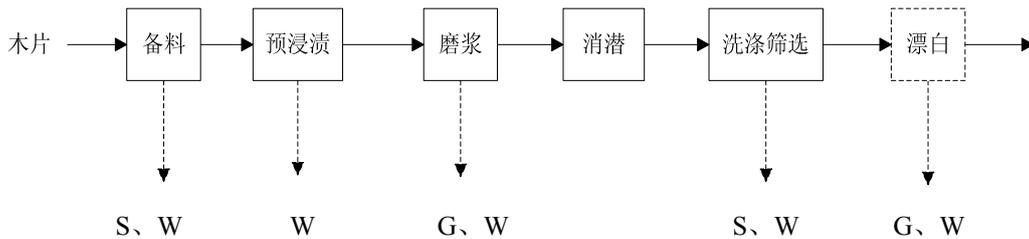


图 2.8 化学机械法制浆工艺流程及主要产污环节

(1) 水污染物排放

①硫酸盐法制浆

硫酸盐法制浆废水的主要来源包括以下几个方面：备料处理产生的废水，蒸煮及蒸发产生的污冷凝水，洗涤、筛选和净化废水，各工段无组织排放的废水，漂白段排放的废水。废水中主要污染物为：耗氧有机物质、悬浮固体以及一些有色物质。

中段废水中污染物浓度为：COD 1200~2000mg/L，BOD₅ 400~800mg/L，SS 300~800mg/L；吨浆废水 15~50m³，吨浆 COD 产生量 24~75 千克，BOD₅ 12~40 千克，SS10~40 千克。

竹浆在很大程度上与木浆类似，吨浆产生废水 30~60m³，吨浆 COD 产生量 34~80 千克，BOD₅15~40 千克，SS25~40 千克。

②机械法或化学机械法制浆

机械法或化学机械法制浆生产过程产生的废水主要来自于木片的洗涤和制浆过程。废水排放主要是以溶解的、结构比较简单的碳水化合物、半纤维素、木素、提取物（例如脂肪酸和树脂酸）等有机物为主。

中段废水中污染物浓度为：COD6000~15000mg/L，BOD₅3000~7000mg/L；吨浆产生废水 10~30m³，吨浆 COD 产生量 80~200 千克，BOD₅ 20~50 千克，SS 10~40 千克。

（2）大气污染物排放

①硫酸盐法制浆

木材硫酸盐法制浆大气排放的来源有：木片储存场、蒸煮工段、纸浆洗涤工段、漂白工段、漂白剂制备车间、黑液蒸发浓缩工段、生物质锅炉、碱回收锅炉、白液制备、石灰窑、贮槽等。排放物主要包括含硫化合物，例如 SO₂ 和有恶臭的总还原硫（TRS）气体。TRS 臭气的主要成分是硫化氢、甲硫醇、甲硫醚和二甲二硫醚等。它们均是易燃易爆的危险物质，与空气混合到一定的浓度极限时极易发生爆炸。

②机械法或化学机械法制浆

木材机械法制浆及化学机械法制浆过程中，大气污染物的排放主要来自辅助锅炉。另外，废水厌氧或兼氧生物处理过程中会产生甲烷及含硫化物的臭气，在备料过程中也会排放出少量的挥发性有机物 VOC，属于无组织排放，量小、浓度低，难以计量。

（3）固体废物产生

①硫酸盐法制浆

木材硫酸盐法制浆过程中产生的固体废物成分主要为：备料过程产生的树皮和木屑等木材残留物；制浆过程中筛选工段产生的节子及浆渣；锅炉燃烧产生的炉灰，碱回收车间苛化工段产生的绿泥、白泥和粗砂；废水处理产生的污泥（格栅截留的细小纤维、初沉池的砂石及二沉池产生的剩余生物污泥）；锅炉和熔炉中产生的烟尘灰。

②机械法或化学机械法机浆

在机械法和化学机械法制浆过程中产生的固体废物包括：原木剥皮、木片洗涤和筛选（大约 1.5%筛渣）产生的树皮、锯末及木屑等木材残留物；纸浆筛选及废水初级处理过程中产生的纤维束及细小纤维（初级污泥）；辅助锅炉产生的灰烬；废水生物处理系统产生的剩余生物污泥及三级处理过程中产生的化学污泥。

2.2.3 废纸制浆工艺与污染物排放

2.2.3.1 废纸制浆工艺流程

根据原料、生产工艺和生产的特性不同，将废纸制浆生产工艺分为不脱墨废纸制浆和脱墨废纸制浆。因废纸原料、生产产品及生产设备不同，企业常采用不同的工艺。通常废纸制浆生产主要包括以下过程：碎浆、筛选及净化、洗涤和浓缩、脱墨、漂白等。

脱墨制浆典型的生产流程，以办公废纸生产漂白脱墨废纸浆为例，见图2.9：

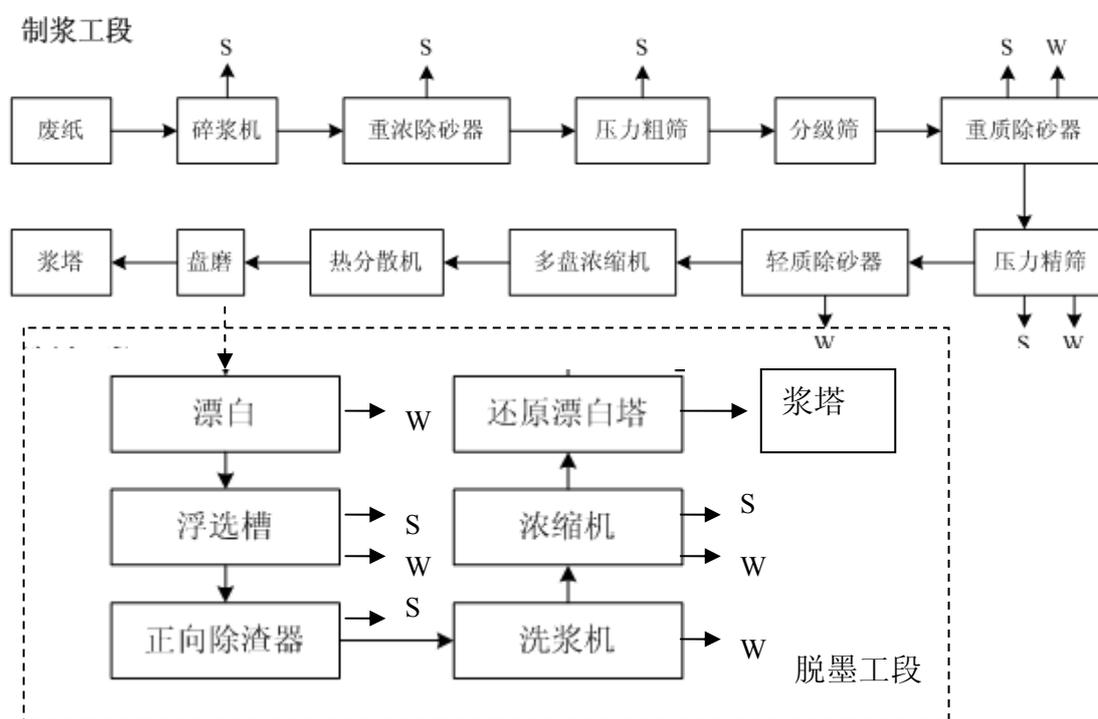


图 2.9 废纸制浆生产工艺与产污环节

2.2.3.2 废纸制浆污染物排放情况

废纸造纸行业生产过程排放污染物主要为废水和废渣。

(1) 废水

废水主要来自废纸的碎浆、疏解，废纸的洗涤、筛选、净化、脱墨及漂白过程。废水中含有的污染物主要包括：

总固体悬浮物：包括细小纤维、无机填料、涂料、油墨微粒及微量的胶体和塑料等。

可生化降解有机物：主要是纤维素或半纤维素的降解物，或是淀粉等碳水化合物及蛋白质、胶粘剂等形成废水中的BOD。

还原性物质：包括木素及衍生物和一些无机盐等形成的COD。

有色物质：由油墨、染料及木素等化合物形成废水的色度。

废纸制浆废水中污染物浓度为：COD1600~6000mg/l，BOD500~900 mg/l，SS800~2800 mg/l；脱墨废水 10~40 m³，吨浆 COD 产生量 80~120 千克，SS40~60 千克；非脱墨废水 5~20 m³，吨浆 COD 产生量 15~35 千克，SS10~20 千克。

(2) 固体废弃物

废渣主要来自废纸碎浆时分离出的砂石、金属、塑料等废物，以及净化、筛选、脱墨过程分离出的矿物涂料、油墨微粒、胶粘剂、塑料碎片等。另一来源是废水澄清及污水处理过程中产生的污泥。固体废物的产生量与所用回收废纸的种类及再生纸或纸板的品种有关，生产1吨废纸浆，通常可产生废渣100kg~300kg。

2.2.4 抄纸工艺与污染物排放

2.2.4.1 抄纸工艺流程

纸和纸板制造过程由纸料制备及纸页抄造两大部分组成。

纸料制备部分包括打浆、非纤维添加物质（如胶料、填料、染料等，其加入种类和数量取决于生产状况及产品品种和质量要求）的加入、干浆板和损纸的处理、配料等过程。

纸和纸板抄造部分包括纸料上网前的处理（包括纸料的调量和稀释、纸料净化和筛选、除气、消除压力脉冲等过程）、纸页的抄造（包括纸料上网、纸页的成形和脱水、纸页的压榨脱水、纸页的干燥、纸页的表面处理、纸页的压光和卷取）、纸页的完成和整理、白水回收和造纸用水封闭循环等过程。

2.2.4.2 抄纸过程污染物排放情况

抄纸过程中会向水体、大气、土壤等环境中排放污染物质，其中水污染是主要环境问题，抄纸生产工艺及主要产污环节见图 2.11。

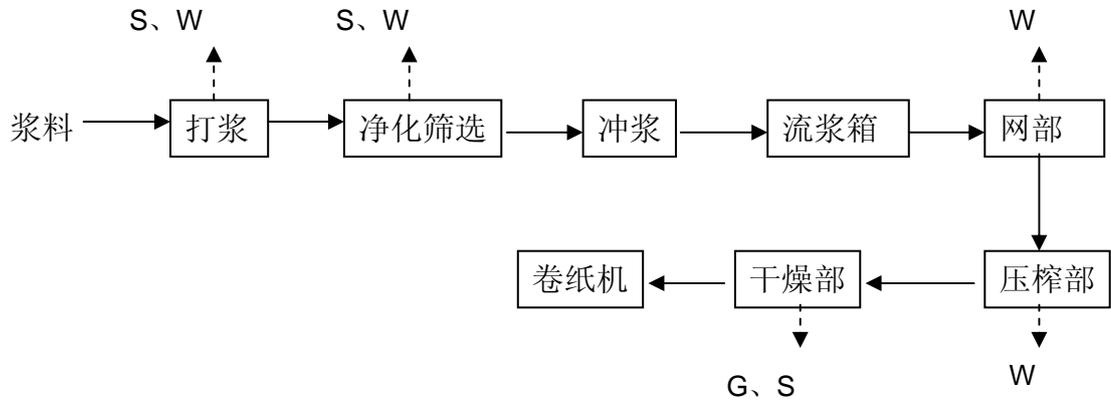


图 2.10 抄纸生产工艺及主要产污环节

(1) 水污染物排放

造纸过程的废水量决定于纸的品种、浆料的特性、白水的封闭程度。废水主要来自打浆、浆料的净化筛选、造纸机湿部和临时或偶然排放的污水（设备中溢出的纸浆、清洗设备的水和地板冲洗水）。废水中含有悬浮固形物如纤维、填料、涂料等，和溶解了的木材（或非木材）成分，添加的胶料、湿强剂、防腐剂等。

为减少污染，降低清水用量，节约动力消耗，现在造纸车间通常采用内部用水系统部分或全部封闭，提高白水回用率，减少多余白水的排放。当纸机进行封闭时，把脱出的水按固形物含量不同，分别用于系统中不同部位。

(2) 大气污染物排放

造纸车间排气，主要是水蒸汽及少量挥发性有机物（与涂料、助剂有关），一般采用冷凝和吸附方法去除。

(3) 固体废物产生

造纸车间固体废弃物主要净化筛选出来的少量浆渣和干燥部产生纸毛，浆渣可采取综合利用方式，少量纸毛主要通过加强管理定期进行清扫和收集，大量纸毛需采用必要的除尘方式进行处理。

3. 技术政策制修订的必要性分析

3.1 完善国家环境技术管理体系的需要

我国的环境技术管理体系包括环境技术支持体系、环境技术评价制度及环境技术示范推广机制三部分，其中环境技术支持体系是环境技术管理体系的核心，而污染防治技术政策又是环境技术支持体系的重要内容之一。因此，技术政策的制定对完善国家环境技术管理体系尤为重要。我国在 1999 年出台了《草浆造纸工业废水污染防治技术政策》，该技术政策只对废水污染治理技术做了相应的规定，但没有对生产过程中的防治技术做较详细的要求（清洁生产要求）。由于技术的进步和社会经济发展，国家对制浆造纸行业的污染物排放有了更高的要求，以前的草浆污染防治技术政策已不能满足现行产业发展、环保标准的要求，急需对《草浆造纸工业废水污染防治技术政策》进行修订。另外，在木材制浆造纸和废纸造纸领域，目前还没有一个可用于指导企业污染防治的技术政策，因此，需要配套出台木材制浆造纸和废纸造纸的污染防治技术政策。

3.2 构建全防全控的环境防范体系和高效的行业污染治理体系的需要

党中央、国务院高度重视环境保护，从“三个转变”到“建设生态文明”，提出了一系列重大的战略思想和战略举措，这些战略思想与举措的提出使我国的环境保护工作发生了历史性转变，新时期的环保工作总目标转向探索源头控制、全方位防范、以环境优化经济增长的中国特色社会主义环保新道路。《制浆造纸工业污染防治技术政策》的制定与实施，是全面贯彻落实科学发展观，实现“三个转变”和“建设生态文明”等重大战略思想的具体举措，也是探索环保新道路的具体实践，符合防范风险、污染防治、总量控制与污染减排等当前环境保护中心工作的目标要求，不仅能落实源头控制的治本举措，促进资源的可持续利用，也体现了全方位预防和全过程控制的重要思想，对于全面提升制浆造纸行业可持续发展水平、污染预防和环境保护的科技含量，突破行业环境瓶颈，转变发展方式和引导绿色生产、绿色消费，最终建立高效的行业污染治理体系有重要的作用。

4. 相关政策与标准

4.1 国外相关技术政策

国外对造纸工业污染的控制主要是从改进生产工艺（推广最佳可行性技术）和制定严格的政策、技术法规两方面着手。美国于 1977 年和 1983 年 EPA（环境保护局）先后公布了“最佳实用技术”（BPT）和“最佳可行技术”（BAT），并按工艺分 12 个大类制定了造纸行业污染物排放限值。美国的方法是采用 BPT 制定现有污染源排放限值，而采用 BAT 制定新污染源的排放标准。1997 年 EPA 签署了联合法规，联合法规（第一期）就规定了造纸用漂白硫酸盐法与烧碱法浆厂、造纸用亚硫酸盐法浆厂的排放要求。

1996 年欧盟委员会发布了污染防治指令（IPPC 指令），于 1999 年开始实施，2001 年进行了修订，形成了《欧洲制浆造纸厂环境保护导则》（IPPC）。该导则是直接参考 BAT 来制定的，BAT 的污染控制能力比 BPT 更为出色，欧盟成员国根据指令中的目标和要求在规定的期限内将其转化为本国法律，IPPC 中的原则已渗透到欧盟各国污染物排放限值的制定中。

4.2 国内相关技术政策

国内对于制浆造纸工业的污染防治，主要通过产业政策制定、污染物排放标准发布和清洁生产审核等方式，来推动、指导和规范制浆造纸企业进行工艺改进和污染防治工作。

4.2.1 产业政策

国家发改委在 2007 年 10 月发布的《造纸产业政策》中明确提出造纸产业技术应向高水平、低消耗、少污染的方向发展。鼓励发展应用生物技术，低污染制浆技术，中浓技术，化学浆无氯漂白技术。优先发展水封闭循环技术，高效废水处理和固体废物回收处理技术。淘汰年产 3.4 万吨及以下化学草浆生产装置、蒸球等制浆生产技术与装备。禁止采用石灰法制浆，禁止新上项目采用元素氯漂白工艺（现有企业应逐步淘汰）。国务院于 2009 年 2 月出台了《轻工业产业调整振兴规划》，要求按照国家产业政策、环保经济政策、节能减排和发展循环经济政策，再结合国家《产业结构调整指导目录》等有关政策，限制和淘汰环保不达标、技术落后的工艺和装备，开发污染物减排集成技术、过程节水与废水回用技术、废弃物资源化和高值化利用技术等，实现造纸行业节能减排的目标。这些产业政策要求造纸企业大力推进清洁生产工艺技术的改造，采用横管式连蒸技术

（非木材制浆工业）或低能耗低卡伯值蒸煮技术和氧脱木素技术（木材制浆工业）；逐步淘汰 CEH 常规的漂白技术，采用 ECF 或 TCF 等先进的漂白方法等；采用封闭循环用水、白水回用，中段废水处理及回收、废气焚烧回收热能、废渣燃料化处理等“厂内”环境保护技术与手段，加大废水、废气和固体废物的综合治理力度；采用先进成熟的废水多级生化处理技术、烟气静电除尘技术、固体废物资源化处理技术，减少“三废”的排放。

4.2.2 污染物排放标准

2008 年，为了加快企业应用清洁生产技术改造传统工艺的步伐，环保部又颁布了《制浆造纸工业水污染物排放标准》（GB3544-2008），该标准增加了氮、磷、色度、二噁英等污染物控制项目，将可吸附有机卤化物（AOX）调整为控制指标，排水量和排放浓度进一步降低。现有的“一级物化+二级生化”处理技术已经不能达到新标准 COD 排放浓度（制浆企业要求低于 100 mg/L、造纸企业要求低于 80 mg/L、制浆造纸联产企业要求低于 90 mg/L）的要求了，三级深度处理技术作为补充处理已经势在必行。

4.2.3 清洁生产标准

环境保护部发布的《漂白化学烧碱法麦草浆生产工艺清洁生产标准》（HJ/T 339-2007）、《漂白碱法蔗渣浆生产工艺清洁生产标准》（HJ/T 317-2006）、《清洁生产标准造纸工业硫酸盐化学木浆生产工艺》（HJ/T340-2007）和《清洁生产标准 造纸工业（废纸制浆）》（HJ 468-2009）对麦草浆、蔗渣浆、木浆及废纸制浆的生产工艺与装备、资源能源消耗情况、污染物产生情况、废物回收利用情况及环境管理等方面做出了具体的要求。其中，漂白化学烧碱法麦草浆一级清洁生产标准要求使用的生产工艺为：干湿法备料（洗涤水循环回用）、横管连续蒸煮、封闭筛选、氧脱木素、ECF 或 TCF 漂白技术及有热电联产的碱回收系统；要求黑液提取率 88%以上，这就需要造纸企业使用多段逆流洗浆机或“挤浆机+多段逆流洗浆机”进行黑液的洗涤提取。漂白硫酸盐木浆一级清洁生产标准要求使用的生产工艺为：干法剥皮（冲洗水循环利用）、低能耗连续或间歇蒸煮、多段逆流洗涤、全封闭压力筛选、氧脱木素、ECF 或 TCF 漂白技术及有热电联产的碱回收系统；要求黑液提取率 99%以上，碱回收率 97%以上。另外，该标准

还对废水排放量及废水污染物排放量做了明确的规定，这就要求造纸企业采用先进的末端治理技术，对产生的废水、废气及固废进行综合治理，降低污染物的排放及减少对周边环境的影响。废纸制浆造纸企业一级清洁生产标准要求采用的生产工艺是：碎浆浓度分别达到 8%（非脱墨制浆）和 15%（脱墨制浆）、压力筛选、采用封闭式脱墨设备、过氧化氢漂白或还原漂白。标准对资源能源利用指标、污染物产生指标和废物回收利用指标作了明确规定。这就要求废纸造纸企业采用先进的生产工艺，提高碎浆浓度，降低吨浆耗水量，提高工业用水重复利用率，降低污染物排放。

5.主要技术内容

5.1 总则

本技术政策是以《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国清洁生产促进法》等法律法规和行业清洁生产标准等有关内容为依据，为推动制浆造纸工业节能降耗和污染减排，提高整体污染防治技术水平，解决制约行业可持续发展的资源环境约束，建立全防全控的防范体系和高效的行业污染治理体系，保护人体健康和生态环境制定的。

本技术政策适用于现有及新改扩建制浆造纸企业的污染防治、环境监督和管理。

制浆造纸企业应积极采用资源、能源综合利用率高、污染物产生量少的清洁生产工艺技术和成熟、高效的污染物末端治理技术，促进全防全控的防范体系和高效的行业污染治理体系的建立。污染物排放应稳定达到国家及地方相关排放标准的要求。

为缓解我国木材原料不足的问题，并考虑到废纸制浆造纸污染相对较轻的特点，提出了“鼓励废纸造纸的发展，最大限度的利用国内废纸资源，提高国内废纸回收率和废纸利用率的要求”。

5.2 生产过程污染防治技术的选择

5.2.1 备料技术

（1）非木材原料的备料

对于麦草、芦苇等原料的备料，国内一般采用干法备料和湿法备料两种。干法备料技术由于备料车间产生较多飞尘，影响人体健康；且不适合后续工段采用连续蒸煮工艺的企业，技术先进性较差，适用性也受到一定的限制。采用干湿法备料技术使得原料净化程度高，能够实现均匀连续供料，为连续蒸煮的正常生产提供了保障，所得纸浆质量较好，减少了化学药品的用量，并利于碱回收的操作。

对于蔗渣原料的备料包含贮存和除髓两个环节，目前国内普遍采用湿法堆存的技术；蔗渣中除含有纤维细胞外，还有 30%左右的蔗髓及 5%左右的非纤维表皮细胞。所以蔗渣备料的关键工序是除髓。除髓的方法有干法、半干法和湿法。目前，以采用半干法除髓的较多。此法一般在糖厂进行，可大大减少贮存面积和运输费用，降低原料成本，并且纤维损失少。

对于竹子原料则通常采用干法备料技术。

为引导排污企业从整个流程的角度选择最佳的生产工艺，应鼓励以麦草、芦苇等为原料的制浆企业采用干湿法结合的备料技术；蔗渣为原料的企业鼓励采用半干法除髓及湿法堆存的备料技术。草浆干湿法备料技术应用案例——中冶银河纸业；蔗渣湿法堆存技术应用案例——广西贵糖纸业；竹子干法备料技术应用案例——贵州赤天化纸业。

（2）木材原料的备料

木材原料的备料主要经过剥皮和切片两个环节。其中，剥皮一般采用干法剥皮和湿法剥皮两种。上世纪 50~60 年代，国外通常是采用湿法剥皮，这种方法用水量大，且废水中的污染物即树皮的水溶解物(有机酸和酚类等物质)都较难处理。现湿法剥皮已被干法剥皮所取代，木材干法剥皮所用的水量少，用水仅用于原木洗涤和除冰（在寒冷气候条件下，使用水或蒸汽为木材解冻），且能有效循环回用，使产生的废水和水污染物降到最低。

为减少新鲜水耗和末端污染物的排放，应鼓励企业采取干法剥皮技术。木材干法剥皮技术应用案例——海南金海浆纸等。

（3）废纸原料的备料

废纸原料的备料比较简单，许多废纸造纸企业都没有备料这个环节，直接将购买来的废纸成捆送到碎浆机碎浆。加强对原料废纸的分拣，清除废纸中的杂质，可以提高纸品质量，降低制浆过程中浓缩和洗涤的用水量。

因此，对废纸原料，应根据工艺设备、产品要求合理选购相应质量的废纸，并加强对原料废纸杂质的分拣。应用案例——山东世纪阳光纸业。

5.2.2 蒸煮或碎浆技术

(1) 非木材原料的蒸煮

对于非木材原料（竹子除外）的蒸煮分为间歇式和连续式蒸煮两种。间歇式蒸煮是以蒸球和立锅作为主要蒸煮设备，而连续式蒸煮则以管式连蒸器为主要设备。蒸球结构简单，操作方便，投资较小。但由于采取直接通汽的方式来加热，需要的蒸煮时间长，蒸煮不均匀，粗浆得率低；另由于蒸球装锅量小，单套设备产浆量低，占地大。

间歇式置换蒸煮（以立锅为蒸煮器）是在间歇式蒸煮器内利用置换循环黑液和扩散洗涤的原理，用蒸煮液或洗涤水置换蒸煮废液，把蒸煮废液连同热量置换出来，并实现冷喷放。置换蒸煮是将上一次蒸煮排出的黑液回用，可在大量脱木素阶段的末期将部分已经溶出的木素、半纤维素及抽出物移出蒸煮系统，这样操作使黑液中的热能及化学品得到回用，使整个蒸煮过程的蒸煮条件趋于均衡，有利于提高纸浆质量及生产效率。采用该工艺，不仅浆料质量好，节约能源和化学药品消耗，而且制浆产生的黑液固形物含量提高了，吨浆黑液量减少，节约了蒸煮蒸汽消耗。

连续蒸煮技术一次性投资较高，但产量高，生产工艺参数稳定，成浆质量好且均匀，自动化程度高，蒸煮时间短，药品消耗少，粗浆得率相对较高，运行费用较低。目前越来越多的制浆厂选择以管式连蒸器为蒸煮设备来扩大其生产规模。

为提高企业土地的集约利用率，提高制浆企业的自动化水平，减少能源和化学品的消耗，提高浆料的质量，应鼓励企业采用先进的连续蒸煮技术或间歇式（立锅）置换蒸煮技术。草浆横管连续蒸煮技术案例——中冶银河纸业。草浆间歇置换蒸煮技术案例——泉林纸业。

(2) 木材原料的蒸煮

对于木材原料和竹子原料的蒸煮也分为间歇式蒸煮和连续式蒸煮两类，但应用的设备一般为立锅和连续蒸煮器。在间歇蒸煮系统中，有3种工艺已得到工业化应用，即传统间歇蒸煮、快速置换加热（RDH）和超级间歇蒸煮。在连续蒸

煮工艺中，具有代表性有改良型连续蒸煮(MCC)、深度改良型连续蒸煮(EMCC)和等温蒸煮(ITC)3种。如果蒸煮后纸浆的卡伯值每降低一个单位，则对应后续漂白过程中释放的COD将减少2kg/ADT左右。

为减少蒸煮工段的能耗和后续污染物的产生量，应鼓励企业采取低能耗、低卡伯值的蒸煮技术，亚太森博纸业等企业应用该技术。

(3) 废纸原料的碎解

碎浆是废纸制浆的第一步，目的是将废纸分散成纤维悬浮液，同时将废纸中固体污染物如砂、石、金属等重杂质及绳索、破布条、塑料等体积大的杂质有效分离。碎浆一般采用连续或间歇式，碎浆机形式主要有低浓碎浆、中浓和高浓碎浆及转鼓式碎浆，高浓碎浆浓度可达15%~20%，中浓碎浆浓度一般约为8~12%，低浓碎浆浓度在6%以下。高浓碎浆设备减少了对杂质的碎解，便于杂质的清除，可降低动力的使用、节约用水量和化学品的用量，有利于油墨的去除。

对于低档的废纸一般可采用转鼓式碎浆机直接处理，单机可完成碎解和粗筛选，能耗相对较低。

为提高纸浆质量，降低资源消耗，鼓励根据原料和生产工艺采用中高浓碎浆技术、转鼓式碎浆机、纤维分级筛等技术和设备。应用案例——华泰纸业、山东世纪阳光纸业。

5.2.3 氧脱木素技术

氧脱木素技术在非木材原料的制浆过程中应用还不多，但在木材制浆中已经广泛应用。它是在蒸煮与漂白之间，保持纸浆强度而脱除木素的一种工艺。氧脱木素技术一般可脱除了50%左右的木素，从而减少后续漂白所用漂白剂的量，降低漂白剂总成本，减少漂白阶段的污染负荷。因此，应鼓励企业在采用低能耗、卡伯值的蒸煮技术的基础上，同步考虑氧脱木素技术。草浆氧脱木素技术应用案例——泉林纸业；木浆氧脱木素技术应用案例——安徽华泰、海南金海浆纸等。

5.2.4 洗涤技术

洗浆的目的是将纸浆充分洗净的同时，提取较高浓度的蒸煮废液。经过一次一次稀释、扩散、过滤的洗涤或置换洗涤，不可能将浆洗干净，因此需要重复多

次这样的过程。若每次都加入清水，则即浪费了大量的水资源，而且提取的废液中的溶质越来越低，无法送去回收蒸发。

为减少新鲜水的消耗和水污染物排放，提高蒸煮废液的综合利用率，应鼓励企业采用高效的多段逆流洗涤技术。技术应用案例：河南银鸽纸业（麦草浆）、福建南纸（木浆）、广西贵糖纸业（蔗渣）等。

5.2.5 筛选技术

（1）化学浆的筛选

对于纸浆的筛选一般有开放式筛选和封闭筛选两类。开放式筛选与洗浆一般是一体式的，该技术所用的筛选净化设备，如跳筛、Cx筛及除砂器均为低浓处理设备，故整个工艺耗水电量大，并且污染严重，该方法已被逐步取消，而被封闭筛选工艺所替代。封闭式筛选则选用封闭式的粗筛代替开放式系统的跳筛，可以有效分离、置换出节子与浆渣中夹带的纤维和黑液，并减少了稀释水的用量，达到了节能、节水和提高筛选质量的目的，是目前较先进的一种筛选工艺。

为实现节能、节水、提高筛选质量和减少水污染物排放的目的，应鼓励企业采用先进的封闭式筛选技术。技术应用案例：河南银鸽纸业（麦草浆）、福建南纸（木浆）、广西贵糖纸业（蔗渣）等。

（2）机械浆的筛选

对于机械浆由于在磨解成浆后，一般均含有未完全离解的纤维束、少量木材碎片以及砂尘等杂质，一般需经压力筛分离出初级筛渣，再经多段筛选对这些筛渣进一步分离，砂石等无机杂物分离后排出系统，尽量保留纤维束，并送浆渣处理系统，浆渣经精磨后再转化为纤维返回制浆线。

为提高原料的利用率和减少固体废物产生，应鼓励机械法制浆企业采用高效的筛选及浆渣精磨系统。技术应用案例：华泰纸业（木浆生产线）等。

（3）废纸浆的筛选和净化

筛选及净化的目的是分离碎浆后纸浆中的重、轻杂质，杂质包括：薄片、塑料、胶粘物、其它杂质颗粒。高浓除渣器与低浓重质除砂器、轻质除渣器配合使用，可以除去浆料中不同粒度的重杂质及各类轻杂质，实现最大的除渣效率，降低纸张尘埃度。筛选是为了从废纸浆中将大于纤维的杂质碎片和固体污染物去除，并尽量减少处理过程中纤维的流失，废纸处理流程中使用的筛绝大多数为中高

浓压力筛。中高浓压力筛选系统可以提高筛选浓度，从而提高筛选效率，减少纤维流失，降低污染负荷，降低动力消耗。

为提高杂质的去除率和筛选效率，降低污染负荷和动力消耗，应鼓励纸浆采用轻质、重质杂质组合除渣技术和中高浓压力筛选技术，提高杂质去除率，并减少处理过程纤维的流失。

5.2.6 漂白技术

因传统的氯气漂白会产生大量的氯化废水，废水中含有致癌性和致变性的二噁英等有机氯化物。而采用二氧化氯（ ClO_2 ）取代氯气漂白，可以大大降低废水中 AOX 的含量，TCF 则不会产生 AOX。

为减少漂白段 AOX 及二噁英物质的产生和排放，企业应采用二氧化氯（ ClO_2 ）、 H_2O_2 、臭氧、过氧醋酸、过氧硫酸等漂白剂。采用二氧化氯（ ClO_2 ）作为漂白剂的应用案例：岳阳纸业、福建南纸等。

同时，如果企业在采用二氧化氯（ ClO_2 ）、 H_2O_2 、臭氧、过氧醋酸、过氧硫酸等漂白剂的基础上降低纸浆的白度，或不进行漂白，则可以进一步减少 COD 等常规污染物的产生，减少或从根本上消除包括二噁英在内的 AOX 等物质的污染。因此，低白度纸浆、未漂浆也应作为污染防治政策引导的方向。未漂浆技术应用案例：泉林纸业等。

5.2.7 废纸浆脱墨技术

废纸的脱墨是废纸脱墨制浆过程中一个非常关键的过程。废纸脱墨过程是一个化学反应和物理反应相结合的过程，一般包括洗涤法和浮选法。

洗涤法是将油墨粒子预先在碎浆机中进行预洗涤，然后送到除渣、筛选、洗涤设备中进一步除去。洗涤法脱墨时须加入分散剂和沉淀剂。洗涤法脱墨比较干净，所得纸浆白度高，灰分含量低，操作方便，工艺稳定，电耗低，设备投资少。缺点是用水量大，纤维流失大，得率低。

浮选法脱墨是向浆料中通入空气，送入的空气产生气泡，发泡剂又使这些气泡凝聚不散，油墨粒子和杂质吸附在泡沫上，聚集在浆料表层，不断地刮去这些附有油墨粒子的泡沫，即可达到除去油墨的目的。浮选法的优点是纤维流失小，纸浆得率可达 85~95%，使用的脱墨剂少；缺点是纸浆白度低，灰分含量高，

所用设备比洗涤法复杂、昂贵，动力消耗大。但是浮选法脱墨自 20 世纪 90 年代以来发展很快，大多数工厂采用浮选法脱墨。

此外，酶法脱墨是指利用生物酶代替或减少使用化学药品处理废纸，使油墨从纤维上游离出来，然后用传统的脱墨工艺分离出油墨。酶法脱墨具有很多优点。首先，可大量减少碱的用量，从而降低设备和管道结垢的发生；其次，可使脱墨浆的白度略有上升，从而减少后面漂白工序的漂白剂的用量；而且，产生废水的 COD 和毒性都较低。

为降低污染，应逐步推广浮选法脱墨技术，鼓励使用生物酶辅助脱墨技术，减少化学脱墨剂的使用。

5.2.8 制浆废液处理技术

(1) 黑液的处理技术

目前碱法制浆黑液采取黑液碱回收的技术无论在非木材制浆厂和木材制浆厂都得到了广泛的应用，是处理碱法黑液的最有效、最经济的一种方式。采用黑液高浓蒸发技术，则可以提高碱回收炉黑液固形物含量，最终提高黑液的碱回收率和降低污染物的排放。

因此，应鼓励企业配套相应能力的碱回收系统，用于黑液的处理和热量及化学品的回收，并积极采用黑液高浓蒸发技术以提高碱回收率和降低水污染物的排放。黑液碱回收技术应用案例：华金纸业、中冶银河纸业等。

(2) 亚硫酸盐法制浆企业制浆废液处理技术

对于亚硫酸盐法制浆的废液一般先进行浓缩，后用于制备有机肥或木素产品等综合利用方式。

因此，采用亚硫酸盐法制浆的企业的污染防治，关键是提高废液提取率并进行综合利用。亚铵法制浆废液综合利用技术案例：泉林纸业。

5.3 污染物末端治理技术

5.3.1 水污染防治技术路线

制浆造纸行业废水及污染物发生量大，是最主要的污染来源。对于水污染的防治技术从总体上应鼓励采用分类收集、分质处理和分质回用的技术，对于处理

技术的选择应综合考虑技术上成熟、处理效果高效、处理设施和运行费用适中、能够稳定实现达标排放等因素，选择适宜的污染防治技术路线组合。

5.3.1.1 半化学浆废液及化机浆废水

半化学浆废液及化机浆废水中有机物浓度较高的废水，如果直接进中段水处理系统，会大大增加污水处理的运行费用，因此高浓废水宜经厌氧、好氧处理后，再与中段废水混合进行深度处理的工艺路线。该技术路线污染物去除效率高，运行稳定，产生的沼气可综合利用。

5.3.1.2 中段废水处理技术

若企业废水排放量少，且当地的污水处理厂可接纳生产企业排放的废水的情况，一般经“一级物化+二级生化”即可达到城镇污水处理厂的进水要求。

对于直接排放的企业，则必须经过“一级物化+二级生化+三级深度处理”的技术方能确保企业废水排放达到国家排放标准的要求。有条件的企业可以配套人工湿地强化处理，但需要严格落实防渗措施。

对于处理后废水回用的企业则可以根据回用水质的要求选择适应的组合技术。

表 5.1 部分调研企业末端治理现有工艺

序号	原料及产品结构	工艺流程
1	木浆生产	格栅→提升1→初沉→调节池→水解→选择池→曝气池→二沉池→提升2→气浮→过滤
2	碱法草浆生产文化用纸	格栅→提升→初沉→调节→提升→氧化沟→二沉→混凝沉淀
3	碱法蔗渣浆生产瓦楞纸	格栅→提升→水解→接触氧化→二沉→混凝沉淀→过滤
4	化机浆生产	格栅→提升1→初沉→提升2→冷却→预酸化→IC反应器→活性污泥→二沉→混凝沉淀
5	废纸浆生产瓦楞纸或箱板纸	格栅→提升→纤维回收→预沉→混凝沉淀→水解→接触氧化→二沉→过滤
6	废纸浆生产白卡纸	格栅→提升→纤维回收→初沉→氧化沟→二沉→混凝沉
7	废纸、杨木化机浆生产新闻纸	格栅→斜筛→提升1→初沉→调节→提升2→冷却→提升3→厌氧接触池→中沉→选择池→曝气池→二沉池→pH调节池→提升4→fenton反应池→反应沉淀池
8	废纸浆生产生活用纸	格栅→提升→纤维回收→沉淀→浅层气浮→氧化沟→二沉池→过滤

9	商品浆生产文化纸等	格栅→提升→纤维回收→初沉→选择池→曝气池→二沉→混凝沉淀
10	商品浆生产特种纸	斜筛→调节池→预沉池→曝气池→二沉池→反应沉淀→过滤→活性炭吸附

表 5.2 中段水处理最佳可行技术一览表

一级处理技术	二级处理技术	三级处理技术	强化处理技术
重力沉降技术 气浮技术 混凝沉淀技术	厌氧处理技术 好氧生物处理技术	化学絮凝技术 高级氧化技术（主要是 Fenton 氧化技术） 仿酶催化聚合处理技术	人工湿地强化处理 污水处理厂辅助处理

5.3.1.3 生产过程中的污冷凝水

重污冷凝水含有酮、萜烯、酚醛、树脂、脂肪酸以及各种溶解气体。硫酸盐法制浆厂排放的氮中，很大一部分包含在冷凝水中。重污冷凝水通常在汽提塔中处理，汽提系统通常可同时去除了恶臭气体（TRS）及含 COD_{Cr} 物质。汽提出的气体在碱回收炉，或在配有 SO₂ 吸收装置的专用燃烧器中焚化。中污冷凝水可以在一个与蒸发设备连接的系统中进行汽提，实现不显著增加能量消耗的情况下进行处理。轻污冷凝水不含金属，可以用于 E 段漂白过程纸浆的洗涤，也可用于粗浆洗涤、苛化工段（白泥洗涤和稀释、白泥过滤喷嘴），也可作为石灰窑的 TRS 涤气液体或白液补充水而再利用。通过该措施可以使得一部分冷凝水回用到制浆过程，一些冷凝水用于制浆过程的封闭部分，而不会作为废水排出。另一些冷凝水用于开放部分（例如漂白设备），而最终作为废水排出，同时还有一部分剩余冷凝水直接排放。

污冷凝水汽提的目标是减少工厂新鲜水的消耗量，减少废水处理系统的有机污染负荷，并减少 TRS 排放。污冷凝水的汽提和再利用可以显著降低废水处理系统的 COD_{Cr} 负荷。

5.3.2 固体废物处置和综合利用技术路线

5.3.2.1 备料废渣

备料废渣主要是草叶、树皮等有机物质和沙土、砂粒、尘土等杂质，对有机物质一般经燃烧处理回收热量，近来也有一些企业采取将有机废料生产沼气并作为燃料的利用方式。

5.3.2.2 碱回收白泥

对于木材碱回收白泥，多数的企业采用高温煅烧回收生石灰技术，生成的石灰回用于碱回收苛化工段、电厂脱硫或外卖，该技术已经非常成熟，但仍有部分企业外运做填埋处理。由于非木材原料中灰分含量较高，从而使得其碱回收过程中产生的白泥中硅含量较高，不利于白泥的澄清分离，很难用于煅烧回收石灰。目前，对于非木材制浆碱回收白泥的利用方式还是以填埋为主，个别企业采取精制成填料级轻质碳酸钙加填到纸机等技术，总体上其综合利用技术不够成熟。

为减少固体废物的排放，提高综合利用的有效性和经济性，应鼓励木材碱回收采用成熟的白泥煅烧生石灰并循环使用。对于非木材碱回收白泥，应鼓励采用精制成填料级轻质碳酸钙等综合利用技术。

5.3.2.3 脱墨污泥

脱墨污泥的主要成分是油墨粒子和细小纤维，还含有小部分填料和涂料，热值较高。国内已有部分企业将污泥用螺旋压榨或带式压滤机浓缩后至 50—60% 干度后，作为能源燃料，掺加原煤进行焚烧发电，实现了造纸废弃物的资源化利用和无害化处理。应用案例：华泰纸业。

5.3.3 废气污染防治技术路线

5.3.3.1 蒸煮工段高温废气

化学法制浆蒸煮过程会产生部分高温废气，这部分废气常采用喷射式冷凝器热回收系统进行处理或直接排放。采用喷射式冷凝器热回收系统先对蒸煮小放气和大放气以及喷放气体进行有效的冷凝，后将冷凝后的不冷凝气体收集和燃烧处理，此方法在减轻或消除大气污染的同时也回收了大、小放气的热量。

5.3.3.2 恶臭气体

低浓恶臭气体的主要来源是黑液及白液处理、纸浆洗涤未漂白纸浆的洗涤和过滤设备、洗涤和过滤中的贮浆槽和洗涤液贮槽、蒸发工段的黑液储存槽，以及

苛化工段的白液储存槽。收集的低浓恶臭气体可以作为二次风和三次风在碱回收炉中焚化，通过收集和燃烧，几乎可以将大量低浓气体的 TRS 排放。

高浓恶臭气体形成于塔罗油回收系统、连续蒸煮器溢出蒸汽冷凝器、污冷凝物储存槽和蒸发器不冷凝气体释放装置。在间歇蒸煮中，则形成于喷放锅蒸汽热回收系统。这些气体可通过管道来收集，采用鼓风机输送进行焚化；通过燃烧条件的控制来减少碱回收炉的总还原硫（TRS）、二氧化硫（SO₂）、NO_x 的排放。

5.3.3.3 其他废气

碱回收锅炉、辅助锅炉以及石灰窑炉的烟气中往往含有较高浓度的粉尘，应安装高效的除尘设备，以减少粉尘的排放。

5.4 二次污染防治

5.4.1 厌氧废水产生的沼气

对废水厌氧生化处理过程中会产生大量的沼气，这部分沼气应进行回收处理，否则会增加大气的温室效应。对于沼气产生量较多时，多数企业将其用作燃料或发电；沼气产生量较少时一般经火炬焚烧处理后排放。也有部分厂不加处理直接排放。

为减少污水处理过程中产生沼气对大气的二次污染，对废气进行资源化利用，应鼓励企业对厌氧沼气进行收集利用或妥善处理。

5.4.2 废水处理排放的污泥

在废水处理过程中会产生大量的污泥，包括初沉污泥、生化污泥、化学污泥等，由于污泥中含有部分纤维物质、生物体及金属盐，因此需要对其进行处理，以免对周边环境造成二次污染，现在常用的处理方法有生产有机肥料、焚烧处理或卫生填埋等综合利用或处置方式。

为减少污泥排放和处理措施不当带来的二次污染，应鼓励企业采取分质处理和综合利用的方式，实现污泥的资源化和无害化。

5.5 鼓励开发的新技术

针对制浆造纸污染防治的重点和难点，提出鼓励开发的新技术，引导企业污染治理技术开发的方向，使技术开发与实际需要紧密结合。

5.5.1 鼓励低能耗、少污染的非木材制浆造纸新工艺、新技术和新设备的研发

由于非木材原料在我国年产量很丰富，尤其是麦草和芦苇，但是由于这些原料中硅含量和杂细胞含量较高，会影响到纸浆的滤水性能及废液的提取等，从而制约了这些原料在本行业的应用，因此需要鼓励低能耗、少污染的非木材制浆造纸新工艺、新技术和新设备的研发。

5.5.2 化学浆无氯漂白新技术

ECF 漂白即采用二氧化氯 (ClO_2) 取代氯气漂白，可降低漂白废水中的氯化有机化合物含量，但因为 ClO_2 漂白过程会产生少量氯，因此严格来说这并非绝对无氯漂白。为此，较为合理的做法应是纸浆用不含氯化化合物的漂剂(如臭氧和 H_2O_2)漂白后，只在最后一段采用 ClO_2 漂白。

TCF 漂白即采用 H_2O_2 、臭氧、过氧酸如过氧醋酸、过氧硫酸以及生物酶等含氧化学物作为漂白剂进行漂白纸浆的过程。

目前只有个别的苇浆厂或个别草浆生产线使用 ECF 漂白技术。为从源头控制和减少 AOX 等污染物的产生和排放，应鼓励化学浆（特别是非木浆）无氯漂白新技术的研发和应用。

5.5.3 鼓励高效、低污染的制浆造纸用化学品的研发

主要包括消泡剂、脱墨剂等生产和污染物末端治理过程中添加的化学品，合理选用可以大大减少生产过程污染物的产生和污染物末端治理过程二次污染的产生。

5.5.4 非木材碱回收白泥综合利用技术

由于非木材原料中灰分含量较高，从而使得其碱回收过程中产生的白泥中硅含量较高，不利于白泥的澄清分离，很难用于煅烧回收石灰。目前，个别企业将这部分白泥用于制备轻质碳酸钙，但是由于轻质碳酸钙中硅含量较高，这也限制了它在纸中的添加量，同时也降低了纸种的档次，因此，鼓励碱回收白泥特别是非木材制浆碱回收白泥的规模化综合利用技术的研发显得尤为必要。

5.5.5 高效、低成本的废水深度处理技术及污泥的二次污染防治技术

为了达到制浆造纸工业水污染物排放标准（GB3544-2008）的要求，制浆造纸厂在废水处理过程中都上了三级处理技术，主要包括化学絮凝、高级氧化法（应用较成熟的是 Fenton 法）等，这些方法可以有效地降低废水中 COD 的含量，但是同时会提高废水的处理成本及带来污泥二次污染。因此，需要鼓励开发污染物去除率高、处理设施投资省、运行费用低的废水深度处理技术，以及应对污泥二次污染的防治技术。

5.6 对技术政策中的特殊管理要求

（1）企业应按照有关规定安装污水处理设施在线监测装置，并与环保行政主管部门的污染监控系统联网。

（2）企业应建立生产装置和污染防治设施运行及检修规程和台账等日常管理制度；建立、完善环境污染事故应急体系，建设危险化学品的事故应急处理设施。

（3）企业应加强厂区环境综合整治，厂区、车间、储罐区、污水处理设施地面应采取相应的防渗、防漏和防腐措施；优化企业内部管网布局，实现清污分流、雨污分流和管网防渗、防漏。

（4）溶剂类物料、腐蚀性物料采用储罐集中供料和储存，加强对输料泵、管道、阀门等设备的经常性检查更换，最大程度的减少生产过程中的跑、冒、滴、漏现象。

（5）鼓励企业委托第三方进行污染防治设施的运行管理。

（6）制浆造纸企业所在地的环境保护行政主管部门应加强对企业污染治理设施运行和日常污染防治管理制度执行情况的定期检查和监督。