

高等学校轻工专业试用教材

造纸工业环境保护概论

林开荣 蒋其昌 刘秉钺 王啟荣 编

蒋其昌 主编

中国轻工业出版社

高等学校轻工专业试用教材

造纸工业环境保护概论

林开荣 蒋其昌 刘秉钺 王啟常 编
蒋其昌 主编

中国轻工业出版社

(京)新登字034号

内 容 提 要

本教材的内容是从环境与环境保护入手,讲述了造纸工业的废水、废气、废渣、废热与噪声等的防治。全书共分六章:第一章环境与环境保护;第二章废水处理;第三章大气污染与控制;第四章废渣处理与利用;第五章噪声的防治;第六章综合利用热能资源,减少浪费与污染。各章除讲述基本理论、基本知识和防治措施外,有的章节还介绍了必要的设计计算和参考数据。

本教材可供各高等学校制浆造纸工程专业本科、专科,以及电大、函大、夜大的教学用书。也可供从事造纸工业的工程技术人员、企业管理人员和中等专业学校教学的参考书。

高等学校轻工专业试用教材

造纸工业环境保护概论

林开荣 蒋其昌 刘秉铨 王啟常 编

蒋其昌 主编

中国轻工业出版社出版

(北京市东长安街6号)

北京市卫顺印刷厂印刷

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: 10¹/₈ 字数: 274 千字

1992年4月 第1版第1次印刷

印数: 1—4,000 定价: 3.55元

ISBN 7-5019-1162-2/TS·0779

前 言

“保护环境、造福人民”是我国建设具有中国特色的社会主义物质文明和精神文明的一项基本国策。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，和轻工业部制浆造纸工程专业教材编审委员会会议的决定，编写了这本《造纸工业环境保护概论》课教材，以满足各大专院校制浆造纸工程专业的教学需要。

我国造纸工业的特点是：原料种类多、工艺类型多、小型企业多、技术装备落后者多、造成环境污染的程度也比国际水平严重得多，所以环境治理的内容比较复杂，任务也非常繁重。根据本课程教材编审组会议制订的大纲规定，全书分为：第一章环境与环境保护；第二章废水处理；第三章大气污染与控制；第四章废渣的处理与利用，第五章噪声的防治；第六章综合利用热能资源，减少浪费与污染共六章。

本教材在编写中注意贯彻“以防为主、防治结合、综合防治”的方针，和国家有关环境保护的政策、法令和条例。并努力做到理论联系实际，在着重讲述基本理论、基本知识和防治措施的同时，有的章节介绍了必要的设计计算和参考数据，供进行课程作业和工作的参考。根据我国造纸工业的现状和大纲规定的教学学时，把提高环境意识及加强废水、废气的治理做为本教材的重点。本课程计划为38~40学时，各章课堂学时分配大致是：第一章4学时；第二章15学时；第三章7学时；第四章2学时；第五章4学时；第六章2~3学时，供各校参考。除课堂教学外，其余学时由各校自行安排必要的实验课。实验课的内容应该是国家规定的重点监测方法和监测项目。

本教材的参编者，都尽可能收集了国内外有关造纸工业环境

保护方面的经验和成就,但由于学时有限,因而有些机理、应用、设计计算和监测技术等方面,论述的不细或不够充分。根据编审组意见,初稿完成后,曾印成讲义请各校试用(已试用四届),并提出许多宝贵意见,此次定稿时做了一些补充或修正。在此向关心、支持本教材工作的同志致谢。

由于我们的水平有限,错误或不当之处在所难免,希望读者给予批评指正,以便再版时修正。

编 者

1990年12月

主 编 蒋其昌(大连轻工业学院)

主 审 张 珂(北京轻工业学院)

参 编 林开荣、王殿常(天津轻工业学院)负责编写一、三、五章。

蒋其昌、刘秉铎(大连轻工业学院)负责编写二、四、六章。

目 录

第一章 环境和环境保护	1
第一节 环境	1
一、环境的演化	1
二、生物圈、生态学及生态系统、生态平衡	4
第二节 环境问题	14
一、人口问题	14
二、生态危机问题	15
三、环境污染问题	16
第三节 环境保护	20
一、加强宣传教育, 提高环境意识	21
二、加强管理	22
三、合理开发、综合利用自然资源, 充分回收利用废物 资源	29
四、环境保护科学研究及环境保护教育	35
参考文献	36
第二章 废水处理	38
第一节 用水与排水	38
一、淡水是宝贵的自然资源	38
二、水体及其自净与污染	39
三、水质标准和造纸用水的关系	43
四、工业废水排放标准	46
五、废水常用的监测项目	48
第二节 废水的来源及其特征	51
一、备料废水	54
二、蒸煮和喷放废水	55

三、洗浆筛选废水	57
四、漂白废水	58
五、蒸发废水	61
六、回收炉与苛化废水	62
七、机械浆与化学机械浆的废水	63
八、造纸废水	64
第三节 废水的厂内治理	65
一、厂内治理的原则方向	65
二、各工段、车间的废水处理	66
三、不同生产工艺的废水排放及处理流程	79
四、搞好厂内治理必须重视的问题	92
第四节 废水的厂外治理	94
一、概述	94
二、厂外治理的废水特性及处理要求	95
三、废水处理的方法 and 选择	98
四、进行厂外治理需要注意的问题	101
第五节 物理法和化学法	102
一、物理法	102
二、化学法	128
第六节 生物处理法	131
一、生物处理法的基本原理	131
二、活性污泥法	142
三、生物膜法	153
四、氧化塘法	164
五、二级处理法的比较	166
六、污泥的处理与利用	168
第七节 物理化学法	168
一、吸附法	168
二、离子交换法	174
三、电渗析法	175
四、反渗透法	178

五、超滤法·····	180
参考文献·····	181
第三章 大气污染与防治 ·····	183
第一节 大气及大气污染的预防·····	183
一、大气圈及大气污染·····	183
二、大气污染的防治·····	197
第二节 造纸工业的大气污染与控制·····	198
一、造纸工业的大气污染·····	200
二、气体污染物质的控制·····	209
第三节 粉尘的控制·····	226
一、概述·····	226
二、除尘装置的原理及特性·····	228
三、除尘装置的选择原则·····	248
参考文献·····	250
第四章 废渣的处理与利用 ·····	252
一、废渣的来源及危害·····	252
二、废渣的处理·····	254
三、废渣的综合利用·····	268
四、废渣的最终处理·····	272
参考文献·····	273
第五章 噪声控制 ·····	275
第一节 噪声的基本知识·····	275
一、声波传播的特性和声音的量度·····	275
二、噪声源·····	283
三、噪声的危害·····	284
四、噪声的评价和噪声标准·····	285
第二节 噪声控制·····	289
一、噪声控制的原理和基本方法·····	289
二、吸声处理·····	293
三、隔声·····	299
四、振动的隔离与减振阻尼·····	303

五、消声器·····	310
参考文献·····	321
第六章 综合利用热能资源，减少浪费与污染·····	322
一、能源现状·····	322
二、热污染·····	323
三、能量的可用性·····	324
四、造纸工业热能回收及利用的措施·····	326
参考文献·····	332
附录 中华人民共和国国家标准污水综合排放标准·····	333

第一章 环境和环境保护

第一节 环 境

环境是指与中心事物有关的周围事物。环境科学研究的环境，是以人类为中心，所有作用于人类的影响和力量的总和。它包括自然环境和社会环境。自然环境是直接或间接影响人类生活、生产和发展的各种自然因素的总称；社会环境是人类在自然环境的基础上，通过长期有意识的社会劳动所创造的人工环境，它是人类物质文明和精神文明发展的标志，并随人类社会的发展而不断丰富和演变。我国的环境保护法规定：大气、水、土地、矿藏、草原、森林、野生动物、野生植物、水生生物、名胜古迹、风景名胜游览区、温泉、疗养区、自然保护区、生活居住区等都称之为环境。它包括了原生环境、次生环境、人工环境。环境是人类生存的物质基础，是人类赖以发展的宝贵资源。

一、环境的演化

恩格斯在《自然辩证法》中指出：“人类生存的条件，并不是当他刚从狭义的动物中分化出来的时候就具有的，这些条件只是以后的历史发展才造成的”。所以，现在的环境是一个历史的、自然的、人工的综合体，有其发生、演化、形成的过程。其演化过程分三个阶段。

（一）无生命还原阶段

地球原先是一个冷的分散的气体 and 尘埃的星云，经过积聚和凝结而形成坚硬的块体。由于引力的吸引，在大小不等的微粒不断投入的情况下，增大成为行星。地球的年龄约为 46 亿年，在

地球形成一个固态物时，由镁的硅酸盐、铁以及铀、钾、钍等元素的同位素组成的矿物，均匀地混合在这个原始的固体物里，同位素产生的放射性热，使地球内部温度逐步升高，使原始混合物达到熔点，熔融物由于密度低，逐步上升、冷却、凝固，重复的熔化、冷凝，密度较大的铁沉积到地球的中心，形成地核，密度较小的硅酸盐化合物分离出来形成地幔及地壳，相对于地幔的液态地核的缓慢转动，产生了地球磁场，所形成的磁圈捕获太阳风带来的或宇宙辐射的高能粒子，因此，地球磁场保护着地球表面的生物。

地球内部放射性元素进行裂变和衰变释放出的能量大量聚集和迸发，以及陨星对地球的撞击，都会导致火山的强烈活动，使被禁锢在地壳内部的挥发性物质不断喷发出来，形成一个主要以水汽、一氧化碳、硫化氢、甲烷、氮、氢等组成的大气圈、水汽冷凝后降落到地表汇集于低洼处，形成水圈。此时的大气没有氧气，更没有臭氧层，太阳的高能紫外线，能无阻碍的直射地面，在高能紫外线辐射下，还原性大气中一些气体成分合成有机物，成为生命发生的基本材料，这些合成的非生命有机分子，逐渐聚集到原始海洋，经过漫长的转化过程，逐步形成生命的前驱，最后演化为原始生命体，它们可能是化能营养生物，并生活在海洋深度的10m以下，免遭高能紫外线的伤害，其年代约在34亿年前。原始海洋供应的养料有限，因而在生命体出现后的某一时期产生了原光合细菌，它能利用光合作用合成有机物，在光合作用时能利用硫化氢，释放出游离态硫及其它硫化物，光合细菌经过长期演化为蓝绿藻，距今约有27亿年，蓝绿藻具有利用水释放氧的化合机制，绿色植物在光合作用时放出游离氧，逐步改变了大气的成分，标志着地球环境演化史上迈出了重大的一步。

(二) 生物——环境辩证发展阶段

随着大气中氧浓度加大，在大气圈中形成臭氧层，加强了对原始生物的保护，生物得以在水表面活动，进而由水面发展到陆

地，距今约 4.2 亿年，陆地具有多样的生态环境，促使生物的分化和变异，生物间的相互依存，相互竞争，推动了生物的进化。

陆上植物的出现、繁殖、死亡及地表岩石的风化作用，产生了土壤层并使养分在地面富集，从而保证了生物圈的发展繁荣。

在海洋里藻类提供了丰富的氧气，海洋中可氧化的物质很少，动物就从逐步失去光合能力的藻类中演化出来。由原生动物逐步进化为后生动物，然后进化为真正的动物。

生物的繁殖、发展形成了生物圈。由于植物的放氧使还原性的大气演化为以氮、氧为主的氧化性大气；也使以氯化物为主的酸性还原性的水圈，逐渐演化为以氯化物及碳酸盐为主的中性氧化性的水圈。

生物的生长、繁衍、进化、发展，影响了环境的变化，形成了氧化性的大气圈、中性氧化性的水圈、生物圈、土壤圈，为人类的诞生和发展创造了必要的条件，大约在 300 万年前，出现了最早能使用和创造极其简单工具的原始人类。环境演化，从此进入了最重要的新阶段。

太阳辐射变动引起的气候变化、地壳运动产生的火山爆发、造山、造陆以及大陆漂移，改变了地球环境的布局，使许多生物灭绝，幸存的生物在新的环境下突变为新种，经过自然选择和变异，逐渐向高级生物进化，而带有地域特征。

（三）人类-环境辩证发展阶段

当人类处于原始状态时，只是自然食物的采集者和捕食者，基本上是被动的适应环境，仅以其本能的生活活动及新陈代谢影响环境，由于人类数量少，对环境影响不大。随着人类社会的进步和人口数量的增长，出现了畜牧业、种植业，人类从大自然获得了一定的自主权，这时虽然出现过度放牧、乱伐森林、战争等破坏环境的行为，但其影响的范围较小，大自然基本上承受了，接着工业革命的发生和科学技术的迅速发展，使人类掌握了改变生态环境的巨大能力，虽然创造了许多前所未有的物质文明，但

同时又荒谬的认为：人是地球的主人，可以为所欲为，使地球资源遭到严重破坏，生态环境受到严重污染，导致世界性的生态危机。从伟大的恩格斯到当今的有识之士，一再警告大自然的负载能力是有限的，否则要受到惩罚和报复，但是并没有唤起人们的觉悟，直到1972年联合国举行了第一次人类环境会议，发出了“人类只有一个地球”的呼唤及全球性生态危机的逼近，人类不得不考虑是继续为所欲为，使生机勃勃的大自然变成不毛之地，向无机世界回归？还是与大自然相互依存协调发展！只能是后者。即自觉的按生态平衡的规律，用现代化的科学技术能动的调节生态系统的薄弱要素，加速、加大系统的物质流、能量流、信息流，改善旧的平衡，建立新的更高层次的平衡，既能改善环境质量，有利于人类社会的发展，又能提供丰富的自然资源，促进经济发展，当然要在世界范围内形成人类——环境辩证发展的良性循环，现在还只能是理想，但是认识的飞跃已进入了一个新的阶段。

二、生物圈、生态学及生态系统、生态平衡

（一）生物圈

生物圈（Biosphere）是指有正常生命存在的地球部分。包括岩石圈的表层，土圈、水圈及大气圈的下层，它们同太阳一起构成地表的无机环境，在这个环境内，广泛地分布着各种生物种群，这些生物和它们所生存的环境总体叫生物圈。

（二）生态学及生态系统

生态学（Ecology）过去只是生物学的一个分支，现在它吸收了各门自然科学的知识，成为一门综合性的学科，它从宏观方面以及不同层次研究生物及其生存环境之间的相互影响。环境科学的主要研究对象是群落生态学及人类生态学，是指导人类保持和发展生态平衡的科学基础。

生态系统（Ecosystem）的概念是坦斯列 Tansley 在30年代提出的，生态系统是生物与其生存环境的综合体，其定义可概括

为：自然界一定空间的生物与其生存的环境之间，相互作用，相互制约，相互影响，不断演化达到动态平衡，这种相对稳定的统一整体，是具有一定结构和功能的自然界的基本单位。

生态系统按类型分为：水生生态系统及陆生生态系统。水生生态系统有湖泊生态系统、沼泽生态系统、海洋生态系统……；陆生生态系统有草原生态系统、森林生态系统、荒漠生态系统、农田生态系统……。按由来分为自然生态系统、半人工生态系统、人工生态系统。生态系统的大小不一，小如一条小沟、池塘、山头，大如大江、海洋、草原、原始森林以至包罗万象的生物圈。生态系统尽管大小不一，多种多样，但是，它们都有以下共同的特征：

1. 生态系统的组成

一个完整的生态系统，由四个要素组成：初级生产者、消费者、分解者、无机环境。图 1-1 是一个生态系统的一般图式。

(1) 生产者：指绿色植物以及某些能进行光合作用的和化能合成的细菌。它们通过光合作用，把从周围环境中摄取的简单无机物：二氧化碳、水、无机盐，合成复杂的有机物；把太阳能转化成化学能贮存在有机物中。

(2) 消费者：指所有的动物及人类，是异养有机体，它们依靠植物制造的有机物为食。只以植物为食的，叫食草动物或初级消费者；以食草动物为食的，叫食肉动物又叫次级消费者；植物、动物都食的，叫杂食动物。

(3) 分解者：指细菌、真菌等微生物，它们以死有机物为营养，把植物的枯枝落叶及动物的尸体复杂的有机物分解为简单的无机物，如二氧化碳、水、无机盐，释放回环境，供初级生产者再用。

(4) 无机环境：指太阳能、大气、水、土壤等。

2. 生态系统的多级结构和种类

生态系统中，生物与生物之间的物质交换、能量流动，是沿

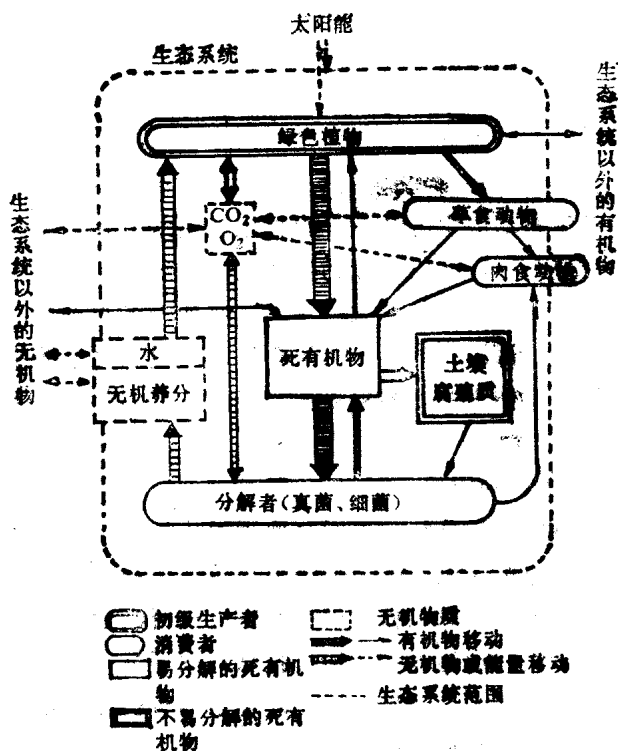


图 1-1 一个生态系统的总图式

着生物之间的摄食关系形成的食物链及食物网进行的。自然界中，生物种类繁多，据统计：动物有 200 多万种；植物有 30 多万种；微生物有 10 多万种。而且物种中单食性的少，杂食性的多，所以食物链的种类、长短都不相同，而且常常食物链之间交叉形成食物网。食物链分为四类，即捕食性食物链、腐生性食物链、寄生性食物链、碎食性食物链。

由于食物链具有多级结构，当某些物质，如氯代烃及重金属离子被有机体摄入后，不能被代谢或排出体外时，就会有生物体内累积，而且还会沿食物链逐级放大，如图 1-2 是四级食物链，可以把排入水中浓度只有 0.000003ppm 的 DDT，放大到 20ppm，

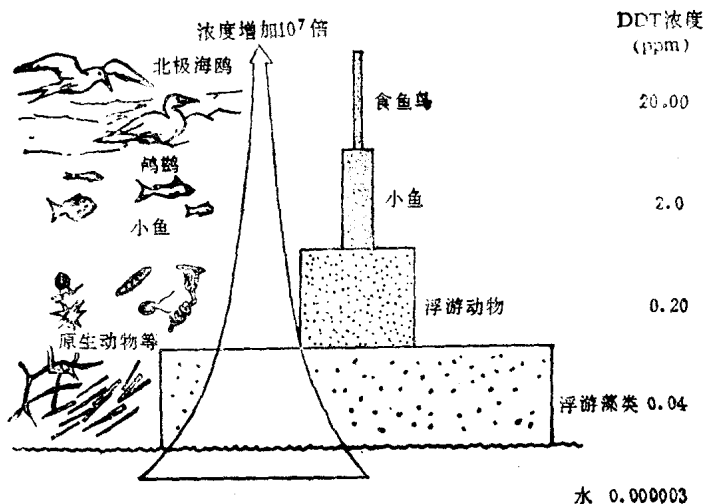


图 1-2 生物累积

提高了 700 万倍，使一些排放浓度很低的污染物变成浓度很高的污染物，食物链越长，营养级数越高，生物放大的倍数越高，危害越大。日本水俣病的病因，就是由于食了累积了汞的鱼所致。因此，在长期排放低浓难被生物分解的有毒污染物的水域和地区，所生产的食品，应经常监测、污染超标的不准销售。

(1) 生态系统是开放的能量流动系统 地球上生物所需要的能量，基本上都来自太阳能，地热的原子能的利用是极少部分。太阳能通过大气层时，由于散射、漫射、反射、吸收等损失，能到达地球表面的量，平均只有 50% 左右，晴朗天气可达 80%，多云天气则很低。在整个生物圈内，光合作用对太阳的利用率平均只有 0.2~0.5%，在自然条件下，不超过 3%，集约经营的农业高产用，可达 6~8%，全世界每年通过光合作用生产的干有机物总量约有 1500~2000 亿吨。

生态系统中，能量的转换，服从于热力学第一定律及第二定律，能量是守恒的，可以转化，其总量不会增加，也不会减少；

能量从集中到分散，从能量高到能量低的方向转化，在转化过程中，总有一部分损失，但总量不变。生态系统中，沿食物链的能量流动如图1-3。

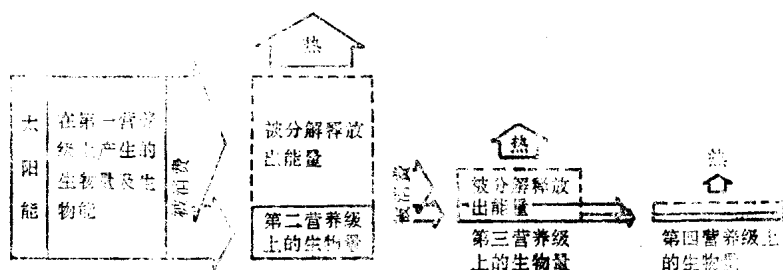


图 1-3 捕食性食物链能量流

图中表示捕食性食物链能量流，能量通过光合作用不断输入，又通过呼吸作用及分解作用转化成热能不断输出放入大气。除上述两种转化方式外，被固定的能量还可贮存在粮食、木材等有机物中及化石燃料之中。

在食物链中，由一个营养级转化到下一个营养级，总有一些物质及能量损失，因此每一级都要受前一级总生产量及总能量的限制。一个营养级同化的能量与前一营养级可利用能量的比率，叫生态效能或称同化效能，生态效能一般只有10%左右。据研究绿色植物到食草动的同化效能，大约为5~30%，平均为10%；从草食动物到食肉动物的同化效能，一般为15%，所以沿食物链延伸各级的生物量及能量逐级减少。如将各营养级的能量流，由低到高按比例划成图为一金字塔形，故称能量金字塔。

(2) 生态系统是封闭的物质循环系统 自然界的物质都是由化学元素组成的，有机体由几十种元素组成，按各种元素在有机体中含量比率的多少可分为三类：第一类是主导元素包括碳、氢、氧，又以碳水化合物占主导地位，如纤维素、半纤维素、淀粉等；