

“十二五”国家重点出版物出版规划项目



造纸及其装备科学技术丛书（中文版）

[第四卷]

环境管理和控制

Environmental Management
and Control

[芬兰] Dahl Olli 著
[中国] 程言君 等 译



中国轻工业出版社 | 全国百佳图书出版单位

中芬合著 造纸及其装备科学技术丛书（中文版）第四卷

“十二五”国家重点出版物出版规划项目

环境管理和控制

Environmental Management and Control

[芬兰] Dahl Olli 著

[中国] 程言君 岳冰 王洁 尉黎 江雅丽
申坤 张亮 黄官刚 贾学桦 侯雅楠 译

 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

环境管理和控制/(芬)奥利(Olli,D.)著;程言
君等译. —北京:中国轻工业出版社,2014.5

(中芬合著造纸及其装备科学技术丛书;4)

“十二五”国家重点出版物出版规划项目

ISBN 978-7-5019-9735-0

I. ①环… II. ①奥… ②程… III. ①制浆造纸工业
—企业环境管理 IV. ①X793

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第077064号

责任编辑:古倩 责任终审:滕炎福 整体设计:锋尚设计
策划编辑:林媛 责任校对:吴大鹏 责任监印:张可

出版发行:中国轻工业出版社(北京东长安街6号,邮编:100740)

印刷:三河市万龙印装有限公司印刷厂

经销:各地新华书店

版次:2014年5月第1版第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:13.75

字数:320千字

书号:ISBN 978-7-5019-9735-0 定价:68.00元

邮购电话:010-65241695 传真:65128352

发行电话:010-85119835 85119793 传真:85113293

网址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

140512K4X101ZBW

名誉主任:杨 波 杨志海 余贻骥

顾问:(特聘中国工程院院士)

陈克复 孙优贤 柳百成 陈蕴博 姚 穆

主任:步正发

副主任:钱桂敬 陈学忠

委员:(按姓氏拼音排序)

步正发	才大颖	曹春昱	曹朴芳	曹振雷	陈鄂生
陈洪国	陈嘉川	陈克复	陈小康	陈学忠	陈永林
陈蕴博	程言君	崔棣章	杜荣荣	樊 燕	范 泽
高金博	顾民达	郭海泉	郭永新	侯庆喜	胡 楠
胡宗渊	黄运基	贾克勤	江曼霞	姜丰伟	邝仕均
李 平	李 耀	李朝旺	李发祥	李国都	李洪法
李洪信	李建国	李建华	李孔泉	李威灵	李祥凌
李有元	李志健	李忠正	林美婵	林昭远	刘焕彬
刘铸红	柳百成	陆文荣	马明刚	马思一	马志明
牛庆民	彭葵生	戚永宜	钱桂敬	沈 滨	沈根莲
宋鸿林	宋 晓	孙树建	孙优贤	孙有根	谭国民
田立忠	童来明	王淼辉	王维俭	王永平	徐 华
徐 林	徐正源	许本棋	许超峰	许连捷	杨 旭
杨西京	杨晓民	杨延良	姚 穆	姚献平	于 宏
于学军	袁晓宇	张 辉	张 亮	张 熙	张 茵
张付民	张公文	张国安	张黎雨	张美云	张新平
张战营	赵 伟	赵传山	赵均泰	赵志顺	詹怀宇
钟侠瑞	周后炼	周景辉	朱根荣	诸葛宝钧	邹信云

主 编:胡 楠

副 主 编:姜丰伟 曹振雷 曹朴芳

序

芬兰造纸科学技术水平处于世界前列,近期修订出版了《造纸科学技术丛书》。该丛书共 20 卷,涵盖了产业经济、造纸资源、制浆造纸工艺、环境控制、生物质精炼等科学技术领域,引起了我们业内学者、企业家和科技工作者的关注。

姜丰伟、曹振雷、胡楠三人与芬兰学者马格努斯·丹森合著的该丛书第一卷《制浆造纸经济学》中文版于 2012 年出版。该书在翻译原著的基础上加入中方的研究内容,遵循产学研相结合的原则,结合国情从造纸行业的实际问题出发,通过调查研究,以战略眼光去寻求解决问题的路径。

这种合著方式的实践使参与者和知情者得到启示,产生了把这一工作扩展到整个丛书的想法,并得到了中国造纸协会和中国造纸学会的支持,也得到了芬兰造纸工程师协会的响应。经研究决定,从芬方购买丛书余下十九卷的版权,全部译成中文,并加入中方撰写的书稿,既可以按第一卷“同一本书”的合著方式出版,也可以部分卷书为芬方原著的翻译版,当然更可以中方独立撰写若干卷书,但从总体上来说,中文版的丛书是中芬合著。

该丛书为“中芬合著:造纸及其装备科学技术丛书(中文版)”,增加“及其装备”四字是因为芬方原著仅从制浆造纸工艺技术角度介绍了一些装备,而对装备的研究开发、制造和使用的系统理论、结构和方法等方面则介绍得很少,想借此机会“检阅”我们造纸及其装备行业的学习、消化吸收和自主创新能力,同时体现对国家“十二五”高端装备制造业这一战略性新兴产业的重视。因此,上述独立撰写的若干卷书主要是装备。初步估计,该“丛书”约 30 卷,随着合著工作的进展可能稍作调整和完善。

中芬合著“丛书”中文版的工作量大,也有较大的难度,但对造纸及其装备行业的意义是显而易见的:首先,能为业内众多企业家、科技工作者、教师和学生提供学习和借鉴的平台,体现知识对行业可持续发展的贡献;其次,对我们业内学者的学术成果是一次展示和评价,在学习国外先进科学技术的基础上,不断提升自主创新能力,推动行业的科技进步;第三,对我国造纸及其装备行业教科书的更新也有一定的促进作用。

显然,组织实施这一“丛书”的撰写、编辑和出版工作,是一个较大的系统工程,将在该产业的发展史上留下浓重的一笔,对轻工其他行业也有一定的借鉴作

用。希望造纸及其装备行业的企业家和科技工作者积极参与,以严谨的学风精心组织、翻译、撰写和编辑,以我们的艰辛努力服务于行业的可持续发展,做出应有的贡献。

中国轻工业联合会会长: 卢正发

2011 年 12 月

中芬合著:造纸及其装备科学技术丛书(中文版)的出版
得到了下列公司的支持,特在此一并表示感谢!



前 言

我国制浆造纸工业在强劲的内需拉动下,经历了近十年的高速发展,目前已经进入世界造纸大国的行列。但由于我国制浆造纸工业的废水和化学需氧量排放量一直以来均处于全国工业行业首位,因此国家和地方政府非常重视制浆造纸工业的环境保护工作,出台了一系列与行业相关的环境保护政策、法规及环境标准,从产业结构调整、生产全过程控制、末端治理、环境监管等方面加强对造纸行业的环境管理。“十二五”期间,在国家节能减排政策和环境管理力度不断加大的新形势下,我国制浆造纸工业面临新的挑战。因此,了解和掌握世界发达国家制浆造纸工业先进的环境管理和污染控制技术规范,将有助于我国制浆造纸工业加快产业结构调整,实现节能减排目标,做到可持续健康的发展。

由芬兰纸业工程师协会、美国浆纸工业技术协会(TAPPI)和Fapet有限公司联合出版的《造纸科学与技术丛书》正是可供国内同行业借鉴的专业丛书。该套丛书中的《环境管理和控制》分册介绍了制浆造纸环保措施及环境管理控制技术规范,包括欧盟地区的综合污染预防和控制(IPPC)指令和最佳可行技术(BAT)等。该书可为从事制浆造纸行业相关工作的专业人士提供有效的帮助。

本书是由轻工业环境保护研究所的技术人员整理翻译。主要参加人员有:程言君、岳冰、王洁、尉黎、江雅丽、申坤、张亮、黄官刚、贾学桦、侯雅楠等。由于译者的学识水平有限,难免有不完善之处,敬请读者批评指正。

目 录

CONTENTS

第①章 绪论	1
1.1 总论	1
1.1.1 环境负荷的来源	1
1.1.2 过程改造	2
1.2 制浆造纸工业产生的环境负荷	2
1.2.1 废水	3
1.2.2 废气	4
1.2.3 固体废弃物	5
参考文献	6
第②章 环境控制	7
2.1 综述	7
2.2 欧盟的法规控制和环境问题	7
2.2.1 环境保护政策	8
2.2.2 基本原则	9
2.2.3 欧盟环境行动计划	11
2.2.4 与环境有关的信息和欧洲环境署 (EEA)	11
2.2.5 欧盟污染物排放登记	12
2.3 欧盟制浆造纸行业环境保护法规	12
2.3.1 环境影响评价	12
2.3.2 综合污染预防和控制 (IPPC) 指令	13
2.3.3 重大事故灾害控制 (COMAH 或者 Seveso II 指令)	14
2.3.4 包装及包装废弃物指令	15
2.3.5 REACH 法规	16
2.3.6 填埋场指令	16

2.3.7	挥发性有机溶剂指令	17
2.3.8	废弃物焚烧指令	17
2.3.9	大型火电厂指令	17
2.3.10	温室气体排放交易指令	18
2.3.11	环境责任指令	18
2.4	其余措施及议题	19
2.4.1	气候变化政策	19
2.4.2	可持续消费及生产	19
2.4.3	整合性产品政策	20
2.4.4	绿色公共采购	20
2.4.5	欧盟污染物框架指令	21
2.4.6	生态管理及审核计划	21
2.4.7	环境标签	21
2.5	经济及市场手段	22
2.6	芬兰的法规控制	23
2.6.1	芬兰的环境保护法	23
2.6.2	芬兰的环境保护行政管理机构	24
	参考文献	24
	扩展阅读	25
第③章	工业环境许可	26
3.1	基于位置的环境许可	26
3.2	环境影响评价	26
3.3	综合污染预防与控制(IPPC)	27
	参考文献	30
第④章	给水处理	31
4.1	水质要求	31
4.2	杂质	32
4.3	处理方法和设备	33
4.3.1	物理处理	34
4.3.2	化学处理	35
4.3.3	其他处理方法	39

4.4 供水系统	39
参考文献	40
第⑤章 降低废水污染负荷的工艺改进	41
5.1 综述	41
5.2 硫酸盐法制浆	41
5.3 机械法制浆	45
5.4 再生纤维	47
5.5 纸张和纸板	47
参考文献	48
扩展阅读	49
第⑥章 废水处理	50
6.1 废水污染负荷	50
6.1.1 综述	50
6.1.2 废水排放量	50
6.1.3 工艺过程废水污染负荷	52
6.2 固体物去除	53
6.2.1 沉淀、浮选和过滤	53
6.2.2 化学絮凝	58
6.3 生物方法	59
6.3.1 活性污泥废水处理法	59
6.3.2 其他好氧处理工艺	67
6.3.3 厌氧处理工艺	68
6.4 其他废水处理工艺	69
6.4.1 活性炭吸附	69
6.4.2 蒸发	70
6.4.3 汽提	70
6.4.4 化学氧化反应	70
6.5 废水处理中的有机物质去除	71
参考文献	72
扩展阅读	72

第⑦章 减少废气排放	73
7.1 废气排放	73
7.1.1 综述	73
7.1.2 制造工艺过程产生的排放	74
7.2 降低废气排放的工艺过程改造	75
7.2.1 综述	75
7.2.2 恶臭气体控制	75
7.2.3 烟气控制	79
7.2.4 漂白气体控制	81
7.3 粉尘控制	82
7.3.1 综述	82
7.3.2 静电除尘	83
7.3.3 文丘里洗涤器	84
7.3.4 旋风除尘器	84
7.4 废气排放控制	85
7.4.1 二氧化硫排放	85
7.4.2 氮氧化物排放	87
7.4.3 二氧化碳排放	87
7.5 其他废气处理方法	88
参考文献	88
扩展阅读	88
第⑧章 固体废弃物及液体废弃物	89
8.1 综述	89
8.2 不同生产工艺过程产生的废弃物	89
8.2.1 硫酸盐法制浆工艺过程	89
8.2.2 机械法制浆工艺过程	90
8.2.3 再生纤维处理工艺过程	90
8.2.4 纸和纸板制造工艺过程	90
8.3 废弃物的特性	91
8.3.1 污泥	91
8.3.2 灰分	92

8.3.3 其他废弃物	93
8.4 污泥处理	95
8.4.1 综述	95
8.4.2 脱水	95
8.4.3 残渣的控制管理	99
8.5 其他废弃物的处理	109
8.6 与废弃物相关的问题	109
参考文献	110
扩展阅读	111
第⑨章 其他环境影响及其控制措施	112
9.1 重大事故危害的控制	112
9.2 噪声及振动控制	113
9.3 土壤和地下水污染	115
9.4 运输	116
9.5 木材采购	117
参考文献	117
第⑩章 用于环境管理的工具	118
10.1 经济计算	118
10.1.1 经济合作与发展组织(OECD)	118
10.1.2 末端技术和综合技术	118
10.1.3 最佳可行技术(BAT)	119
10.1.4 BAT 参考文件(BREF)及制浆和造纸工业	119
10.1.5 制浆和造纸工业中的 BAT	119
10.1.6 业内 BREF 对经济的影响和跨媒介影响	120
10.1.7 BAT – 芬兰制浆和造纸工业的实例	121
10.1.8 BAT – 环境影响、成本和跨媒介问题 – UK 方法	121
10.2 环境管理系统	123
10.2.1 EMS 标准	124
10.2.2 欧盟生态管理和审核计划(EMS)中的一些基本程序	125
10.2.3 ISO 14001 标准和 EMAS 之间的比较	125
10.2.4 ISO 14001 环境管理标准	126

10.2.5 欧盟的生态管理和审核计划(EMAS)	127
10.2.6 环境报告	128
10.3 环境影响评价	128
10.4 生命周期评价	130
10.4.1 LCA——计算机模型	132
10.4.2 LCA 的应用	133
10.4.3 生命周期管理	135
10.5 环境标签(生态标签)	135
10.5.1 生态贴标的类型	135
10.5.2 适用于环境标签的一些 ISO 标准	136
10.5.3 综合标准标签	136
10.5.4 其他的综合标准标签	140
10.5.5 单一标准标签	141
10.5.6 生态说明书和自行声明的环境要求和符号	142
参考文献	143
附录①	145
附录②	192
附录③	194
附录④	198
附录⑤	202

第 1 章 绪 论

1.1 总论

20 世纪 90 年代,减小制浆造纸厂环境负荷增长的压力日益迫切,出现这种情况有许多推动力,如对环境关注日益增长、越来越严格的立法及生产过程中排放控制的更加了解等。本书详细论述了制浆造纸厂的环保问题,旨在增强对影响废水、废气、固体废物环境负荷因素的理解。本书还介绍了欧盟地区主要的管理控制措施,包括综合污染预防和控制(IPPC)指令、最佳可行技术(BAT)及环境管理系统等其他工具的作用。本书综述了环境负荷的组成和性质,包括废水、废气和固废的主要环境影响,还介绍了控制环境负荷的主要技术方法和工艺流程。

1.1.1 环境负荷的来源

什么是环境负荷?它是由什么组成,来自哪里?详见图 1-1 所示生产加工过程环境负荷示意图。

如图 1-1 所示,环境负荷包括废气、废水和固体废物。此外,噪声、振动和热污染也是环境负荷的一部分,但是它们的计算方式与其他影响不同。简言之,减少某一特定生产过程排放到水和大气中的环境负荷,最佳方法就是提高工艺成品率和减少固体废物产生量。

有很多因素直接或间接地影响环境负荷,如图 1-1 所示,在定量的基础上,不进入最终产品的原料和添加剂是环境负荷的主要贡献者,生产过程中这些材料不会凭空消失,而只是改变其形态(固态变气态,固态变液态,气态变固态等)。因此,产出率越高,环境负荷越低,反之亦然。环境负荷性质主要受以下因素影响:

原料:原料质量、添加剂和新鲜水。

过程或单元过程:温度、产出率、化学、物理或力学参数。

外部净化方法的有效性:废气和废水的净化。

降噪的程度:高、低频噪声和振动。

一般来说,生产最主要的功能就是要生产尽可能多的高质量产品,但是,从 20 世纪

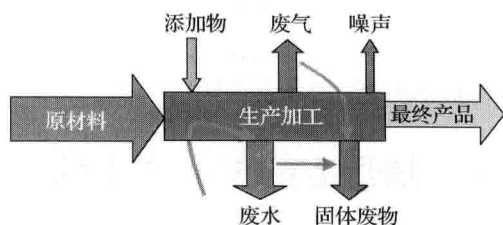


图 1-1 生产过程中环境负荷示意图

70 年代开始人们越来越关注生产所带来的环境问题。因此,在欧盟地区,有诸多直接或间接指导工业生产的监管控制措施,利用这些措施使工业生产的不利环境影响达到可接受的程度。

近些年来,在减小不利环境影响的同时,通过利用最佳原料、化学品和能源来提高产品质量。从原料到产品整个价值链来考虑,这种良好的趋势推动了可持续发展的实践,并向可持续发展的目标迈进。

1.1.2 过程改造

为了努力实现上述目标,浆纸生产技术和产品的不断发展使得环境负荷普遍降低。由于 20 世纪 70 年代和 80 年代初期的能源危机,出现了很多降低制浆造纸厂耗水量和排放量的措施。例如,由于亚硫酸钙浆厂向大气中和下水管道排放大量污染物,所以芬兰纸业停止了亚硫酸钙浆厂的生产;原木剥皮工艺改成干法剥皮工艺后,大大减少了化机浆工厂废水的排放量;化学浆生产线在蒸煮工段后增加氧脱木素系统,降低了漂白前的卡伯值,实现了无元素氯漂;通过使用更多循环水,降低了新鲜水的使用,从而降低了排放前需要处理的污水量。

这些环保性的进展为制浆和造纸业开辟了一种普遍为人们所接受的新方法,大力提倡使用更为全面的方法来管理环境问题。这种新的方法已在欧盟以法规的形式实现,例如综合污染预防和控制(IPPC)指令中定义的最佳可行技术(BAT)。在选用最佳技术来平衡行业所需的成本和它对环境带来的益处时,最佳可行技术(BAT)采用一套综合性的方法来评估工业活动的大气排放、废水(包括下水道)排放和固体废弃物排放,加上一系列的其他环境影响。这样做的目的是防治废弃物的生成和排放,如果在实践中不可实现零排放,也应将废弃物的排放降低至可接受的水平范围内,这也考虑到了当工业活动停止后恢复厂址的需要。定义为最佳可行技术(BAT)的技术表明其过程或组成部分可将环境负荷降低到最小程度。由于新技术不断地发展,最佳可行技术(BAT)指南的也将一直随之更新完善,它可供所有对制浆和造纸工业环境问题感兴趣的人参考使用。

1.2 制浆造纸工业产生的环境负荷

众所周知,浆纸工业生产过程中会不可避免的产生一定程度环境负荷工业运作和活动时总是会产生一定程度的环境负荷,明白这一点非常重要。人们必须认识这种环境负荷并使用最可行的方法来控制其数量和质量。从图 1-1 可以看出,环境负荷很大程度上取决于原物料、添加剂和反应过程的类型。要明白制浆和造纸生产的基本环境负荷,需要对原料的化学结构、原水的品质、添加剂的作用及木质纤维有深刻见解。当明确这些原辅料的数量和性质后,就可以用废水、废气和固体废弃物的投入产出形式创建物料平衡,从而可以计算出总体环境负荷。这种方法可被称为基于过程的环境负荷“内部”控制。当计划全新的单元过程或全过程时,此类基础信息可用于制作匹配的净化设备以将废水、废气和固体废弃物的负荷降低到最小程度。在评估特定环境负荷以作为按规定尺码制作外部净化系统的依据时,一种切实可行的办法就是使用实验室分析和分析设备进行简单的测量。当计划进行过程改造或扩展时也可使用这种方法,这也涵盖了对噪声的评估。

在评估特定环境负荷,以规定的标准作为外部净化系统效果考核依据时,一种切实可行的

办法就是使用现场检测,即利用分析设备和实验室分析进行简单的测量。当造纸企业进行技改或扩建时也可使用这种方法,该法也适用于噪声评估。

因为对如何通过内部和外部处理来控制木质物质加工过程中的排放更加地了解,在过去的 30 年中,排放得以有效降低。实际上,认识到工业生产过程中的实际情况,综合的环境保护方法在近年来有了巨大的改进。

随着污染物排放控制措施的推行,如何通过内外部结合的污染处理方法,也逐渐被人们所了解,在过去的 30 年中,污染物排放也因此得以有效降低。实际上,从对生产过程中实际污染产生情况的认知,到运用综合的环境保护方法在近年来都有了巨大的进步。

1.2.1 废水

制浆和造纸的废水产生量很大程度上取决于清水使用量。而每家浆厂和造纸厂的清水使用量也会因循环工艺不同而存有差异。在评估制浆造纸工业的废水负荷时,废水总产生量并不是关键问题,了解废水的成分和性质则更为重要。因为木材原料的化学成分比较复杂,所以经处理后衍生出的废水成分也很复杂。因此,与测量废水中所有可能存在的化合物相比,以总和参数形式测量废水对受纳水体的总体影响比较合理。所测量的典型参数包括化学需氧量(COD)、生化需氧量(BOD)、可吸附有机卤素(AOX)、悬浮固体、磷(P)和氮(N)等。图 1-2 显示了从 20 世纪 50 年代起,芬兰制浆和造纸工业废水典型参数的负荷趋势。图 1-3 和图 1-4 分别显示了从 20 世纪 90 年代起,芬兰制浆和造纸工业废水中可吸附有机卤素(AOX)负荷和营养物负荷。

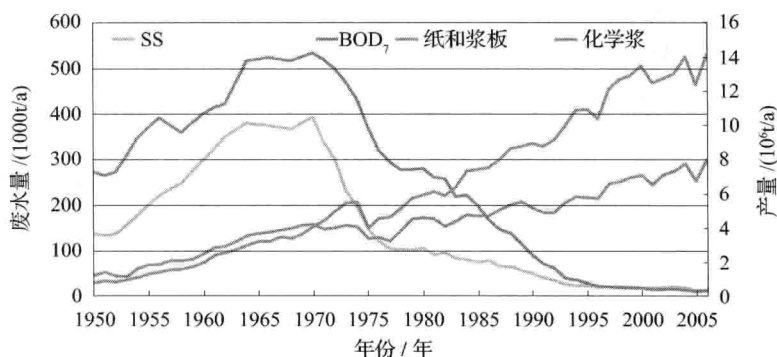


图 1-2 芬兰制浆造纸厂污水负荷

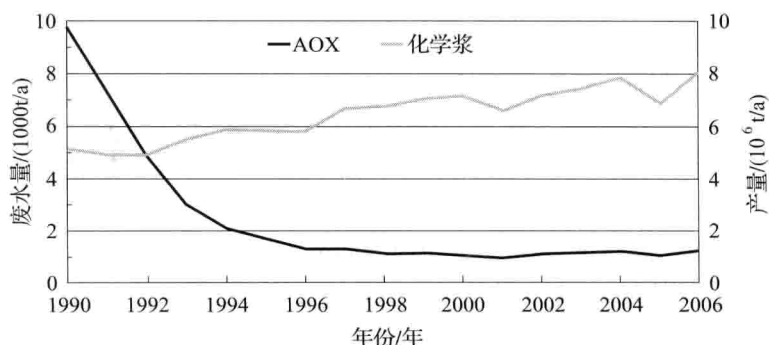


图 1-3 芬兰化学制浆造纸厂 AOX 负荷