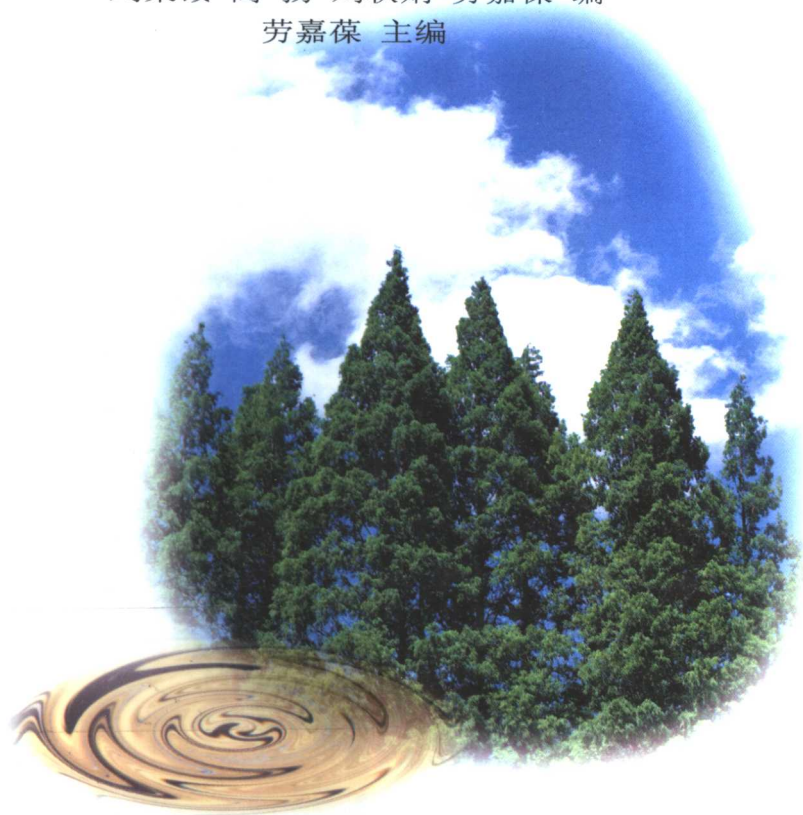


· 高等学校专业教材 ·

造纸工业污染控制 与环境保护

· 刘秉钺 高扬 刘秋娟 劳嘉葆 编 ·
劳嘉葆 主编



 中国轻工业出版社

1010266

高等学校专业教材

造纸工业污染控制与环境保护

刘秉钺 高 扬 刘秋娟 劳嘉葆 编
劳嘉葆 主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

造纸工业污染控制与环境保护/劳嘉葆主编. —北京:
中国轻工业出版社, 2000.1
高等学校专业教材
ISBN 7-5019-2703-0

I. 造… II. 劳… III. ①造纸工业-污染控制-高
等学校-教材②造纸工业-环境保护-高等学校-教材
N. X793

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 51936 号

责任编辑: 林 媛

策划编辑: 林 媛 责任终审: 滕炎福 封面设计: 崔 云

版式设计: 丁 夕 责任校对: 燕 杰 责任监印: 崔 科

*

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

网 址: //www.chlip.com.cn

印 刷: 中国人民警官大学印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2000 年 1 月第 1 版 2000 年 1 月第 1 次印刷

开 本: 850×1168 1/32 印张: 8

字 数: 208 千字 印数: 1—2500

书 号: ISBN 7-5019-2703-0/TS·1650 定价: 22.00 元

· 如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换 ·

前 言

环境保护是我国的一项基本国策，近年来环境保护问题已得到全社会的关注。遵照国务院关于“高等院校工科各专业要开设环境保护课”的指示，大专院校各专业已相继开设了这门课程。1992年由中国轻工业出版社出版的高等学校轻工专业试用教材《造纸工业环境保护概论》，满足了各大专院校制浆造纸工程专业的教学需要。

由于形势发展及我国造纸工业的特点和污染现状，轻工系统教材编审委员会决定修改重编《造纸工业环境保护》教材。根据编审组会议制定的教学大纲，将全书分为：绪论，第一章 生态学和环境保护，第二章 造纸工业的废水处理，第三章 大气的污染与防治，第四章 废渣处理及其利用，第五章 制浆造纸工业的噪声控制。修改后的大纲中，加强了有关“环境工程基础知识”的内容，根据近年来造纸工业的发展在教材中增加了一些相关内容。另外，将“造纸工业的废水、废气、废渣的排放标准”集中列入附录。教材编写中，除了注意贯彻“以防为主、防治结合、综合治理”的原则和国家有关环境保护的政策、法令和条例外，把提高环境意识及加强造纸工业的废水、废气治理作为重点。

课程计划学时暂定40学时，对各章学时分配提出以下参考意见：绪论 2学时，第一章 8学时，第二章 17学时，第三章 7学时，第四章 3学时，第五章 3学时。

由于学时有限，再加上编著者水平有限，教材中有些内容论述不够详细或不够充分，甚至存在某些不当之处，请读者指正。

编者 1999年6月

主 编 劳嘉葆 (西北轻工业学院)
主 审 张 珂 (北京轻工业学院)
参 编 刘秉钺 (大连轻工业学院 编写第二章的第五
和第六节)
高 扬 (华南理工大学 编写第二章的第一、第
二、第三和第四节)
刘秋娟 (天津轻工业学院 编写第三章和第四章)
劳嘉葆 (西北轻工业学院 编写绪论和第一章)

目 录

绪论	(1)
一、环境与健康	(1)
二、环境工程的任务及发展	(4)
三、造纸工业对环境污染的现状	(6)
四、造纸工业污染防治概况及对策	(10)
参考文献	(15)
第一章 生态学与环境工程	(17)
第一节 生态学基本知识	(17)
一、生物圈	(17)
二、生态学	(17)
三、生态系统	(18)
四、生态学与环境保护的关系	(23)
第二节 环境工程内容	(27)
一、环境污染防治工程	(27)
二、环境系统工程	(29)
三、环境污染与防治	(30)
四、环境质量评价工程	(36)
第三节 环境保护	(42)
一、加强宣传教育、提高环境意识	(43)
二、强化环境管理	(46)
三、合理开发、综合利用自然资源、充分回收利用废物资源	(55)
四、加强环境保护科研工作	(60)
参考文献	(62)
第二章 制浆造纸工业废水的处理	(64)
第一节 概述	(64)

一、淡水是宝贵的自然资源	(64)
二、水体污染及其自净能力	(65)
三、水体中主要污染物质的来源及危害	(67)
四、制浆造纸工业废水的常用检测项目	(69)
第二节 废水的来源及其特征	(72)
一、备料工段废水	(73)
二、蒸煮工段废水	(74)
三、洗涤筛选工段废水	(75)
四、漂白工段废水	(76)
五、碱回收车间废水	(78)
六、机械法制浆和化学机械法制浆的废水	(79)
七、造纸车间废水	(80)
第三节 制浆造纸工业废水的厂内处理	(81)
一、废水厂内处理的原则	(81)
二、不同蒸煮方法废液的处理	(81)
三、其它工段废水的处理	(83)
第四节 制浆造纸废水的厂外处理	(90)
一、废水厂外处理的原则	(90)
二、废水处理的方法及其选择	(91)
三、废水厂外处理需要注意的问题	(95)
第五节 废水厂外处理的方法	(96)
一、物理法和化学法	(96)
二、生物法	(116)
三、物理化学法	(142)
第六节 废水处理技术研究的进展	(149)
一、含氯漂白废水处理新技术	(149)
二、超高得率制浆废水处理新技术	(156)
三、亚铵法蒸煮废液的综合利用与农灌	(158)
参考文献	(159)
第三章 制浆造纸工业的大气污染与防治	(161)

第一节 大气污染与防治	(161)
一、大气的结构与组成	(161)
二、大气污染	(163)
三、大气污染物的来源及其危害	(165)
四、影响大气污染的因素	(170)
五、大气污染的综合防治	(171)
第二节 造纸工业的大气污染与防治	(175)
一、硫酸盐法制浆的大气污染与防治	(175)
二、亚硫酸盐法制浆的大气污染及其控制	(188)
三、制浆造纸厂其它废气的污染与防治	(190)
第三节 粉尘治理技术	(192)
一、除尘设备的原理及特性	(192)
二、除尘设备的比较和选择	(203)
参考文献	(204)
第四章 废渣的处理及利用	(206)
第一节 废渣的来源及其危害	(206)
第二节 废渣的一般处理	(208)
一、概述	(208)
二、污泥调理	(210)
三、污泥的浓缩	(210)
四、机械脱水	(211)
五、废渣的干燥	(213)
六、废渣的焚烧	(215)
七、废渣的其它处理方法	(220)
第三节 废渣的综合利用	(221)
一、废渣生产建筑材料	(222)
二、废渣的农业利用	(222)
三、废渣中有用物质的回收利用	(223)
第四节 废渣的最终处置	(225)
一、陆地处置	(225)

二、海洋处置	(226)
参考文献	(226)
第五章 制浆造纸工业的噪声控制	(228)
第一节 概述	(228)
一、噪声的概念与度量	(228)
二、噪声的来源和分类	(232)
三、噪声的危害	(232)
四、噪声的标准	(234)
第二节 制浆造纸工业的噪声控制	(235)
一、噪声控制的基本原理与方法	(235)
二、噪声控制技术	(237)
参考文献	(245)

绪 论

一、环境与健康

世界卫生组织认为：所谓健康，不仅是指没有疾病和没有身心障碍，而且指在体质方面、精神方面以及社会环境方面，也处于完全良好的状态。环境与身体健康有着密切的关系。

什么是环境？我国的《环境保护法》中明确指出：“环境是指：大气、水、土地、矿藏、森林、草原、野生动物、野生植物、水生生物、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区、生活居住区等”。

我们所要研究的环境，是以人类社会为主体的物质环境。人类生活的物质环境可以有两个组成部分：一个是自然环境，一个是社会环境。

1. 自然环境

自然环境，是人类出现之前就存在的，人类目前赖以生存、生活和生产所必须的自然条件和自然资源的总称，即阳光、温度、气候、地磁、空气、水、岩石、土壤、动植物、微生物以及地壳的稳定性等等自然因素的总和。自然环境按人类对其影响和改造的程度，又可分为原生自然环境和次生自然环境。原生自然环境，是指未受人类影响，景观面貌基本未发生变化、按照自然规律发展和演替的区域。次生自然环境，是指受人类发展活动的影响，景观面貌和环境功能发生了某些变化的自然环境。

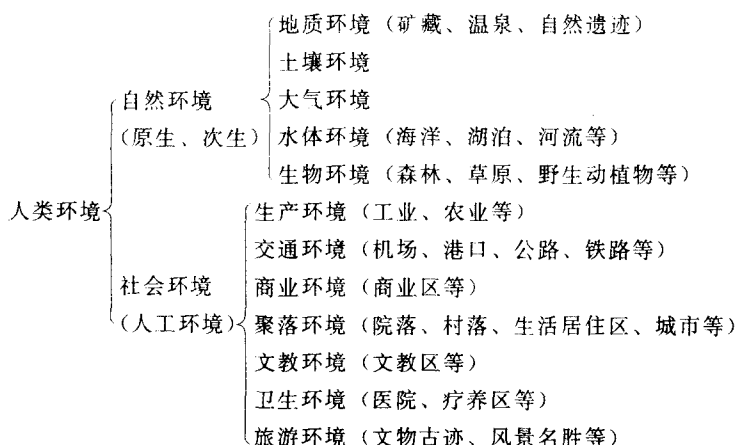
2. 社会环境（人工环境）

社会环境，是指人类在自然环境的基础上，为了不断提高自己的物质和精神生活水平，通过长期有计划、有目的的经济和社会发展，逐步创造和建立起来的一种人工环境。

社会环境是与自然环境相对应的一种概念。社会环境的发展和演替，既受自然规律，又受经济规律和社会规律的支配和制约。社会环境是人类物质文明和精神文明发展的标志，它随着经济的发展，特别是科学技术的发展而不断地变化。

社会环境又称智能环境、技术环境或社会生活环境。我们赖以生存的环境，就是这样由简单到复杂、由低级到高级发展而来的。社会环境的好坏，对人们的工作和生活以及对社会的进步，都有极大的影响。

自然环境和社会环境的具体内容如下所示：



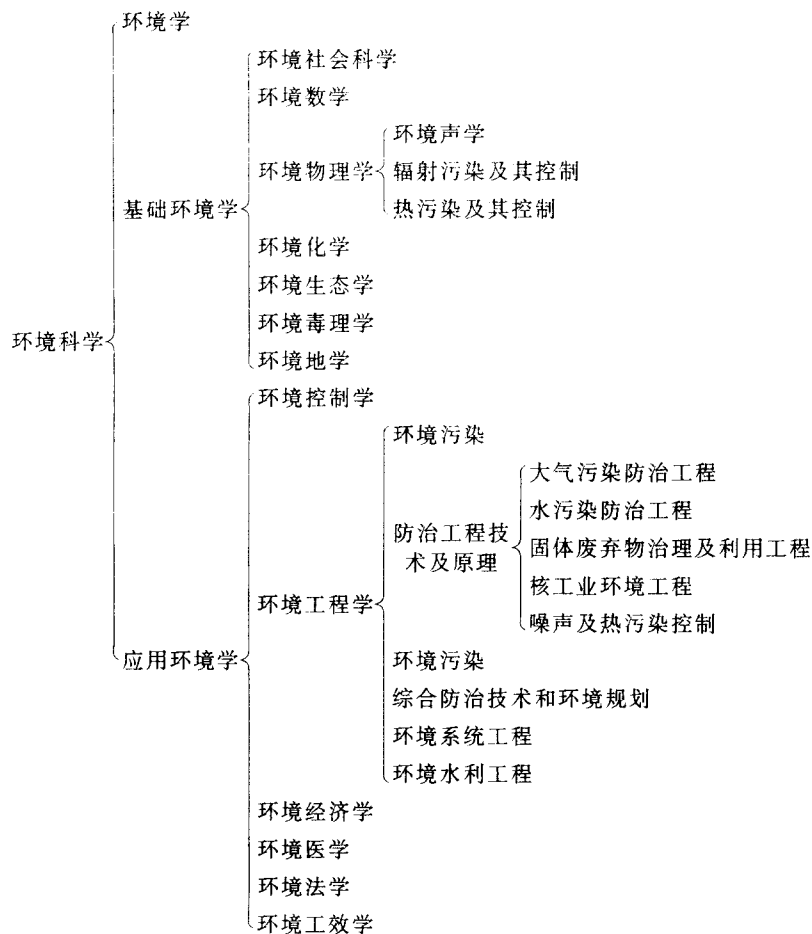
从环境科学的含义讲，环境是指人类赖以生存的物质环境，也就是指围绕人类的自然和社会物质条件或作用于人类的所有外界物质影响和力量的总和。

我们强调“物质环境”，是从环境科学的角度区别于“精神环境”。由于人类的“精神”范畴的反作用，人类的物质环境已经发生而且还在继续发生着变化。动物只能以自己的存在来影响环境或用自己的身体来适应环境，而人类则能够能动地以自己的劳动和智慧来改造环境，使环境能更好地为人类的生存和健康服务，为社会的发展服务。

随着人类对自然利用、改造和认识的程度不断加深，人类所要研

究的环境也就不断发展。这种研究人类生存与健康同物质环境关系的科学，就叫做环境科学。环境工程则是环境科学的一个重要分支，是以工程手段防治污染、保护环境的一种学科和技术。

环境系统本身就是一个多层次相互交错的网络结构系统，每个子系统都可能自成一个环境学科。一般把环境科学分为三大部分，每部分又由许多学科组成，如下所示：



图绪-1 表示了健康与环境的关系。这一关系图表明，环境中物理

性、化学性、生物性的污染物质，进入大气、水体和土壤并超过正常范围时，就会对人类的健康造成危害，这种危害有急性的、慢性的、长期的、短期的、明显的、隐性的等等。

为了保证人类的健康，必须有一个良好的生存空间。因为人的生命和健康，不仅需要环境中的空气、阳光和水，而且需要良好的环境来为人们的生存提供丰富的动植物类食品。如果大气污染、天空暗淡、水质恶化、噪声环绕、臭气四溢、食物有毒、生态破坏、土地荒芜，则人类的生存和健康受到极大的威胁，社会的发展和进步也将失去了必要的基础和条件。因此，良好的环境是人类生存的必不可少的首要条件，是影响人类健康的主要因素。



图绪-1 健康与环境的关系

二、环境工程的任务及发展

近代的环境科学，是 20 世纪中期发展起来的一门新兴科学。它既是边缘科学，又是综合科学。前已述及，用工程手段防治污染、保护环境的环境工程，就是这门新兴科学的一个重要分支。

每个人都要生活和工作在一定的环境中，我们的一切活动都会影响环境，而环境的变化反过来又会以各种形式影响人类的生活和生产。在现代化工业生产出现以前，环境污染对人类的影响并不明显，因此环境污染问题并未受到人们的普遍认识和重视。20 世纪 50 年代以后，世界上人口猛增至 30 多亿，进而自然资源大规模的开发利用及工业生产迅速发展，出现了高度集中的工矿区和城市，生产和生活方面需要的原料、材料和燃料大大增加，排放的废弃物和污染物也急剧增多，使自然环境和社会环境都发生了一系列的变化。而自然环境的破坏性变化和自然资源的不合理开发利用，对人类的生存和发展造成愈来愈严重的影响。

在历史上，工业生产在创造财富的同时，发生过许多灾难性的污染危害，例如：

1) 比利时马斯河谷事件 一些工厂排出的二氧化硫等有害气体和粉尘覆盖在大气中,引起几千人呼吸道发病,大约有 60 人死亡。

2) 美国洛杉矶曾出现烟雾,停滞在市内几天不散,这是废气在阳光作用下反应成光化学烟雾,使多数居民出现眼红、喉痛、咳嗽,严重时死亡。

3) 英国伦敦曾由于高度集中的二氧化硫、粉尘,被浓雾笼罩扩散不开,居民感到胸闷、咳嗽、喉痛、呕吐等,几天后情况更恶化,4 天内死亡达 4000 人。

4) 日本熊本县水俣,因石油化工厂排出含汞废水,通过饮水、食鱼后进入人体,造成居民中枢神经中毒,死亡达数十人。

我国这方面的事例也很多。《中国青年报》1997 年 3 月 27 日以“救救微山湖”为题,报道了造纸厂排放的污水对微山湖大面积的污染,使以养鱼为生的村民所养殖的乌鱼苗死掉 500 多斤,损失达 1 万多元。1997 年 3 月 25 日以“京杭运河苏北段污染严重”为题,报道了全长 461km 的苏北运河上,可饮用的水域只剩下淮安船闸至邵伯湖 120 多 km 长的河段。运河沿岸人民及成千上万的船民被迫饮用被污染的水,身心健康遭到严重损害,90 年代初,肝炎和癌症等重病患者屈指可数,而现在每年已达数十人,其它病患者也呈逐年上升的趋势。另外,苏北运河水在皂河至徐州段特别是邳州运河段,水质已成富营养状态,常年呈很浓的酱黑色。

当然,这类例子还有很多。总之,长期生活在受污染的大气中及常年饮用受污染的水,最终会导致多种疾病乃至更严重的后果。

上述这些影响都迫使人们逐渐认识污染环境的危害性和严重性,从而逐渐采取措施加以防止。

环境工程是一门新兴的综合性边缘科学,在人类社会长期的发展过程中,随着社会生产力的发展,生产方式的演变和工程技术的提高,人类环境问题越来越严重,人类和环境之间的矛盾越来越显著,环境科学正是在这样的发展过程中应运而生的。它经过 20 世纪 60 年代的酝酿,到 70 年代初期便从零星而不系统的环境保护和研究工作汇集成为一门独立的、内容丰富的、领域广泛的新兴科学。尤其最近几年,环

境科学的发展非常迅速,各种自然科学和工程技术都向它渗透,并赋予它新的内容。它的产生可以说是 70 年代初,自然科学、社会科学、技术科学向深度和广度发展的一个重要标志,从而也开创了人们更加重视环境工程的时代。

1978 年,我国召开的全国科学大会上,在制订科学技术发展纲要时,把环境工程正式纳入技术科学体系,列为我国 25 门技术科学之一。

到了 80 年代,我国又设立了环境保护委员会,几十所高等院校都相继开设了各个专业的环境保护课程,有些还设立了环境工程系。近年来,我国许多地方和部门建立了环境保护科研机构,开展环境保护方面的科研工作。

环境科学是研究人类环境质量及其控制的科学。从广义上说,它是对人类生活的自然环境进行综合研究的科学,是研究人类周围空气、土地、水、能源、矿物资源和生物等所有环境因素及其与人类的关系,是研究环境质量和环境保护的科学。从狭义上说,它只研究由人类活动所引起的环境质量的变化以及保护和改进环境质量的科学。

因此,环境科学工程的任务就是抓住人类与环境这一对矛盾的主体,研究其间的对立统一关系,以便能动地改造环境并积极调节其间物质和能量的交换过程,促使环境朝着有利于人类的方向演变。

环境工程的任务可以概括为:①搞好自然资源和能源的保护,消除浪费,控制和减轻污染;②寻求防治环境污染的机理和有效途径,保护和改善环境,保护人民身体健康;③综合利用“三废”,促进工农业生产的发展。

三、造纸工业对环境污染的现状

我国造纸工业所造成的污染,特别是对水的污染是严重的。据全国第二次污染防治工作会议公布的资料,1992 年全国工业废水排放量为 240 亿 t,而造纸工业的废水排放量就达到 30 亿 t,占全国废水总排放量的 1/8,其中造纸工业废水的 COD (Chemical Oxygen Demand 化学需氧量) 排放量占全国工业总排放量的 59.9%。

1988 年曾估算：中国造纸工业所排放的水污染物，以 BOD_5 (Biochemical Oxygen Demand, BOD_5 表示 5 日生化需氧量) 表示，其总量可达 190 万 t。一个日产 100t、有充分化学品回收装置的浆厂，日排放 BOD_5 负荷约 3t 左右，而一个日产 10t、没有任何化学品回收装置的小厂，日排放 BOD_5 负荷的总量也可达 3t，甚至更高。由于年产 1 万 t 以下的小纸厂的产量，高达全国造纸总产量的 57% 以上；除了硫酸盐法（含烧碱法）小纸厂以外，还有大量石灰法、亚硫酸钠法、亚硫酸铵法小浆厂。因此，在 190 万 t BOD_5 总量中，约有 80% 是年产 1 万 t 以下小型纸厂排放的。另据山东省环保部门检测统计，山东省造纸工业废水年排放量为 3.6 亿 t 左右，占全省废水排放总量的 70% 以上，废水中 BOD_5 总量约 70 多万 t，居全省各行业之首。

据 1993 年第二次全国工业污染防治工作会议公布的资料，全国 3000 家限期治理污染的企业中，造纸企业就占 466 家。

碱法稻草草浆废水中的 COD_{Cr} 负荷，1t 风干浆约有 630~680kg， BOD_5 负荷 1t 风干浆约有 300kg，这些负荷量大约相当于国家容许排放量的 10 倍。

至于漂白废水，在用氯进行纸浆漂白的过程中，粗浆经氯化、氧化，产生的有毒物——可吸附的有机卤 (AOX)，对鱼类等水生动物 24h 致死的浓度为百万分之一数量级，而浓度在亿分之一数量级范围内，则有慢性致毒作用。鱼类常因受污染使鱼肉带有异味，不能食用。若采用氯或次氯酸盐漂剂进行纸浆漂白时，1t 漂白硫酸盐木浆约产生 AOX 10~12kg，即使漂白纸浆时是用二氧化氯替代 70% 的氯，每吨漂白硫酸盐木浆产生的 AOX 也高达 5~6kg。

1994 年针对工业污染特别严重的淮河流域，国务院环境保护委员会组织了淮河流域环保执法检查团，进行现场检查与办公。在现场办公会议期间，豫、皖、苏、鲁四省提出拟定的限期治理方案，在 1994、1995 和 1997 年分三期限期治理的 311 家企业中，轻工业占 204 家，为 65.6%，其中造纸企业为 130 家，占 41.8%。尤其是 1994 年限期关停并转的 136 家企业中，造纸企业占 71 家，比例为 52.2%。具体情况见表绪-1。

表绪-1

淮河流域限期治理污染企业

年份	省份	合计	轻 工 行 业								其它行业			
			造纸	制革	电镀	酒精	酿酒	啤酒	柠檬酸	其它	小计	占比率/%	厂数占比率/%	
1994	河南	60	31	5					5	41	68.3	19		
	安徽	9	9							9	100	—		
	江苏	21	6				1		1	8	38.1	13		
	山东	46	25		15				1	41	95.3	5		
	合计	136	71	5	15		1		7	99	72.8	37	27.2	
1995	河南	15	3				1			4	26.7	11		
	安徽	12	2		1					4	33.3	8		
	山东	2			2				1	2	100	—		
	合计	29	5		3		1	1	10	34.5	19	65.5		
	1997	河南	19	11	1		1	1			14	73.7	5	
安徽		42	5			9	3		1	18	42.8	24		
江苏		44	10			7	3	1	2	23	52.3	21		
山东		41	28		1	8	2		1	40	97.6	1		
合计		146	54	1		2	25	8	1	4	95	65.1	51	34.9
总计		311	130	6	15	5	25	9	2	12	204	65.6	107	34.4

据河南省造纸公司资料介绍,河南省人民政府决定于1996年6月30日以前,关停所有年产5000t以下小纸厂的化学制浆共计产量达200多万t,占河南省全省年产量的1/2以上。

淮河为全国八大河流之一,该河流经27.5万km,人口稠密,该地区的人口达1.5亿之多,长期以来,饱受水污染的危害。淮河的污染源主要来自淮河流域的河南、山东、安徽和江苏四省,严重影响当地工业、农业、渔业和生态环境,淮河水质污染恶化很严重。据有关资料报道,到1996年6月30日,沿淮河四省已关停年产5000t以下化学制浆厂共计1863家,其中仅河南省就关停小纸厂计1159家,占河南省造纸厂1707家的68%;山东省关停319家,安徽省关停267家,