

● 日本制浆造纸技术协会 编

● 蒋立人 沈雷 译 / 王文学 蒋立人 校

● 制浆造纸工业的 污染与防治

● 轻工业出版社

制浆造纸工业的污染与防治

日本制浆造纸技术协会编

蒋立人 沈 峦 译

王文举 蒋立人 校

轻工业出版社

内 容 提 要

本书共分六章，主要内容分别叙述了制浆造纸工业中废水、废气、废渣、噪声和恶臭的发生源、特征、防止措施及其发展动态、某些污染物质的综合利用以及节水措施等。本书重点介绍了防治造纸工业污染的各种措施。一方面简要介绍了为从根本上防止或减轻造纸工业的污染而采取的生产工艺的改造；另一方面，简要地阐述了治理措施的基本原理，详细地列举了各种治理措施的流程、治理设备和设施、基本计算公式、设计参数以及实际运行情况。本书可供造纸工业从事环境保护、科研、设计和生产管理人员以及造纸专业院校师生参考。

制浆造纸工业的污染与防治

日本制浆造纸技术协会编

蒋立人 沈 峦 译

王文举 蒋立人 校

*

轻 工 业 出 版 社 出 版

(北京阜成路 3 号)

北 京 顺 义 印 刷 厂 印 刷

新 华 书 店 北 京 发 行 所 发 行

各 地 新 华 书 店 经 售

*

850×1168毫米 1/32 印张:14 1/2 字数:364千字

1985年2月第一版第一次印刷

印数: 1—7,000 定价: 4.40元

统一书号: 15042·1804

译者的话

制浆造纸工业是对环境产生严重污染的生产部门之一，因此搞好制浆造纸工业的污染防治工作，对确保人民身体健康和保护生态系统，具有十分重要的意义。为了促进我国制浆造纸工业的污染防治工作，从国外汲取对我国有益的防治措施，我们把《紙パルプの製造技術全書》（日本制浆造纸技术协会编）第10卷《環境対策・用水》（1978年出版）中的环境对策部分译成本书。

书中全面而系统地阐述了制浆造纸工业中的五大公害——废水、废气、废渣、噪声和恶臭的发生源、特征、防治措施及其发展动态、某些污染物质的综合利用以及节水措施等。虽然内容涉及范围广，但是重点在于防治措施。本书简要地阐述了生产工艺的改革，以从根本上防止或减轻制浆造纸工业对环境的污染。就制浆造纸工业污染环境的治理措施来说，本书简要地阐述了治理措施的基本原理，详细地列举了各种治理措施的内容，即治理流程、治理设备和设施、基本的计算公式、基本的运行参数和设计参数、试验研究和实际运行情况等。此外，书中还介绍国际上对防治造纸工业污染的研究成果。

无论从内容全面性来说，还是从引用的成果来说，或者从参考价值来说，本书不仅适用于具有相当多经验的从事造纸工业环境保护的技术人员，而且对造纸工业管理人员来说，也是一本深入浅出的环境保护入门读物。

因限于译者的水平，书中难免有错误之处，希望读者予以指正。

译者

目 录

第一章 概论	1
第一节 “公害”的定义	1
第二节 环境污染对人体和动植物的影响	1
一、硫的氧化物(SO _x)	2
二、氮的氧化物(NO _x)	2
三、氧化剂	3
四、其它有害物质	3
五、水质污染	3
第三节 制浆造纸工业的环境污染及其防治对策	4
一、废水	5
二、废气	6
三、恶臭	7
四、废料	7
五、有害物质	8
第四节 制浆造纸工业公害防治的投资	9
第五节 今后有关防治公害的政策	10
一、污染物排放总量规定	10
二、环境评价(环境影响评价)	11
三、工厂厂址选择法令	11
四、其它	12
第六节 公害防治措施的发展方向	12
一、针对发生源的措施	12
二、公害规定与制浆造纸工业	13

第七节 结束语	14
第二章 废气	16
第一节 大气污染概况	16
一、二氧化硫(SO_2)	16
二、烟尘	17
三、氮的氧化物(NO_x)	17
第二节 燃料和燃烧管理	18
一、燃料的分类	18
二、固体燃料——煤	19
三、液体燃料——重油	19
四、气体燃料	21
五、黑液、树皮等	22
六、燃烧管理	23
第三节 烟尘的大气扩散	27
一、排出烟尘的扩散现象	27
二、烟气的扩散理论	28
三、烟气扩散的计算公式	30
四、烟囱	33
第四节 烟气脱硫技术	35
一、烟气脱硫的分类	35
二、烟气脱硫法概要	36
三、白烟的防治措施	39
第五节 除尘技术	40
一、除尘器的分类	40
二、“烟尘”的定义	41
三、除尘率	41
四、除尘器的原理和特征	42
五、除尘器的选择原则	52
六、复合除尘技术	55

七、防止烟尘发生·····	56
第六节 NO _x 的处理技术·····	57
一、NO _x 的发生机理·····	58
二、燃料 NO _x ·····	60
三、用改善燃烧方法来防治 NO _x 的措施·····	60
四、脱硝技术·····	65
五、脱硝费用·····	74
六、日本脱硝技术的研究情况·····	77
第三章 废水·····	85
第一节 概要·····	85
第二节 污染水质的主要原因·····	86
一、木材纤维的三种主要成分·····	87
二、木素的变化·····	88
三、半纤维素的变化·····	91
第三节 废水的特征·····	94
一、红、黑液成分·····	95
二、漂白废水成分·····	96
三、树皮的组成和湿式剥皮机废水的分析值·····	99
四、废水成分——BOD、COD、色度和悬浮物的 产生率·····	99
五、各种纸浆和纸张的污染物负荷量·····	100
第四节 制浆造纸生产工序和用水排水流程·····	101
一、调木工段·····	104
二、普通木片磨木浆(RGP)·····	106
三、半化学浆(SCP)·····	108
四、亚硫酸盐溶解浆(DSP)·····	109
五、阔叶材漂白硫酸盐浆(L—BKP)·····	111
六、脱墨废纸纸浆·····	113
七、新闻纸·····	115

八、高级印刷纸·····	117
九、涂布加工纸coated paper ·····	118
十、白板纸·····	120
第五节 生产过程内部处理方式·····	122
一、内部处理的基本打算·····	122
二、各个生产工序的污染源防止措施及其问题·····	126
第六节 生产过程外部的废水处理法·····	145
一、概要·····	145
二、pH 值及其调节方法 ·····	147
三、悬浮物及其去除方法·····	153
四、BOD 及其去除方法 ·····	185
五、COD 及其去除方法 ·····	225
六、深度处理法·····	233
七、废水处理指南·····	263
第七节 废水处理技术的发展动态·····	267
一、悬浮物、BOD 和 COD 的去除·····	267
二、脱色·····	268
三、深度处理技术的应用·····	279
四、实现封闭系统的新技术·····	285
第四章 噪声·····	295
第一节 噪声与制浆造纸工业·····	295
第二节 声音的基础知识·····	296
一、声音的物理度量·····	297
二、分贝的计算·····	300
三、声音的传播·····	302
第三节 测量技术·····	304
第四节 噪声的防治技术·····	306
一、制定噪声防治规划的程序·····	306
二、降低声源噪声·····	307

三、防止噪声传播的措施·····	308
第五节 结束语·····	308
第五章 恶臭 ·····	319
第一节 绪论·····	319
第二节 恶臭化学·····	321
一、恶臭的特性·····	321
二、恶臭强度·····	323
第三节 恶臭的测定方法·····	325
一、嗅觉试验法·····	325
二、仪器分析·····	326
三、嗅觉试验和仪器分析之间的关系·····	335
第四节 硫酸盐浆恶臭·····	336
一、硫酸盐浆生产程序·····	336
二、硫酸盐浆恶臭成分的物理化学性质·····	337
三、在硫酸盐浆厂各生产工序中恶臭的产生·····	340
第五节 硫酸盐浆厂恶臭的防治对策·····	347
一、概述·····	347
二、制浆方法的改进·····	348
三、目前硫酸盐浆厂的除臭方法·····	351
第六节 今后的课题·····	375
一、制浆工艺的改进·····	375
二、现行硫酸盐浆厂的防臭对策·····	375
三、恶臭物的测定方法·····	376
第七节 结束语·····	378
第六章 工业废渣 ·····	380
第一节 日本的工业废渣现状·····	380
第二节 制浆造纸工业的废渣现状·····	381
第三节 废渣的产生状况·····	385
第四节 废渣的处理方法和处理设备·····	385

一、概要.....	385
二、浓缩设备.....	391
三、脱水设备.....	392
四、干燥设备.....	408
五、焚烧设备.....	423
第五节 废渣的有效利用.....	444
一、用作土壤改良剂.....	444
二、利用蚯蚓处理污泥.....	444
三、制建筑材料、板材、砖、瓦等.....	445
四、其它方面的利用.....	446
第六节 结束语.....	446

第一章 概 论

第一节 “公害”的定义

“公害”这个名词，是一般的社会用语。但是，它所包含的范围和内容，对于不同的人，不同的时代，有不同的理解，而且差别相当大。

根据日本“公害对策基本法令”第二条，对公害的法律定义如下：

- (1) 在人们生产活动和生活中产生的；
- (2) 给人类健康和生活环境带来损害作用的；
- (3) 影响范围相当大的大气污染、水质污染、土壤污染、噪声、振动、地面下沉和恶臭。

但是，即使称作社会性的很多公害现象，例如：建筑物阻挡日照，道路照明等人造光源损坏农作物，无线电和电视的电波危害人体健康等，在“公害对策基本法令”内却都没有被看作是公害。

我们所说的公害，只限于人为原因引起的公害。它不包括地震、台风、洪水等纯自然现象对人类生命和生活环境所带来的破坏。

第二节 环境污染对人体和动植物的影响

关于大气污染、水质污染等对于人体和动植物的损害问题，曾进行大量研究。然而根据高浓度的单一有害物质对动植物损害情况的试验结果，并不能推断它在低浓度和长时间下的影响。实

际的环境条件，大多数并不是单一的因素而是多种因素发生作用。这就是现在引起学术界不同见解的原因，以致于不同国家对于环境污染的控制标准是不同的。

现将某些具有代表性的污染物对于人体和动植物的影响叙述如下：

一、硫的氧化物(SO_x)

硫的氧化物对于人体的损害事例，外国很早就有报导。其中特别有名的，是1952年的伦敦烟雾（由二氧化硫气体和飘尘组成）事件。在两个星期内死亡达四千人。在以后的两个月内，又死亡八千人。

二氧化硫气体是窒息性的无色气体。在大气中慢慢地受到光氧化作用而生成 SO_3 。 SO_3 的吸潮性强，一旦吸潮后，便形成硫酸酸雾，进而生成烟雾。

二氧化硫气体对于人体的影响，随着浓度和呼吸时间的不同而异。高浓度的 SO_2 会刺激鼻膜，诱发慢性支气管炎、哮喘等呼吸系统疾病。

它对植物也有危害，当高浓度时，会使植物叶从表到里出现烟斑。对于茂盛叶子的损害更为明显。当低浓度时，只在气孔比较发达的地方出现上述症状。不同种类的植物，其受害程度有很大差别。抵抗力最弱的紫岛肥草（ムラサキウマゴヤシ）若与浓度为 0.4 克/米^3 的二氧化硫气体接触7小时，就会出现烟斑。而山茶即使与浓度为 100 克/米^3 的二氧化硫气体接触，也不会出现烟斑。

二、氮的氧化物(NO_x)

氮的氧化物的主要形式为 NO 、 NO_2 。其中 NO_2 毒性最强，对大气污染最严重。它是黄褐色的刺激性气体。含量 $1\sim 3 \text{ 克/米}^3$ 时，有臭味。 13 克/米^3 时，鼻和眼已感到有刺激。然而，

单独受到 NO_2 伤害的例子并不多。最近把 NO_2 作为引起光化学烟雾的物质进行了仔细观察。

三、氧化剂

氧化剂并不是单一物质，而是含臭氧的氧化性物质的总称。它具有从中性碘化钾溶液中游离出碘的性质。

引起光化学烟雾的物质虽然目前尚不清楚，但是大气中碳氢和氮氧化物的混合物，在紫外线照射下，将发生光化学反应，生成臭氧、PAN（过氧乙酰硝酸盐）、乙醛、硝酸和硫酸的烟雾，所以认为氧化物也是形成光化学烟雾的物质。

光化学烟雾对人眼睛和咽喉有刺激作用，使人呼吸困难，四肢痉挛，思维衰退。

外国也有洛杉矶型烟雾（ロスアンゼルス）公害的例子。日本自从 1970 年东京 43 名女大学生受到这种公害危害之后，在其它各地也发生过这种病例。

四、其它有害物质

对制浆造纸工业来说，不太有其它有害物质所导致的公害。但是汽车排气中的一氧化碳和铅化物、水泥厂的粉尘等特别指定的 28 种物质，在高浓度下都会对人体健康和动植物带来严重的损害。

五、水质污染

水质污染损害人体健康是由其中的有害物质引起的。大体上已确定的有害物质有镉、氰化物、有机磷、铅、六价铬、砷、汞化物和聚氯联苯。

比较有名的公害事件，有甲基汞引起的水俣病、镉引起的痛痛病等。

人们生活环境中物质的生物化学需氧量(BOD)、化学需氧量

(COD)、悬浮物(SS)等, 对人体是无害的。可是, 这些物质在高浓度时, 会妨碍水生动植物的生长繁殖。低浓度时, 由于自然界的净化作用而被分解为无机物, 不致于会危害水生动植物。

表 1-1 各种产业污染因素的发生量(单位: 公斤/100万日元)

	硫氧化物	BOD 负荷量	粉尘(煤、 烟尘)	工 业 废 渣		
				处理困难的 可燃物质	泥状、液状 不可燃物质	固体状不可 燃 物 质
1. 农林水产	—	—	—	—	—	—
2. 矿业	4.3	3.4	4.9	—	—	—
3. 食品	11.0	14.0	1.0	—	—	—
4. 纺织	61.6	30.7	53.9	6.5	148.3	22.4
5. 纸浆、纸	177.9	565.6	9.7	32.4	1727.3	283.1
6. 化学	73.9	72.7	43.7	72.4	1560.4	254.0
7. 冶金	110.5	13.1	19.0	43.9	1276.7	3655.1
8. 金属制品	2.7	1.0	—	44.7	1032.8	220.5
9. 一般机械	2.7	1.1	—	34.4	12.2	101.9
10. 电气机械	2.7	1.1	—	—	108.5	48.7
11. 运输机械	1.3	1.1	0.1	22.9	103.5	361.0
12. 其它制造业	16.4	1.4	0.5	75.7	122.6	25.9
13. 建筑	—	—	—	—	—	—
14. 电、煤、水	365.7	0.9	18.1	8.4	606.7	3003.8
15. 商业	—	—	—	—	—	—
16. 石油煤炭制品	38.4	3.7	2.0	81.9	113.5	49.3
17. 运输、通讯	28.8	—	—	—	—	—
18. 陶瓷制品	16.6	5.5	24.1	9.4	1559.0	692.4

资料来源: 经济计划厅的“年度经济报告(昭和 45 年度)”; 通商产业省的“工业废渣处理处置情况调查”等。

第三节 制浆造纸工业的环境污染 及其防治对策

第二次世界大战后, 日本纸张供不应求。在这样的时代背景下, 日本的制浆造纸工业获得迅速发展, 每年增长率达 10~30%。

这样一来，日本终于成为仅次于美国的世界第二产纸国。这对日本的工业和文化的发展作出了贡献。

但是另一方面，产生了由于废水引起的所谓生态系统失调问题，和由于制浆废水引起的河流、海洋的污染而使水生动物受到损害的问题，所以制浆造纸工业是一种有社会性公害的工业。

制浆造纸工业的公害与其大量用水有直接关系，故它对环境影响最大的乃是水质污染，其次才是大气污染、恶臭和废料。

一、废 水

制浆造纸工业中要用水进行输送、洗涤、分散纤维和冷却等，用水量很大。

按照 1977 年统计，制浆造纸工业使用的新鲜水量达到全部用水量的 23.7%，即每天用水 1,000 万吨左右。这些水在使用后，经过净化处理再排放到水体中去。废水中的悬浮物、BOD、COD 成分，就是河流和海洋的污染源。

根据环境厅的调查，制浆造纸工业每天排出的 BOD 量为 5,500 吨。它仅次于食品工业，居第二位。

这种污染的原因，在于纸浆生产过程中溶解出来的有机物、废纸处理时废水中的有机物和悬浮物以及纸机白水等。

日本政府于 1971 年实行“水质污染防治法”时，规定的 BOD 和 COD 排放标准为 120 毫克/升。对于没有确定出废水处理方法的亚硫酸盐浆和半化学浆等制浆厂，制订了五年的暂行标准，分阶段地逐步提高排放标准。从 1976 年起一律按照上述国家标准执行。

为了达到上述标准，制浆造纸工业投入了巨额的资金，来防止公害，并作出了最大限度的努力。

消除公害的主要措施如下：

- (1) 设置澄清池，以去除悬浮物；
- (2) 投加凝聚剂、吸附剂，以去除悬浮物、BOD、COD；

(3) 采用活性污泥法，以去除 BOD；

(4) 提高制浆厂的黑液回收率，以减少污染的发生源和再生回用蒸煮药剂；

(5) 节约用水，回用排水。

对于污染量大、消除公害投资大的溶解浆和亚硫酸盐浆，其防止公害的办法是缩减生产量或停止生产。

由于采取了上述措施，制浆造纸厂的废水质量有了显著改善，而且达到了国家排放标准。

但是在有些地方，却具有更高的排放标准。随着对污染物的排放浓度标准转向总量标准，出现对废水水质要求越来越高的趋势。这样一来，即使达到了国家排放标准，并不表示污水处理方法已经达到了尽善尽美的程度，还需要进一步减少废水中的污染物质。

因此，单是采用废水处理方法是不足的，还必须研究能有效减少污染物质的制浆造纸方法，减少用水量以降低废水处理的费用，研究废水深度处理方法等。

二、废 气

制浆造纸工业对大气的污染，主要有 SO_x 、 NO_x 和烟尘。这些污染物并不是制浆造纸工业所特有的，而与其它工业是一样的。

由于工厂地理位置不同， SO_x 的容许排放标准亦不相同。在大城市附近、工厂密集地区限制得严格一些，所以大多是使用低硫重油或采用烟气脱硫。

在烟气脱硫的过程中，脱硫时的副产品——亚硫酸钠可以用作制浆蒸煮药剂，所以制浆厂早就采用了烟气脱硫。但是，在不生产纸浆的造纸厂，由于副产品亚硫酸钠是废料，所以采用烟气脱硫的造纸厂并不多。如果今后严格控制大气环境标准，也许采用烟气脱硫方式的造纸厂会多起来。

碱回收炉的 NO_x 发生量少些，不致构成公害问题。对于燃油锅炉，则需要对 NO_x 采取必要的措施。

对于 NO_x 的防治对策问题，过去研究得较少。仅仅改进锅炉的燃烧方法，并不能获得很好的效果。对原有锅炉只要进行改装就可以达到现行的国家标准。但是，按照东京都地方高的排气标准，必须采用烟气脱硝处理的方法，这乃是今后尚需对待的问题之一。

来自锅炉烟道气、焚烧炉等的烟尘，与其它工业并没有不同之处。含有芒硝的烟尘，乃是制浆厂碱回收炉的特有产物。

现已采用电除尘器、湿式除尘器进行除尘。从前发生的工厂附近居民住宅白铁皮屋顶的腐蚀问题，现在几乎不存在了。

三、恶 臭

硫酸盐浆生产过程中产生的硫化物，乃是恶臭的主要发生源。

当前，几乎所有的硫酸盐浆厂所在地区，都是按照恶臭防止法令的指定区域，并根据公害防止条令规定了恶臭标准。

防止恶臭的方法有：捕集和燃烧蒸煮器放出的大量臭气；对于来自氧化黑液的碱回收炉的臭气，则将蒸发器的冷凝器中臭气成分进行分离和汽提，然后把分离出来的气体进行燃烧。由于采用了上述措施，在几年之内硫酸盐浆厂的臭气已经大大减少。

然而，人的嗅觉是非常灵敏的，如果臭气成分去除率不达到99.9%，人的嗅觉仍然能够感觉出来。即使臭气已经达到规定的标准，但是仍不能消除居民与工厂之间的纠纷。

四、废 料

制浆造纸工业的废料，主要是从原木剥下的树皮、削片工序的木屑、苛化工序的无机淤泥以及综合废水处理工序的污泥等等。