

“十一五”国家重点图书



节能减排技术指南丛书

造纸工业节能减排 技术指南

汪苹 宋云 主编



化学工业出版社

“十一五”国家重点图书

节能减排技术指南丛书

造纸工业节能减排 技术指南



化学工业出版社

· 北京 ·

本书共分八篇二十章，以节能减排技术介绍为主线，兼顾结构调整（又以原料结构调整为主）和相应管理措施的介绍，从不同原料、不同生产工艺的角度系统介绍了迄今以来付诸实践已经被证明有效的节能减排技术，也介绍了一些国内外的最新成果。在主线框架下，对于具体技术基本按照技术原理、技术特征和参数、实践案例和取得效果等方面展开详细阐述，具有较强的系统性、科学性、实用性和指导意义。

本书适合于从事制浆造纸生产和环境保护工作的一线操作工人和工程技术人员、环境保护管理工作人员，以及高等院校相关专业师生参考阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

造纸工业节能减排技术指南/汪萃, 宋云主编. —北京:
化学工业出版社, 2010.5

(节能减排技术指南丛书)

ISBN 978-7-122-07836-0

I. 造… II. ①汪…②宋… III. 造纸工业-节能-指南
IV. TS7-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 032274 号

责任编辑: 刘兴春 刘砚哲
责任校对: 陈 静

装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 29½ 字数 787 千字 2010 年 6 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 128.00 元

版权所有 违者必究

前 言

2007年我国纸及纸板产量7370万吨,据国家环境保护部统计(统计企业5818家),2007年造纸工业废水排放量42.5亿吨,占全国工业废水总排放量220.8亿吨的19.25%;排放化学需氧量(COD)157.4万吨,占全国工业COD总排放量453.1万吨的34.74%。“十五”期间,我国造纸工业的资源消耗有所降低,吨浆、纸及纸板平均综合能耗由1.55t标煤降至1.38t标煤。由于加大了废纸回收利用,吨纸及纸板消耗原生纸浆由平均541kg降至427kg。但是,造纸能耗与GDP的比值仍远高于我国能耗与GDP比值的平均水平,属于高耗能行业。环境污染严重、能源消耗较高与木材纤维原料短缺是影响我国造纸工业可持续发展的主要三大问题。

节能减排主要靠结构、技术和管理三方面手段来实现。结构性节能减排依赖于工业化过程的长期产业结构调整,其中既有三次产业结构间的变动,也有产业内部的变动,时间跨度往往需要数十年。管理措施节能减排主要通过提高企业生产和行业环境的管理水平,并优化管理模式,尽可能减少能源消耗和污染排放,但管理节能减排的潜力有限。相比之下,技术进步不仅是长期产业结构变化的基础,也是短期带动管理方式改变的重要因素,先进技术与落后技术相比,在能耗和排污方面具有明显优势,节能减排潜力很大。在此背景和主导思路下,本书主要以节能减排技术介绍为主线,并兼顾结构调整(又以原料结构调整为主)和相应管理措施的介绍。

本书从不同原料、不同生产工艺的角度系统介绍了迄今为止已被实践证明有效的节能减排技术,也介绍了一些国内外的最新成果。在主线框架下,对于具体技术基本按照技术原理、技术特征和参数、实践案例和取得效果等方面展开详细阐述。本书适合于从事制浆造纸生产和环境保护工作的一线操作工人和工程技术人员、环境保护管理人员,以及从事制浆造纸和环境保护相关的教学科研人员阅读。作者希望本书具有良好的系统性和科学性、有很强的应用性和实践性,有广泛的参考价值,为节能减排工作奉献绵薄之力。

本书由7位作者共同完成,第一篇、第七篇由廖永红负责编写,第二篇、第三篇由冯旭东负责编写,第四篇由宋云和张琳负责编写,第五篇由宋云和张晨航负责编写,第六篇由汪莘负责编写,第八篇由张晨航和李培中负责编写,全书由汪莘和宋云负责统稿、定稿工作。

本书主要参考文献有中国造纸学会编写的《中国造纸年鉴》和中国环境保护部编写的《中国环境统计年报》,此外还有行业内的专家学者的研究成果,在此一并向他们致以谢意。

由于编著者的学识与时间有限,编写中难免有不足和疏漏之处,谨请读者及同仁予以指正。

编者
2009年11月

目 录

第一篇 制浆造纸行业污染现状与控制

| | |
|------------------------------------|----|
| 第一章 我国制浆造纸工业发展及现状 | 1 |
| 第一节 从造纸术到制浆造纸工业现代化 | 2 |
| 第二节 产能产量迅速增加、国内国际市场深化扩展 | 4 |
| 第三节 造纸原料结构变化和发展 | 7 |
| 一、造纸用植物纤维原料种类 | 7 |
| 二、我国造纸用植物纤维原料结构变化 | 7 |
| 第四节 工艺改进和技术进步 | 9 |
| 一、先进制浆技术的采用 | 9 |
| 二、大力发展现代节能环保造纸技术 | 11 |
| 三、灵活多样的白水回用和废水处理技术 | 12 |
| 四、造纸新产品开发和新助剂的使用 | 13 |
| 五、国产技术装备的发展 | 13 |
| 第五节 产业布局和产品结构调整 | 15 |
| 参考文献 | 16 |
| 第二章 制浆造纸工业污染特征和节能减排现状 | 17 |
| 第一节 造纸工业污染物及能耗特征 | 17 |
| 一、水体污染物 | 17 |
| 二、大气有害污染物 | 22 |
| 三、固体废弃物 | 23 |
| 四、噪声污染 | 23 |
| 五、我国制浆造纸行业能源消耗特征 | 24 |
| 第二节 我国制浆造纸工业污染现状 | 26 |
| 一、污染物产生部位多、污染负荷大 | 26 |
| 二、企业集中度小、污染面广 | 29 |
| 三、造纸工业水污染物排放总量居工业废水污染首位 | 31 |
| 第三节 我国制浆造纸工业环境问题分析 | 32 |
| 一、资源不足且利用率较低 | 32 |
| 二、产品结构矛盾和技术装备问题 | 35 |
| 三、实施清洁生产水平低 | 35 |
| 四、末端治理的压力 | 35 |
| 第四节 污染控制与节能减排技术现状 | 36 |
| 一、我国调整原料结构的主要措施 | 36 |
| 二、制浆黑液污染治理 | 38 |
| 三、混合（中段）废水污染治理 | 41 |
| 四、我国造纸行业节约能源消耗 | 42 |

| | |
|---|-----------|
| 五、治理现状及目标 | 44 |
| 参考文献 | 45 |
| 第三章 制浆造纸行业环境管理及有关法规条例 | 47 |
| 第一节 造纸工业环境管理 | 47 |
| 一、清洁生产发展历程 | 47 |
| 二、我国造纸清洁生产环境管理历程 | 48 |
| 三、标准建设 | 51 |
| 第二节 造纸产业发展环保政策 | 54 |
| 一、造纸产业发展内涵突出资源节约和环境友好 | 55 |
| 二、强调原料和水资源节约及其综合利用 | 55 |
| 三、大力发展节能减排技术 | 56 |
| 四、大力推行清洁生产强调污染物减排 | 56 |
| 五、产业准入条件突显环保理念 | 56 |
| 六、重视接受市场与社会的环境保护监督 | 57 |
| 第三节 我国制浆造纸工业“十一五”发展目标及主要任务 | 57 |
| 第四节 地方制浆造纸企业关停实例 | 57 |
| 参考文献 | 61 |

第二篇 制浆造纸节能技术

| | |
|---------------------------------|------------|
| 第四章 我国制浆造纸工业能效基本情况 | 62 |
| 第一节 制浆造纸工业能效情况 | 62 |
| 一、造纸工业能源的消耗 | 63 |
| 二、我国造纸工业的能耗情况 | 64 |
| 三、我国造纸工业综合能耗高的原因 | 65 |
| 第二节 制浆造纸工业的节能途径 | 66 |
| 一、制浆造纸的简要工艺流程 | 66 |
| 二、制浆造纸的节能途径 | 66 |
| 参考文献 | 67 |
| 第五章 制浆造纸的节能技术 | 68 |
| 第一节 变频节能技术 | 68 |
| 一、变频节能原理 | 68 |
| 二、变频节能技术实例 | 71 |
| 第二节 传热强化技术 | 74 |
| 一、传热基本原理及传热强化 | 74 |
| 二、制浆造纸中的传热强化技术 | 79 |
| 第三节 余热回收技术 | 87 |
| 一、冷喷放间歇蒸煮技术 | 87 |
| 二、烟道气热能回收 | 92 |
| 三、预热机械浆的热能回收与利用 | 94 |
| 四、热泵技术 | 97 |
| 第四节 连续蒸煮技术 | 102 |
| 一、卡米尔连续蒸煮 | 102 |
| 二、改良的连续蒸煮 | 103 |

| | |
|----------------------------|-----|
| 三、等温连续蒸煮技术 | 103 |
| 四、低固形物连续蒸煮技术 | 104 |
| 五、紧凑蒸煮技术 | 105 |
| 六、横管式连蒸技术 | 106 |
| 第五节 中浓制浆造纸技术 | 108 |
| 一、中浓浆料的特性 | 109 |
| 二、中浓浆料的输送 | 110 |
| 三、中浓浆料与化学药剂的混合 | 111 |
| 四、中浓打浆技术 | 115 |
| 五、高浓成形技术 | 120 |
| 第六节 造纸机高效脱水技术 | 124 |
| 一、压榨部脱水机理 | 124 |
| 二、压榨冲量 | 125 |
| 三、大压辊宽压区压榨 | 126 |
| 四、靴型宽压区压榨 | 126 |
| 五、热压榨 | 127 |
| 第七节 热电联产节能 | 129 |
| 一、造纸生产过程中要使用大量的热、电能源 | 129 |
| 二、热电联产机组选择 | 130 |
| 三、纸浆厂的热电平衡 | 132 |
| 参考文献 | 134 |

第三篇 制浆过程清洁生产与减排技术

| | |
|--------------------------------|------------|
| 第六章 制浆工艺概述及污染物的产生 | 135 |
| 第一节 制浆原料及备料过程污染物的产生 | 135 |
| 一、制浆原料的来源与特性 | 135 |
| 二、备料过程污染物的产生 | 138 |
| 第二节 制浆蒸煮过程污染物的产生与性质 | 139 |
| 一、碱法制浆蒸煮过程污染物的产生与性质 | 139 |
| 二、亚硫酸盐法制浆蒸煮过程污染物的产生与性质 | 142 |
| 三、高得率浆制浆过程污染物的产生与性质 | 143 |
| 第三节 纸浆的洗涤、筛选过程及其污染物产生 | 149 |
| 一、纸浆的洗涤、筛选过程 | 149 |
| 二、纸浆筛选和净化 | 153 |
| 三、纸浆洗涤、筛选污染物的产生 | 155 |
| 第四节 传统漂白过程及污染物产生 | 156 |
| 一、不同浆种的漂白技术 | 156 |
| 二、漂白过程污染物产生 | 158 |
| 三、洗-选-漂中段废水的污染负荷 | 161 |
| 第五节 碱回收工艺过程及污染物产生 | 161 |
| 一、概述 | 161 |
| 二、黑液碱回收过程中污染物的产生 | 164 |
| 参考文献 | 165 |

| | |
|----------------------------------|-----|
| 第七章 制浆过程的水污染减排技术 | 166 |
| 第一节 备料工序废水的封闭循环技术 | 166 |
| 一、亚硫酸法制浆封闭的湿法剥皮流程 | 166 |
| 二、麦（稻）草全封闭干湿法备料技术 | 166 |
| 三、非木材纤维备料废水回用 | 168 |
| 第二节 洗涤、筛选工序水污染减排技术 | 169 |
| 一、新型废液提取设备 | 170 |
| 二、调整净化过程 | 175 |
| 三、封闭洗选技术 | 176 |
| 第三节 漂白工艺废水污染减排技术 | 179 |
| 一、减少有机氯化物排放的途径 | 179 |
| 二、低污染漂白技术 | 180 |
| 三、减少漂白工段的废水量 | 190 |
| 第四节 黑液碱回收污染减排技术 | 193 |
| 一、黑液降黏技术 | 193 |
| 二、黑液蒸发浓缩技术 | 196 |
| 三、黑液燃烧新技术 | 200 |
| 四、新型苛化工艺流程 | 201 |
| 五、白泥的回收 | 202 |
| 六、塔罗油回收技术 | 208 |
| 七、黑液碱回收技术范例 | 212 |
| 第五节 污冷凝水处理技术 | 213 |
| 一、污冷凝水的处理方式 | 213 |
| 二、污冷凝水的汽提处理 | 215 |
| 三、污冷凝水处理技术的发展 | 216 |
| 第六节 亚硫酸盐法制浆红液综合利用技术 | 217 |
| 一、红液综合利用流程 | 217 |
| 二、红液综合利用流程的产品 | 218 |
| 参考文献 | 219 |
| 第八章 制浆过程的其他污染减排技术 | 221 |
| 第一节 大气污染的控制与减排技术 | 221 |
| 一、备料过程的烟尘控制 | 221 |
| 二、恶臭气体控制技术 | 224 |
| 三、二氧化硫吸收控制技术 | 228 |
| 四、碱尘控制技术 | 230 |
| 第二节 制浆的固体废弃物污染减排技术 | 231 |
| 一、制浆固体废弃物的综合利用技术 | 231 |
| 二、制浆固体废弃物的最终处置技术 | 233 |
| 第三节 制浆的噪声污染控制技术 | 233 |
| 一、噪声的等级及对噪声排放的限制规定 | 233 |
| 二、噪声控制的基本途径 | 234 |
| 三、制浆造纸厂的噪声源和等级 | 235 |
| 四、制浆造纸厂噪声的控制措施 | 235 |

| | |
|------------|-----|
| 参考文献 | 237 |
|------------|-----|

第四篇 二次纤维原料（废纸）制浆清洁工艺技术

| | |
|---------------------------------|-----|
| 第九章 废纸回收利用现状与发展趋势 | 238 |
| 第一节 二次纤维的价值 | 238 |
| 第二节 世界各国二次纤维回收及利用情况 | 239 |
| 一、美国 | 241 |
| 二、欧盟 | 241 |
| 第三节 我国造纸原料结构、政策及趋势 | 243 |
| 第四节 我国废纸综合利用现状 | 243 |
| 一、国内利用废纸的企业类型 | 243 |
| 二、利用废纸制浆造纸现状 | 243 |
| 三、废纸在其他领域的综合利用 | 244 |
| 第五节 我国废纸利用快速增长的背景与存在的问题 | 244 |
| 一、我国废纸利用快速增长的背景 | 244 |
| 二、我国废纸利用中存在的主要问题及其对策 | 244 |
| 第十章 二次纤维（废纸）制浆污染控制 | 246 |
| 第一节 二次纤维制浆工艺流程 | 246 |
| 一、废纸制浆常用的工序 | 246 |
| 二、典型二次纤维制浆工艺流程 | 248 |
| 第二节 二次纤维制浆资源能源使用及污染排放情况 | 250 |
| 一、废纸制浆造纸过程中的输入输出情况 | 250 |
| 二、废纸造纸废水的排放情况和特点 | 250 |
| 三、废纸造纸固体废物的组成与性质 | 254 |
| 第三节 二次纤维制浆污染控制技术 | 254 |
| 一、制浆废水循环利用技术 | 254 |
| 二、环境友好的脱墨技术 | 257 |
| 三、全无氯（TCF）漂白技术 | 262 |
| 四、设备的改进 | 266 |
| 五、分散与揉搓技术 | 269 |
| 六、分级筛选 | 270 |
| 七、脱墨污泥的利用 | 272 |
| 参考文献 | 273 |

第五篇 造纸工艺过程污染减排技术

| | |
|-------------------------------|-----|
| 第十一章 造纸生产工艺及污染特点 | 275 |
| 第一节 造纸生产工艺及输入输出 | 275 |
| 一、造纸工艺 | 275 |
| 二、造纸企业输入输出 | 282 |
| 第二节 造纸生产水系统与废水排放 | 285 |
| 一、造纸厂水系统 | 285 |
| 二、造纸厂废水特征 | 287 |
| 三、案例 | 290 |

| | |
|-----------------------------|------------|
| 四、造纸污染减排的关键控制因素 | 291 |
| 参考文献 | 291 |
| 第十二章 造纸生产的减排技术 | 292 |
| 第一节 造纸生产系统水循环 | 292 |
| 一、白水循环的主要方式 | 292 |
| 二、白水循环的主要问题 | 296 |
| 三、白水循环的保障技术 | 298 |
| 第二节 造纸生产基本单元节水技术 | 307 |
| 一、流送系统 | 307 |
| 二、纸机 | 308 |
| 第三节 涂料回收技术 | 310 |
| 第四节 中性造纸技术 | 311 |
| 参考文献 | 312 |

第六篇 其他减排新技术

| | |
|--------------------------------------|------------|
| 第十三章 生物技术在制浆造纸中的应用 | 314 |
| 第一节 基因重组技术改良造纸原料 | 314 |
| 一、木质素分子生物学的研究进展 | 314 |
| 二、转基因的基本策略 | 315 |
| 三、基因重组技术在改良造纸原料中的应用 | 316 |
| 第二节 生物制浆 | 317 |
| 一、生物制浆原理 | 318 |
| 二、龙须草生物制浆技术 | 319 |
| 三、麦草生物化学制浆 | 324 |
| 四、生物制浆法生产麦草高强瓦楞原纸技术 | 325 |
| 第三节 生物漂白 | 326 |
| 一、木聚糖酶应用于纸浆预漂白 | 327 |
| 二、漆酶/介体 (NHA) 应用于蔗渣硫酸盐浆生物漂白 | 329 |
| 三、漆酶/介体 (HBT) 应用于烧碱-AQ法麦草浆生物漂白 | 330 |
| 第四节 酶处理改善浆料的性能 | 331 |
| 一、漆酶在改善浆料性能方面的作用原理 | 331 |
| 二、漆酶对未漂马尾松磨木浆的酶法改性 | 331 |
| 三、漆酶/木聚糖酶体系抑制漂白化机浆返黄的研究 | 333 |
| 第五节 固定化酶技术 | 335 |
| 一、酶的固定化技术 | 335 |
| 二、木聚糖酶的固定化技术 | 337 |
| 三、漆酶的固定化技术 | 340 |
| 参考文献 | 340 |
| 第十四章 其他制浆技术 | 342 |
| 第一节 有机溶剂制浆 | 342 |
| 一、甲酸制浆 | 342 |
| 二、乙酸制浆 | 345 |
| 三、乙醇制浆 | 347 |

| | |
|---|------------|
| 四、乙酸乙酯法提取纯木质素 | 351 |
| 五、各种方法比较 | 352 |
| 第二节 爆破制浆 | 353 |
| 一、蒸汽爆破制浆 | 353 |
| 二、爆破-有机溶剂制浆 | 354 |
| 第三节 钾基化学制浆 | 354 |
| 一、碱性亚硫酸钾法制浆 | 355 |
| 二、氢氧化钾法制浆 | 356 |
| 三、NH ₄ OH-KOH 法制浆 | 356 |
| 四、乙二胺-氢氧化钾法制浆 | 357 |
| 五、蒸煮药剂氢氧化钾制备 | 358 |
| 参考文献 | 359 |
| 第十五章 温室气体减排控制 | 360 |
| 第一节 造纸工业在碳循环中不可忽视的作用 | 360 |
| 一、森林的固碳作用 | 360 |
| 二、造纸工业纤维原料的可持续供应 | 363 |
| 三、林浆纸一体化工程对 CO ₂ 减排的作用 | 364 |
| 四、工业锅炉减少 CO ₂ 排放的技术措施 | 365 |
| 五、CO ₂ 减排量与减排成本核算方法 | 370 |
| 第二节 基于温室气体减排的清洁发展机制 | 372 |
| 一、CDM 在我国快速发展 | 372 |
| 二、CDM 项目要求与项目运行具体步骤 | 374 |
| 三、CDM 项目应用案例 | 377 |
| 参考文献 | 379 |

第七篇 制浆造纸工业清洁生产和循环经济

| | |
|------------------------------|------------|
| 第十六章 清洁生产和循环经济 | 380 |
| 第一节 清洁生产 | 380 |
| 一、清洁生产的概念和重要意义 | 380 |
| 二、制浆造纸工业的清洁生产从清洁生产审核起步 | 381 |
| 三、我国制浆造纸行业清洁生产工作 | 382 |
| 四、清洁生产审计工作内容及程序 | 384 |
| 五、造纸企业实施清洁生产可考虑的措施与方法 | 385 |
| 六、清洁生产的新发展和应用 | 386 |
| 第二节 循环经济 | 386 |
| 一、什么是循环经济 | 386 |
| 二、循环经济的框架和基本模式 | 387 |
| 三、我国制浆造纸工业循环经济 | 388 |
| 四、循环经济的误区 | 390 |
| 第三节 制浆造纸工业的循环经济模式——造纸圈 | 391 |
| 一、制浆造纸原材料的 3R 方案 | 391 |
| 二、制浆造纸工艺过程中的 3R 方案 | 393 |
| 三、企业之间形成的生态工业链 | 396 |

| | |
|------------------------------------|------------|
| 四、减少造纸废水产生和排放 | 397 |
| 参考文献 | 397 |
| 第十七章 我国制浆造纸行业实施循环经济措施 | 399 |
| 第一节 制浆造纸行业清洁生产评价指标体系（试行） | 399 |
| 第二节 制浆造纸行业产排污系数特征 | 403 |
| 第三节 循环经济实施案例 | 404 |
| 一、贵港国家生态工业（制糖）示范园区 | 404 |
| 二、石河子国家生态工业（造纸）示范园区规划 | 406 |
| 三、美利纸业碱法麦草制浆造纸污染防治的循环经济模式 | 409 |
| 四、泉林打造非木材纤维原料制浆循环经济模式 | 410 |
| 五、山东晨鸣积极开展清洁生产技术，实现循环经济发展 | 411 |
| 六、湖南岳阳泰格林纸集团林纸一体化工程 | 412 |
| 七、云南云景林纸一体化工程 | 413 |
| 八、山东华泰集团林纸循环经济产业链 | 413 |
| 九、天津万利纤维薄膜有限公司造纸厂封闭水循环利用 | 414 |
| 参考文献 | 415 |

第八篇 制浆造纸废水末端处理技术与水务管理

| | |
|-----------------------------------|------------|
| 第十八章 制浆造纸废水处理技术 | 416 |
| 第一节 常规的物理化学处理方法 | 416 |
| 一、重力沉降 | 416 |
| 二、气浮 | 417 |
| 三、混凝法 | 418 |
| 第二节 生物处理方法 | 418 |
| 一、好氧法 | 418 |
| 二、厌氧法 | 423 |
| 第三节 深度（三级）处理技术 | 426 |
| 一、膜分离法 | 426 |
| 二、Fenton 氧化法 | 427 |
| 第四节 实际应用案例 | 428 |
| 一、活性污泥法处理漂白化学浆废水和深海排放 | 428 |
| 二、SBR 法处理纸板厂废水 | 430 |
| 三、氧化沟技术处理漂白麦草浆废水 | 430 |
| 四、BIOLAK 工艺处理蔗渣浆废水 | 431 |
| 五、IC 厌氧反应器 | 432 |
| 六、ANAMET 接触厌氧反应 | 433 |
| 七、HCR 工艺 | 434 |
| 八、膜分离技术 | 435 |
| 九、传统 Fenton 氧化技术 | 435 |
| 十、流化床 Fenton 氧化技术 | 436 |
| 十一、絮凝沉淀加氧化塘法深度处理技术 | 437 |
| 十二、带好氧生物选择器的活性污泥技术处理商品浆造纸废水 | 438 |
| 第五节 废水处理的挑战和机遇 | 438 |

| | |
|----------------------------------|------------|
| 一、新标准的挑战 | 438 |
| 二、面临的机遇 | 438 |
| 参考文献 | 439 |
| 第十九章 “零”排放实践 | 440 |
| 第一节 “零”排放定义和国内外发展趋势 | 440 |
| 一、“零”排放的定义 | 440 |
| 二、“零”排放的发展趋势 | 440 |
| 三、“零”排放存在的问题 | 440 |
| 四、制浆造纸企业废水“零”排放实施途径 | 441 |
| 第二节 “零”排放案例 | 442 |
| 一、废纸造纸案例 | 442 |
| 二、化机浆案例 | 444 |
| 参考文献 | 445 |
| 第二十章 水务管理 | 446 |
| 第一节 水务管理机构 | 446 |
| 一、机构的组成 | 446 |
| 二、企业水务管理机构主要职责 | 447 |
| 第二节 水资源保护管理 | 447 |
| 一、节水管理 | 447 |
| 二、泄漏与溢流管理 | 448 |
| 三、应急管理 | 452 |
| 第三节 水的循环利用管理 | 454 |
| 一、水的循环利用管理 | 454 |
| 二、水质控制管理 | 456 |
| 参考文献 | 457 |

第一篇

制浆造纸行业污染现状与控制

建国 60 多年来,我国制浆造纸工业持续稳步发展,科学研究成果显著,技术和管理水平快速提高,产量大幅增加,已成为我国国民经济的支柱产业,为国家经济建设做出重大贡献。我国制浆造纸工业规模巨大,有中国特色,现状是:①工业化大生产代替手工原始生产,其结果是生产速度大幅提高、产量增大,产品种类逐渐增多,产品质量稳定可靠;②工业化企业规模由小变大,技术装备水平更新换代,现代机电、自控等技术的迅猛发展,使制浆造纸生产技术水平日益提高,能不断满足社会发展的需要;③生产原料多样化发展,废纸原料迅速增加,林纸一体化发展,非木材纤维原料的大量开发,使制浆造纸行业可持续发展成为可能;④企业数量从由少变多到由多变少、由小变大,企业重组整合,走规模效益,企业的市场竞争能力提高;⑤区域企业结构调整,资本来源多元化,企业分布区域逐渐向原料和劳动力源地转移,促进企业和区域经济的协调发展。

制浆造纸工业是现代原料工业的重要组成部分,既推动社会经济的发展,又与社会经济同步增长;它既是古老行业,又是极有生命力的朝阳产业;既是产业关联密集型产业,又是资源消耗多样型(涉及各种纤维、水和能源)和技术集约型行业(涉及林业、农业、机械制造、自动控制、化工、热电、交通运输、环保、印刷、包装等行业)。一个国家的制浆造纸工业技术水平直接反映了工业化技术水平,间接反映了工业耗能污染现状,世界各国已将纸和纸板生产制作水平作为衡量一个国家现代化文明水平的重要标志之一。我国造纸行业在发展过程中不可避免出现资源消耗和污染问题,特别是在经济快速发展的区域,制浆造纸工业的资源消耗和污染状况已成为可持续发展不可忽视的因素,影响着经济的发展,污染地区所带来严重生态环境危害,影响人们生活,备受社会关注。但是,在全球经济快速增长、资源日趋匮乏和环境要求日益提高的今天,随着产业发展和技术进步,造纸行业节能减排措施越来越完善,技术水平逐年提高,单位产品资源和能源消耗越来越低、污染物产生和排放越来越少。

第一章 我国制浆造纸工业发展及现状

纸是一种特殊的材料,是由纤维(主要是植物纤维)和其他固体颗粒物质(如胶料、填料、助剂等非纤维添加物质)交织结合而成的,有多孔性网状物性质的特殊薄张材料,通过纤维原料和非纤维添加物质的选择和调配,施以相应的加工制造过程和方法,可以制得满足多种用途(如书写、印刷、包装、绘画、电气绝缘等)需要的具有相应性能(如物理、化学、电气、印刷、光学等)的种类繁多的产品。

从纤维原料到生产纸品的工业化过程称为制浆造纸工业。从古至今，无论造纸技术水平高低，制浆造纸工业都包括两个重要方面：一是以各种植物纤维生产基本的造纸原料——纸浆，称制浆过程；二是用纸浆造纸，包括制浆、打浆、抄造等基本工艺过程，需要相应的专用设备和工艺技术。

从古代文明造纸术到机械化造纸乃至当今的现代化造纸工业，我国造纸工业在产品产量和种类、企业数量和规模、原料结构和生产设备、工艺技术和污染治理水平等方面经历巨大变化，目前，我国已成为世界纸及纸制品生产和消费大国。2007年全国纸和纸板生产企业约有3500家，全国纸和纸板生产量7350万吨，消费量7290万吨，人均年消费量为55kg。2007年纸及纸板进口401万吨，比上年441万吨减少9.07%，出口461万吨，是历史上出口最多的一年，比上年341万吨增加35.19%，出口量比进口量多60万吨，首次出现出口量大于进口量的情况（《中国造纸工业2007年度报告》）。

然而，快速发展的产量需要丰富的原料支持，造纸工业巨大资源利用和环境影响已成为我国社会发展不可忽视的因素，在逐渐成为世界纸及纸制品生产和消费大国的同时，高能耗和环境污染问题日显严重，已成为我国造纸行业进一步发展的制约因素。

第一节 从造纸术到制浆造纸工业现代化

中国造纸工业发展历程可以划分为三个阶段：从蔡伦造纸术问世到1949年前中国造纸以手工纸为主，1949年以后造纸工业机械化发展，21世纪起高速现代化发展。

近代中国，国家经济落后，机制纸起步较晚。1884年国内第一家机制纸厂才在上海建成，日产仅2t，生产用的简单小型机械造纸设备依赖进口，直至1938年才在重庆制造出第一台铸造的小型造纸机烘缸。由于现代造纸技术远远落后于后起的欧美发达国家，中国机制纸发展极为缓慢，到1943年才达到16.5万吨。因连续抗战与解放战争，1949年机制纸产量仅有10.8万吨，手工纸产量也降至12万吨，造纸文明古国沦为造纸弱国。

新中国成立以来，中国制浆造纸工业（主要指机制纸工业）取得了较快的恢复和发展，1957年，机制纸（包括纸板）产量即达到91万吨，比1949年增长了8倍；特别是1978年实施改革开放以来，国内造纸工业突飞猛进发展，年产量以5%~10%快速增加。

20世纪90年代后中国从国外引进大量新技术装备，对中国制浆造纸工业现代化起到了积极的推动作用。世界先进的大型生产线纷纷落户中国，如海南金海年产100万吨漂白木浆、山东晨鸣25万吨化机浆生产线、山东华泰40万吨胶印新闻纸机、芬欧汇川45万吨高档未涂布纸机、江苏金东60万吨在线涂布纸机、江西晨鸣30万吨轻量涂布纸机、宁波中华75万吨涂布白板纸生产线、山东晨鸣40万吨涂布白卡纸生产线、太仓玖龙50万吨牛卡纸机、上海正隆35万吨强韧箱纸板机、山东恒安6万吨卫生纸机、河北斯诺克腾龙日产1000t废纸处理设备和金海年产100万吨化学木浆“三废”处理设备等。中国制浆造纸工业逐渐步入现代化。由表1-1可知，2000~2007年生产量平均增长13.39%，平均消费量增长10.72%，均高于同期中国国民经济GDP年均增长率。中国机制纸（包括纸板）以前所未有的发展速度发展，产量与消费量均一举成为世界第二大国。与此同时，国产纸的产品质量与品种档次也依据市场需要在不断提高和增加。

目前，我国拥有连续蒸煮，连续漂白，连续磨浆，大型高速纸机等世界先进，甚至是最大型、最先进的生产设备，过去需要到国外才能见到的许多大型先进技术装备，目前在国内已自主管理并高效运行，而且部分设备和配件也能在国内生产供应。如东莞玖龙纸业控股有限公司两台纸机网宽均为7.28m，可生产定量75~110g/m²的优质瓦楞原纸，设计车速为1800m/min，每台纸机的设计日产量约1250吨/台；山东亚太森博浆纸有限公司拥有世界最

表 1-1 历年全国纸浆、纸及纸板产量

| 年度 (Y) | 机 制 纸 浆 | | | 纸 及 纸 板 | | | | | 产量合计 /万吨 |
|-----------|-------------|-----------|-------|-------------|-----------|-------|-----------|-------|-------------|
| | | | | 机制纸及纸板 | | | 手 工 纸 | | |
| | 生产能力 /万吨 | 产量 /万吨 | 产量指数 | 生产能力 /万吨 | 产量 /万吨 | 产量指数 | 产量 /万吨 | 产量指数 | |
| 1949 | | 3.5 | 14 | | 10.8 | 29 | 12.0 | 52 | 22.8 |
| 1952 | | 24.3 | 100 | | 37.2 | 100 | 23.1 | 100 | 60.3 |
| 1957 | | 80.1 | 330 | | 91.3 | 245 | 31.4 | 136 | 122.7 |
| 1978 | 452.8 | 345.5 | 1422 | 499.4 | 438.7 | 1179 | 27.5 | 119 | 466.2 |
| 1979 | 489.5 | 392.9 | 1617 | 541.6 | 492.8 | 1325 | 25.7 | 111 | 518.5 |
| 1980 | 533.1 | 426.3 | 1754 | 593.8 | 543.6 | 1437 | 28.0 | 121 | 562.6 |
| 1981 | 563.9 | 406.3 | 1672 | 563.9 | 540.2 | 1452 | 29.1 | 126 | 569.3 |
| 1982 | 579.3 | 421.1 | 1733 | 685.7 | 589.0 | 1583 | 24.8 | 127 | 613.8 |
| 1983 | 619.7 | 458.9 | 1889 | 728.9 | 661.3 | 1778 | 22.6 | 98 | 683.9 |
| 1984 | 664.8 | 514.6 | 2117 | 780.5 | 755.9 | 2032 | 20.6 | 89 | 776.5 |
| 1985 | 720.4 | 615.3 | 2532 | 886.8 | 911.2 | 2449 | 19.6 | 85 | 930.8 |
| 1986 | 875.15 | 679.15 | 2795 | 805.87 | 998.57 | 2684 | 17.8 | 77 | 1016.4 |
| 1987 | 969.51 | 694.50 | 2858 | 1225.76 | 1141.05 | 3067 | 23.4 | 101 | 1164.5 |
| 1988 | 1097.85 | 872.59 | 3591 | 1396.34 | 1270 | 3399 | 20.0 | 87 | 1290 |
| 1989 | 1198.08 | 868.56 | 3574 | 1493.99 | 1333 | 3583 | 20.0 | 87 | 1353 |
| 1990 | 1240.17 | 834.96 | 3436 | 1595.62 | 1371.87 | 3688 | 20.0 | 87 | 1391.87 |
| 1991 | 1345.02 | 1075 | 4424 | 1688.34 | 1478.69 | 3975 | 20.0 | 87 | 1498.69 |
| 1992 | 1448.59 | 1199 | 4934 | 1847.51 | 1725.07 | 4637 | 20.0 | 87 | 1745.07 |
| 1993 | 1362.24 | 1529 | 6292 | 2001.05 | 1867.87 | 5021 | | | 1867.87 |
| 1994 | 1534.94 | 1705 | 7016 | 2269.90 | 2138.27 | 5748 | | | 2138.27 |
| 1995 | 1425.11 | 1862 | 7663 | 4420.35 | 2812.30 | 7560 | | | 2812.30 |
| 1996 | 1896.94 | 1900 | 7819 | 3335.05 | 2643.94 | 7107 | 24.76 | | 2668.70 |
| 1997 | 1874.60 | 1738 | 7152 | 3509.87 | 2733.19 | 7347 | 23.98 | | 2757.17 |
| 1998 | | 2384 | 9811 | | 2800.00 | 7527 | 24.00 | 103.9 | 2824.00 |
| 1999 | | 2443 | 10053 | | 2900 | 7796 | | | 2900 |
| 2000 | | 2501 | 10292 | | 3050 | 8199 | | | 3050 |
| 2001 | | 2490 | 10247 | | 3200 | 8602 | | | 3200 |
| 2002 | | 2944 | 12115 | | 3780 | 10161 | | | 3780 |
| 2003 | | 3309 | 13617 | | 4300 | 11559 | | | 4300 |
| 2004 | | 3723 | | | 4950 | | | | 4950 |
| 2005 | | 4441 | | | 5600 | | | | 5600 |
| 2006 | | 5204 | | | 6500 | | | | 6500 |
| 2007 | | 5935 | | | 7350 | | | | 7350 |
| 2008 | | | | | 7980 | | | | 7980 |

数据来源：中国造纸年鉴。

大的制浆木片连续蒸煮塔，处理能力达 5160t/d；目前在国际上，新月形成形器技术是高速卫生纸机的主导机型，中国现有新月形成形器卫生纸机 14 台（包括在建 4 台），主要从芬兰 METSO 公司、奥地利 ANDRITA 公司和原 BELOIT 公司引进，最大幅宽 5.6m，最高车速 2200m/min，采用包括多层流浆箱、新月形成形器、靴型压榨、热风罩干燥等先进技术；从日本 KAWANOE（川之江株式会社）引进最佳成型（BF）技术卫生纸机 20 台（包括在建 10 台），幅宽 2.38~2.66m，车速 500~900m/min；镇江金东纸业铜版纸生产线是国际上规

模最大、技术最先进的，采用机内涂布、机外超压技术生产 $70.128\text{g}/\text{m}^2$ 中定量铜版纸，网宽 10.6m ，卷纸宽 9.77m ，设计车速 $2000\text{m}/\text{min}$ ，工作车速 $1800\text{m}/\text{min}$ ，产量 60.70 万吨/年；而晨鸣纸业在建中的 PM4 则是 METSO 公司制造全球最大的优化概念新闻纸机，网宽 11150mm ，车速 $2000\text{m}/\text{min}$ ，产量 40 万吨/年等拥有现代化生产操作技能的大型造纸企业。

然而，我国还有为数众多的中小企业拥有的蒸球、间隙式打浆机、漂洗白机和小型圆网造纸机等陈旧的设备仍在继续运转，呈现现代化生产和落后技术并存的局面。从手工制造到工业化生产，生产过程对环境的影响也从原始无污染到现代化工业排放污染并存。

总体上看，国内造纸产业的技术水平及生产效率与发达国家相比，仍存在一定差距，主要表现在企业规模普遍偏小，落后生产力仍占有较大比重，各种原材辅料的消耗偏高，污染仍相当严重，中高档产品产量偏低，纤维原料结构不甚合理，并大量依赖进口，使整个产业的市场核心竞争力不高。因而中国虽然已成为世界造纸大国，但还称不上世界造纸强国。

第二节 产能产量迅速增加、国内国际市场深化扩展

随着社会发展和技术进步，纸的用途和使用范围逐渐扩大，印刷技术、电子商务、包装工业、办公技术、商品广告等都对纸和纸板的消费带来影响，造成国内外纸产品需求量增加。从手工纸到机制纸，改革开放后我国纸品种显著增加，已达 600 多种，生产规模扩大，产能迅速增加，产量逐年增长。

由表 1-2 可以了解有记录以来中国纸产品的发展变化。手工纸在相当一段时间徘徊不前，近年逐渐被取代；国产机制纸近 30 年快速发展，产量跳跃式上升；进口机制纸占国产机制纸的比例递减，我国早已远离了主要依靠进口纸时代。2007 年进口纸绝对总量也开始降低，说明国产纸的数量和质量越来越能够满足国内社会发展的需要。

表 1-2 不同年代我国手工纸和机制纸产量

产量：万吨

| 纸 种 | 年 代 | | | | | | | | |
|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| | 1884 | 1932 | 1943 | 1949 | 1952 | 1957 | 1978 | 2000 | 2007 |
| 手工纸 | — | 36.6 | 40 | 12 | 23.1 | 31.4 | 27.5 | — | — |
| 国产机制纸 | 1 | 15 | 16.6 | 10.8 | 37.2 | 91.3 | 438.7 | 3050 | 7350 |
| 进口机制纸 | — | 30.6 | — | — | — | — | — | 595 | 401 |

数据来源：中国造纸年鉴。

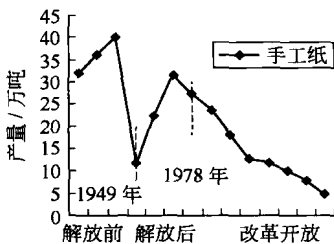


图 1-1 中国手工纸的发展

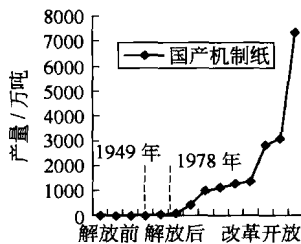


图 1-2 国产机制纸的发展

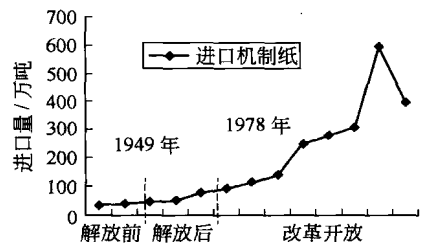


图 1-3 进口机制纸的发展

由图 1-1 可见，手工纸在解放后呈现一个恢复期，后逐渐被机制纸取代，产量逐年下降。由图 1-2 可见，解放后国产机制纸逐年稳步发展，改革开放后产量迅速增加，2000 年后直线上升，其迅猛发展之势表明国产机制纸品质优良，能越来越多地满足多元化纸品的需要。历年中国主要机制纸产品生产和消费情况见表 1-3。随着社会进步和需求增多，进口机