

环境工程概论

陈汝龙 编译



上海科学技术出版社

环境工程概论

陈汝龙 编译

上海科学技术出版社

内 容 简 介

本书是一本概述环境工程各个领域基本知识与技术措施的基础读物。根据新近发表的国内外资料结合国内具体情况编译而成。综述了大气污染、水质污浊、废物、放射性污染、土壤污染、噪声、振动等公害的基本知识,污染源、性状及其影响,物质污染和感觉污染的异同和基本技术措施;此外,还扼要论述了测量方法和分析技术。

本书适应面较广,实用性强。主要读者对象是环境保护系统的工程技术人员;对工矿企业、农牧渔系统、医疗卫生、城市管理、研究机关等有关部门的领导干部、科研人员以及大专院校有关专业的师生,均有一定参考价值。

封面设计 卜允台

环 境 工 程 概 论

陈汝龙 编译

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 江苏泗阳印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 12.5 字数 273,000

1986年 11月第 1版 1986年 11月第 1次印刷

印数: 1—4,400

统一书号: 15119·2521 定价: 2.30 元

前 言

科学技术的飞速发展，为扩大物质生产的范围与规模创造了条件，为满足社会的物质需要和精神需要开辟了广泛的可能性，使人们有可能综合地利用自然资源，对自然环境产生更大的影响；提出了合理利用自然资源，制订保护和改善自然环境的措施的任务。同时，为了实现“力争全国环境污染基本得到解决，自然生态基本恢复良性循环，城乡生产和生活环境清洁、优美、安静，全国环境状况基本上能够同国民经济的发展和人民物质文化生活的提高相适应”这一到本世纪末的环境保护奋斗目标，研究各种有关环境保护的科学技术并付诸实施的环境工程具有极为重要的意义。

本书是研究环境污染及防止措施的基础读物，视野广阔，深入浅出，实用性强。

本书内容全面，分类具体。其特点是：(1) 汇集了大多数环境污染问题及其防止措施的基础事项，即使对于初学者也能充分理解；(2) 各项均由概述、术语定义、测量技术和处理技术等构成，使读者能有一个具体的理解，便于掌握；(3) 理论部分简明扼要，密切结合应用技术。

本书除第五章外，基本上按福田基一等所著《环境工学概论》编译，同时在适当的地方编入了其他各方面资料，在正文中没有一一注明出处。书后附有部分参考资料以便查阅。

在本书编写过程中，季明善同志和其他许多有关专业的

同志审阅了本书主要章节，提出了重要修改意见。还有许多同志，为本书的出版做了大量工作，提高了本书的质量。在此，谨向上述同志表示感谢。由于本书涉及的范围较广，必然还有不少错误、缺点和不完善之处，希望读者随时给予指正。

编者

1986.3.10

目 录

第一章 绪论	1
1.1 概述	1
1.2 工业和环境	1
1.3 环境和公害	2
1.4 公害的种类	2
1.5 我国环保事业的成就和规章制度	4
1.6 环境科学	9
1.7 环境影响	10
1.8 环境工程	13
第二章 大气污染	14
2.1 概述	14
2.2 污染大气的有害物质	15
2.2.1 概述	15
2.2.2 大气污染物质的扩散	16
2.2.3 大气污染的有害物质的产生、性状和测量方法	24
2.2.4 大气污染有害物质的处理技术	30
2.3 恶臭	56
2.3.1 概述	56
2.3.2 恶臭物质的性状、发生源和测量方法	56
2.3.3 恶臭防治技术	60
2.4 煤尘和粉尘	63
2.4.1 概述	63

2.4.2	煤尘和粉尘的性状	64
2.4.3	煤尘处理技术	78
2.5	习题	117
第三章	水质污浊	118
3.1	概述	118
3.2	污水	119
3.2.1	概述	119
3.2.2	水质污浊项目及其意义	121
3.2.3	污染源	123
3.2.4	水质污浊的结构	128
3.2.5	防止水质污浊的措施	134
3.2.6	污水处理系统	137
3.2.7	生活污水的处理	141
3.2.8	工业废水的处理	156
3.3	水质有害物质	165
3.3.1	概述	165
3.3.2	水质有害物质的来源	166
3.3.3	水质有害物质的性状	168
3.3.4	水质有害物质的测量方法	177
3.3.5	水质有害物质的处理技术	193
3.4	习题	208
第四章	废物	211
4.1	概述	211
4.2	废物的性状	214
4.2.1	一般废物的性状	214
4.2.2	工业废物的性状和处理概要	216
4.2.3	废物的性状测定	218

4.3 废物的处理和处置系统	219
4.3.1 一般废物的处理和处置	219
4.3.2 工业废物的处理和处置	226
4.4 废物的减量化、回收和复用	229
4.4.1 概述	229
4.4.2 一般废物的回收复用	231
4.4.3 工业废物的回收和利用	232
4.5 习题	232
第五章 放射性污染	234
5.1 概述	234
5.2 电离辐射的伤害	235
5.2.1 由急性(大剂量)辐射引起的伤害	236
5.2.2 后发伤害	238
5.3 容许剂量	242
5.3.1 危险的概念	242
5.3.2 个人辐照	243
5.3.3 团体辐照	245
5.3.4 电离辐射的实际状况	245
5.4 环境污染的来源	247
5.4.1 自然本底辐射线	247
5.4.2 核试验	247
5.4.3 原子能和平利用	248
5.5 放射性三废的处理和处置	253
5.5.1 放射性废物的来源、分类和处理方法	254
5.5.2 放射性废水的蒸发法处理	257
5.5.3 凝聚沉淀法	263
5.5.4 离子交换法及其他处理方法	271

5.5.5	放射性废水的贮存、排放和复用	282
5.5.6	放射性废气的处理	287
5.5.7	放射性浓缩液的固化和固体废物的处理	290
5.6	环境污染的管制与前景	311
5.6.1	环境污染的评价方法	311
5.6.2	环境监测	313
5.6.3	环境污染的前景	315
5.7	习题	316
第六章 土壤污染		317
6.1	概述	317
6.2	土壤污染事件	319
6.2.1	几起污染事件	319
6.2.2	乡镇工业对环境的污染应引起重视	320
6.2.3	镉和铜污染地区的指标	320
6.2.4	砷污染	321
6.2.5	其他污染	321
6.3	防治土壤污染的措施	322
6.3.1	防止土壤污染的方法	322
6.3.2	治理污染土壤的方法	323
6.4	习题	324
第七章 噪声		325
7.1	概述	325
7.1.1	噪声公害的特征	325
7.1.2	日常噪声的大小	325
7.1.3	噪声的影响和容许值	326
7.2	声音的高低、强弱和大小	327
7.2.1	音调的高低	327

7.2.2	声音的强弱	328
7.2.3	声音的大小	330
7.2.4	感觉噪声级	331
7.2.5	等价噪声级	333
7.2.6	其他	334
7.3	声音的发生和传播	335
7.3.1	功率级	335
7.3.2	点声源距离衰减	335
7.3.3	线声源距离衰减	336
7.3.4	面声源距离衰减	336
7.3.5	立体声源距离衰减	337
7.4	噪声测量	337
7.4.1	噪声级的测量和记录	337
7.4.2	频谱分析	339
7.4.3	与测量有关的简单计算	340
7.5	噪声防止技术	342
7.5.1	噪声防止计划	342
7.5.2	降噪措施的目标值	342
7.5.3	对声源采取的措施	344
7.5.4	消声器	345
7.5.5	隔音措施	349
7.5.6	围墙和隔壁的降噪作用	352
7.5.7	吸音措施	353
7.6	习题	355
第八章 振动公害		356
8.1	概述	356
8.1.1	振动公害的特征	356

8.1.2	振动与感觉	356
8.1.3	振动度	358
8.1.4	振动的影响	359
8.1.5	振动的容许值	360
8.2	振动源和传播	361
8.2.1	主要振动源	361
8.2.2	振动的传播	363
8.2.3	振动随距离的衰减	363
8.3	振动的测定	364
8.3.1	振动度计	364
8.3.2	振动度的测量	365
8.3.3	频谱分析	366
8.4	振动的基础理论	368
8.4.1	无阻尼振动	368
8.4.2	阻尼振动	369
8.5	防振技术	373
8.5.1	防振计划	373
8.5.2	防振措施	373
8.5.3	弹性支承	375
8.5.4	动态吸振器	378
8.6	习题	379
	本书使用单位换算表	381
	习题答案	382
	参考资料	383

第一章 绪 论

1.1 概述

人们都希望能过舒适、愉快、丰富多彩的物质文化生活,因此,就有多种多样的职业,就有活跃的经济活动和新领域的开拓。

另一方面,人们为了保护自然环境,希望不要由于开拓新的领域而破坏了自然。什么地方自然平衡遭到破坏,人们就会感到不安,生怕使环境失去原来的完美性,污染大气和水域,影响人们生活,损害人体健康。所以,开拓的新领域与环境之间的平衡是一个很重要的问题。

回顾开发与工业化同时并进的二十世纪前半世纪,更使我们认识到现在是应该好好考虑环境问题的时候了。保护适宜的生活环境和保护健康是人类的基本权利,有关部门必须十分注意。

1.2 工业和环境

工业是人们直接或间接生产生活必需品的场所。一方面它提高了人们的生活,另一方面也带来污染环境、损害人体健康和造成灾害的可能性。

如果能很好地利用现有的技术和工程科学,这些问题多数是可以解决的。

生产技术和环境保护技术并不是对立的,都是按人类的

愿望发展起来的，对提高人类的生活水平具有同等重要的意义。我们必须既是创造财富的人，同时还必须是讲道德的人。

作为工业部门的工作人员，最感到愉快的莫过于自己的工作能给社会和大多数人带来幸福。对于企业来说也是这样。

所以，工业具有两方面的任务，在预计生产会对人类健康和环境带来不利影响的情况下，必须认识到努力排除这种不利影响与生产活动本身具有同等重要的意义。

1.3 环境和公害

环境包括自然环境和社会环境，但一般仅指自然环境，多数用在保护自然环境这个意义上。在中华人民共和国环境保护法第三条中指明：“环境是：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”。这就规定得相当具体了。

与此相对应，公害这个术语是在近几十年来出现的，最近用得越来越多。其含义是指随着生产活动和其他人为活动而产生的在相当大的范围内造成的大气污染、水质污浊、土壤污染、放射性污染、噪声、振动、地基下沉和恶臭等对人体健康和生活环境所造成的危害。中华人民共和国环境保护法第十六条规定，要积极防治工矿企业的和城市生活的废气、废水、废渣、粉尘、垃圾、放射性物质等有害物质和噪声、振动、恶臭等对环境的污染和危害。

也就是说，公害问题的主要对象是人类生活环境。

1.4 公害的种类

公害在性质上大体可分为三类：(1)物质公害；(2)感觉公

害；(3)其他公害。

大气污染和水质污浊是由于在大气、河流、湖泊和海洋中混入了污染物质或污浊物质，由此危及人体健康，成为使生活环境受到损害的公害。危害的程度是随混入物量的多少而不同。要消除危害，必须设法除去这些污染物质或污浊物质。这样的公害叫物质公害，一般危害面容易扩大，它对各人的危害差别很小。此外，在不少情况下，处理后的废物也是一个问题。

噪声和振动等不是由物质引起的，是由刺激引起的感觉公害。所以它们对各人的危害程度是很不相同的，易于受到主观上、心理上和利害关系等的影响。同时，它还具有习惯后刺激会逐渐缓和的特性，这是人们逐渐适应了这种环境的缘故。此外，刺激即使增加到100倍，以致增加到1000倍，在感觉刺激上也只增加2倍到3倍。所以噪声和振动量用对数量(dB)表示。由噪声和振动引起的公害一般是小范围内的公害，但来自群众的意见相当多。此外，这类公害设法消除后并不留下废物。

产生公害的原因大体上可分为三类：(1)随生产活动而产生的公害；(2)随产品的使用而产生的公害；(3)其他公害。

随生产活动而产生的公害之一是大气污染，除了含有烟尘和硫的氧化物(SO_2)以外，还有氮的氧化物(NO_x)、铅及其化合物、氟、氟化氢和氟化硅、镉及其化合物、氯和氯化氢等有害物质。由燃烧产生的和从烟囱排出的叫烟尘；把物质破碎筛选，随着机械处理与堆积而产生和飞扬的物质叫粉尘，两者有所区别。

在水质污浊中，有混入有害物质的污染和以SS(浮游物质量)、COD(化学需氧量)、BOD(生物化学需氧量)、pH(酸

碱度、氢离子浓度负对数值)等测定的污浊。随生产活动所产生的公害是多种多样的,有恶臭、噪声、地层下降、废物、放射性污染等。

象合成洗涤剂,或含有铅等物质的汽车燃料,含有PCB(聚氯联苯)的碳转印纸那样的商品、药品、食品物质也常常会造成公害。

此外,有些现象还没有相应的管理制度,如妨碍日照权,食品公害,电波公害等,在常识上也越来越受到人们的注意。努力防止这类公害,也应作为环境保护课题深入研究。

1.5 我国环保事业的成就和规章制度

早在纪元前的“荀子”和秦律“田律”中,我们的祖先已认识到环境保护的重要性,在理论上进行了探讨,认识到环境保护与生产和生活有着密切的关系。并制订了有关法律。

二千多年来,在文化宝库中,我们的祖先给我们留下了丰富的环境保护知识。如唐律的“非时烧田野”,明律的“刑律·贼盗”,清律的“工律”,等等,都为当时社会作出了积极的贡献,对我们现在的环境保护研究工作也有重要参考价值。

新中国成立以来,我国的建设事业有了飞跃的发展,环境保护事业也取得了显著进展,到1983年底,环境污染已得到一定程度的治理,环境状况有所改善,并初步形成了一套环境管理体系^[1]。

(1) 治理工业污染取得较大成绩 近年来,大多数过去污染严重的老企业,特别是大、中型企业,不同程度地采取了治理措施,减轻了对周围环境的污染。1979年,国家下达的167个重点污染源限期治理项目,到目前已完成80%以上。据统计,1981年和1982年共安排治理项目五万五千多个,其

中 67% 已竣工投入使用。我国的环境保护工业正在兴起, 1984 年初, 已有从事环境保护设备设计、科研、生产单位一千多个, 年生产能力 34 万 2 千台件。

✓ (2) 重点城市的环境状况有一定改善 1979 年以来, 国家先后确定北京、天津、上海、杭州、苏州、桂林等 21 个城市为环境保护重点城市。这些城市都相继制订环境保护规划, 结合城市改造与建设, 对一些不合理的布局进行调整, 建设了一批环境工程设施, 并普遍开展了锅炉、窑炉的改造工作和城市绿化工作。北京市的通惠河、莲花河等 7 条河流, 过去污染严重, 经过治理, 河水中酚、氰、铬、砷、氯等有毒物质的含量, 1983 年比 1974 年分别减少 45~88%。上海市大气降尘量 1979 年为每月 48 t/km², 1982 年下降到 28 t。

✓ (3) 生态环境保护初见成效 到 1983 年底, 全国已营造“三北”防护林带总面积达 3920 万亩, 成为防止沙漠侵蚀的有力屏障。同时, 各地开展了大规模的水土保持工作。其中黄河流域治理了七万多 km², 占水土流失面积的 70%。渤、黄海水域完成了 186 个重点治理项目, 基本消除了大面积的石油污染和重金属污染, 辽东湾、渤海湾、莱州湾和胶州湾的水质明显好转。全国还建立了各种自然保护区一百余处。

✓ (4) 环境管理体系初步形成 到 1983 年底止, 从中央到省、地、市以及部分县, 层层建立了环境保护机构。据 1982 年底统计, 这支环保队伍已有 26771 人。环境保护的计划管理也有所加强, “六五”计划中, 环境保护被列为经济社会发展的十项基本任务之一。1980 年, 国家计委、经委、建委和国务院环境保护领导小组颁布了“基本建设项目环境保护管理办法”。1982 年, 国务院还颁布了“征收排污费暂行办法”。

✓ (5) 环境保护法不断完善 全国人大继颁布“中华人民

共和国环境保护法(试行)”之后,1982年又颁布了“中华人民共和国海洋环境保护法”。“中华人民共和国森林法(试行)”和1985年颁布的“草原法”,以及正在草拟的“水资源法”、“矿产资源法”、“城市规划法”和“土地法”,都对环境保护和生态平衡作出了法律规定。“水污染防治法”、“大气污染防治法”、“城市噪声控制法”、“自然保护区条例”、“野生动植物保护条例”等也在草拟之中。国家还颁布了大气、水、噪声环境质量标准和一些污染物排放标准。五届人大五次会议通过的新宪法中又明确规定:“国家保护和改善生活环境和生态环境,防治污染和其他公害”。

到1983年底止,各级政府组织所颁布的环境保护法规如表1-1所示。

(6) 环境科研、环境教育事业有所加强 到1983年底,环境保护系统已建立省(市、区)、地(市)两级研究所69个,中国科学院、中国社会科学院和大专院校共建环境科学研究所、室78个,中央各部已建环境科学研究所、室、组79个,从事科研的专业人员约7200人,初步形成了一支能开展多学科综合研究工作的基本队伍;并已有23个院校设立环境工程系或环境保护专业,培养出大批大学生、研究生充实到各级环保战线。在大学的其他专业和中小学课程中,也都开始增加环境保护的教学内容,普及环境科学的基本知识。

(7) 环境监测工作发展迅速 各级政府的环境保护部门已建立六百五十多个环境监测站,初步形成了以大城市为中心的大气监测网络和以水系、海域为中心的水质监测网络,并开展了污染源调查,建立了污染源档案,为掌握全国环境质量状况,加强环境管理和科学研究提供了依据。

随着我国“四化”建设的迅速发展,环境保护工作更显得