



环境工程学

HUANJIING GONGCHENG XUE

主 编 高大文 梁 红



7 东北林业大学出版社

环境工程学

主 编 高大文 梁 红

东北林业大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

环境工程学/高大文, 梁红主编. —哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2004.4

ISBN 7-81076-537-X

I. 环... II. ①高... ②梁... III. 环境工程学 IV. X5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 032037 号

责任编辑: 崔兆玉 朱成秋
封面设计: 彭 宇

NEFUP

环境工程学

Huanjing Gongchengxue

主编 高大文 梁 红

东北林业大学出版社出版发行

(哈尔滨市和兴路 26 号)

东北林业大学印刷厂印装

开本 787 × 1092 1/16 印张 14.75 字数 339 千字

2004 年 4 月第 1 版 2004 年 4 月第 1 次印刷

印数 1—1 000 册

ISBN 7-81076-537-X

X·22 定价: 25.00 元

前 言

《环境工程学》是高等院校环境类各有关专业的必修课程。它是环境科学的一个重要分支。它主要研究运用工程技术措施治理环境污染,以改善环境质量等问题。在整个环境专业本科的研究生教学中,这门课是非常重要的,也是必不可少的。

本书是根据教育部高等学校环境科学与工程教学指导委员会制定的基本教学要求,以东北林业大学多年讲授“环境工程学”的讲义和经验为基础,并参考和吸收了国内外优秀教材的精髓,为高等学校非环境工程专业学生编写的一本教材。本教材系统阐述了环境工程的基础理论,重点介绍了大气污染控制工程、水污染控制工程、固体废物的处理处置及利用和噪声污染控制工程,用有限的篇幅尽可能全面地反映环境工程学的基本内容,使读者在短时间内对环境工程有概括性的了解。本教材不同于其他“环境工程学”同类教材,它主要有以下特色:

(1) 教材中插了许多实际工程应用照片,使本来枯燥的理论知识变得容易理解起来。

(2) 教材既借鉴了工科院校环境工程专业积累的成熟经验,又补充了稳定塘处理工艺等具有生态工程特色的新内容。

(3) 在水污染控制工程章节中增加了有关典型废水处理工艺的介绍,使读者对各种单体构筑物如何应用到实际水处理工程中有了进一步的了解。

本书强调理论联系实际,在教材最后安排了水处理工程实验内容,使课堂教学和实验教学相结合,非常适合非环境工程专业学生的学习。为了帮助读者巩固所学的知识,书中还编写了一些思考题。

在编写过程中,得到了哈尔滨工业大学市政环境工程学院王鹏教授的支持和关心,以及东北林业大学出版社的大力帮助,在此一并表示感谢。

书中大量引用了许多作者的论著,详细的引用情况已在参考文献中列出,在此向他们表示衷心的感谢。

本书不仅可作为高等院校非环境工程专业工科、理科本科生和研究生教材,也可供从事环境工程领域及相关专业的技术和管理人员参考。

由于编者的水平有限,书中缺点和错误在所难免,热忱希望读者批评指正。

编 者
2004年3月

目 录

1 绪 论	(1)
1.1 环境和环境污染	(1)
1.1.1 环 境	(1)
1.1.2 环境污染	(1)
1.2 环境污染与人体健康	(2)
1.2.1 环境致病因素及其对人体的作用	(3)
1.2.2 影响环境污染物对人体作用的因素	(4)
1.3 环境科学与环境工程学	(5)
1.3.1 环境工程学的历史	(5)
1.3.2 环境工程学的主要内容	(6)
思考题.....	(8)
2 大气污染控制工程	(9)
2.1 地球大气圈的结构和大气污染	(9)
2.1.1 地球大气圈及其结构	(9)
2.1.2 大气和大气污染	(10)
2.2 颗粒污染物控制	(13)
2.2.1 除尘技术基础	(13)
2.2.2 机械式除尘器	(20)
2.2.3 过滤式除尘器	(23)
2.2.4 电除尘器	(26)
2.2.5 湿式气体洗涤器	(27)
2.3 气态污染物控制	(28)
2.3.1 吸收法净化气态污染物	(28)
2.3.2 吸附法净化气态污染物	(29)
2.3.3 其他净化方法	(30)
思考题.....	(31)
3 水污染控制工程	(32)
3.1 水体污染、水质指标、水质标准	(32)
3.1.1 水体污染	(32)
3.1.2 水质指标	(33)
3.1.3 水质标准	(34)
3.2 水体污染的净化规律	(39)
3.2.1 河流污染与自净	(39)

3.2.2 湖泊、水库的污染和稀释扩散	(42)
3.2.3 海湾污染特性	(43)
3.3 水污染控制的基本原则和方法	(45)
3.3.1 给水处理方法	(46)
3.3.2 废水处理方法	(46)
3.3.3 废水处理程度	(47)
3.4 水的物理处理	(48)
3.4.1 格栅和筛网	(48)
3.4.2 沉淀和澄清	(50)
3.4.3 气 浮	(59)
3.4.4 粒状介质过滤	(60)
3.5 水的化学和物理化学处理	(60)
3.5.1 混 凝	(60)
3.5.2 消 毒	(64)
3.6 水的好氧生物处理	(67)
3.6.1 活性污泥法	(67)
3.6.2 生物膜法	(74)
3.7 稳定塘	(79)
3.7.1 稳定塘的类型	(79)
3.7.2 稳定塘净化污水的原理	(79)
3.7.3 稳定塘的优缺点	(80)
3.7.4 稳定塘系统的工艺流程	(80)
3.8 水的厌氧生物处理	(81)
3.8.1 厌氧处理的特点	(81)
3.8.2 厌氧生物处理机理	(82)
3.8.3 影响厌氧生物处理的主要因素	(82)
3.8.4 厌氧生物处理工艺和设备	(83)
3.9 废水深度处理技术	(84)
3.9.1 污水的生物脱氮处理技术	(85)
3.9.2 污水除磷技术	(87)
3.9.3 污水生物脱氮除磷技术	(90)
3.9.4 生物脱氮除磷活性污泥法功能及其影响因素	(91)
3.10 几种典型废水处理新工艺	(93)
3.10.1 长沙酒厂生产废水治理技术和实例	(93)
3.10.2 北京太平洋邓禄普纺织品公司印染废水处理	(96)
3.10.3 啤酒厂废水处理工艺	(98)
3.10.4 医院污水处理工艺	(102)
思考题	(106)

4 固体废物的处理、处置及其利用	(107)
4.1 固体废物的定义与分类	(107)
4.1.1 固体废物的定义	(107)
4.1.2 固体废物的来源	(107)
4.1.3 固体废物的分类	(108)
4.2 固体废物处理技术	(108)
4.2.1 固体废物处理的定义	(108)
4.2.2 固体废物处理的方法	(108)
4.2.3 固体废物的压实	(109)
4.2.4 固体废物的破碎	(110)
4.2.5 固体废物的分选	(111)
4.3 污泥的处理	(112)
4.3.1 概 述	(112)
4.3.2 污泥浓缩	(114)
4.3.3 污泥调理	(116)
4.3.4 污泥脱水	(117)
4.4 城市生活垃圾的处理	(124)
4.4.1 堆肥处理	(124)
4.4.2 热解处理	(137)
4.4.3 焚烧处理	(143)
4.5 固体废物资源化与综合利用	(152)
4.5.1 资源化概念	(152)
4.5.2 固体废物综合利用的途径	(152)
4.5.3 固体废物在建材方面的利用	(153)
4.5.4 固体废物提取有用金属和制备化工产品	(153)
4.5.5 固体废物在农业上的应用	(154)
4.5.6 固体废物作能源	(155)
思考题	(156)
5 噪声污染控制工程	(157)
5.1 噪声、噪声污染及其危害	(157)
5.1.1 噪 声	(157)
5.1.2 噪声的来源	(157)
5.1.3 噪声的污染	(158)
5.1.4 噪声的危害	(158)
5.2 噪声测量	(160)
5.2.1 测量仪器	(160)
5.2.2 测量方法	(168)
5.3 噪声的控制技术	(179)

5.3.1 吸声降噪	(179)
5.3.2 隔声技术	(181)
5.3.3 消声器	(188)
思考题	(192)
6 水处理工程实验	(193)
6.1 给水处理工程实验	(193)
实验一 混凝实验	(193)
实验二 斜板沉淀实验	(196)
实验三 离子交换树脂的鉴定及交换容量的测定	(200)
实验四 离子交换软化除碱和除盐实验	(204)
实验五 活性炭吸附实验	(208)
6.2 排水处理工程实验	(212)
实验一 颗粒自由沉淀	(213)
实验二 曝气充氧实验	(217)
实验三 加压溶气气浮实验	(222)
参考文献	(227)

1 绪 论

1.1 环境和环境污染

1.1.1 环 境

“环境”这个词是相对于人类的存在而言的，它是人类生存和发展的基础，是极其复杂的辩证的综合体。它包括自然环境和社会环境两个方面。

自然环境是人类赖以生存和发展的物质条件，是人类周围各种自然因素的总和，即客观物质世界。目前人类活动的范围仅限于生物圈的范围，即包括地壳表面和围绕它们大气层一部分，而我们所研究的环境主要指自然环境中生物圈的部分。《中华人民共和国环境保护法》所称环境是指：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。

社会环境是指人类生活的社会制度和上层建筑，它是人类在物质资料生产过程中，为共同进行生产而组合起来的生产关系的总和。

本书中研究的环境问题主要指自然环境。需要特别指出的是，随着人类社会的发展，环境的概念也在变化。以前人们往往把环境仅仅看做是单个物理要素的简单组合，而忽视了它们之间的相互作用关系。进入 20 世纪 70 年代以来，人类对环境认识发生了一次飞跃，人类开始认识到地球的生命支持系统中的各个组分和各种反应过程之间的相互关系。对一个方面有利的行动，可能会给其他方面引起意想不到的损害。

1.1.2 环境污染

环境污染归纳起来有以下几方面。

1.1.2.1 大气污染

大气污染主要是煤、石油、天然气等燃烧所至，而排入大气中的主要污染物有烟尘、硫氧化物、氮氧化物、 CO_2 和碳氢化物等。

大气污染在一定程度上破坏了生态平衡，引起环境出现一些异常现象。

(1) 酸雨：当降雨的 pH 值低于 5.66 时，即为酸雨 (CO_2 、 NO_x)。

(2) 气候变异：主要是燃料燃烧向大气中排放大量的 CO_2 ，其可以在阳光射向地面使地面增温时，-吸收由地面反射出的红外线，结果使近地面的空气温度升高。另外，地面水的蒸发量增多，空气中水分也可进一步吸收地面反射的红外线，使低空温度更加升高，这种效应称为地球表面的温室效应。

(3) 臭氧层破坏：臭氧层是指大气平流层中臭氧集中的层次，距地面 20 ~ 25 km，它能吸收太阳的紫外线使地面生物免受紫外线伤害。近年来科学家们发现，全球臭氧层

都在遭到不同程度的破坏, 北极上空臭氧层变薄, 南极上空出现臭氧空洞。臭氧层的破坏主要是由于人类大量使用氟氯烃化学制品造成的, 常用的制冷剂“氟里昂”是氟氯烃制剂的商品名, 广泛用于冰箱和空调机中。

1.1.2.2 水污染

随着工业的发展和人口的增长, 将产生越来越多的工业废水和城市生活污水, 这样势必造成水资源的严重污染。目前水体污染主要包括有机污染物污染和无机污染物污染。

(1) 有机污染物污染: 主要是由于各种工业废水排入水体, 以及农药的农田径流、大气沉降、降水等面源污染物进入水体, 使地表水源遭受多种有机污染物的污染, 当人们饮用这种被污染的水时会得各种疾病。近年来河流、湖泊的“富营养化”引起各方面专家的重视, 它主要是排入江河、湖泊的氮、磷等营养物质造成的。

(2) 无机污染物污染: 主要指重金属污染。在采矿、冶炼及金属表面精加工等工业中产生的重金属废水是其主要污染源。重金属(如汞、镉、铅、铬等)在水体中不能被微生物降解, 但能发生多种状态之间的相互转化以及分散、富集过程。在物质循环过程中, 通过食物链进入人体, 给人类身体健康造成严重威胁。

1.1.2.3 土地污染

土地是人类赖以生存的物质基础, 但是随着人类文明的发展, 人们的生产生活活动对土地也产生了污染。土地污染主要有以下几个方面:

- (1) 农业生产中农药、化肥对土地的污染。
- (2) 酸雨造成土壤酸化, 肥力下降。
- (3) 废水、废渣、污水灌溉。

1.1.2.4 噪声污染

噪声污染是另一种重要的环境污染。研究表明, 45 dB 时影响睡眠, 65 dB 时对工作和学习有影响。噪声也影响呼吸系统、血液循环系统和神经系统, 噪声达到 165 dB 时动物就会死亡, 达到 175 dB 时, 人就会丧命。噪声主要来源于交通、运输、工业生产、建筑施工等。

此外, 还有一些污染, 如放射性污染、电磁辐射污染、热污染和光污染等。

1.2 环境污染与人体健康

人体中各种化学元素的平均含量与地壳中各种化学元素含量相适应。例如人体血液中的 60 多种化学元素含量和地壳岩石中这些元素的含量有明显的相关性, 如图 1-1 所示。从这里可以看出化学元素是把人和环境联系起来的基本因素。自然界的所有变化都会使人体通过自身内部调节来适应不断变化的外部环境, 使体内物质同地壳物质保持平衡。环境污染使环境中某些化学物质增加, 或出现原来没有的新合成物质, 破坏了人与环境的对立统一关系, 引起人机体的疾病, 甚至死亡。

我们知道了环境污染与人体健康的关系, 那么我们前面谈到的大气、水、土、噪声等污染是如何作用于我们人体的呢, 这就是本节要探讨的第一个问题。

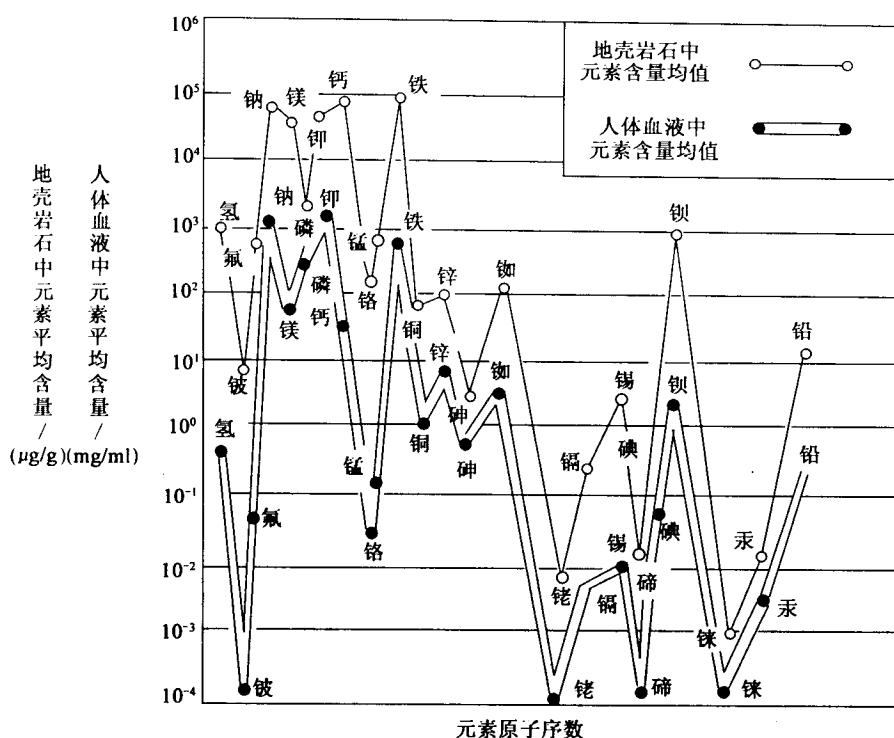


图 1-1 人类血液和地壳中元素含量的相关性

1.2.1 环境致病因素及其对人体的作用

空气、水、土壤及食物是环境中与人类相关的四大要素，这些要素遭到污染后，它们将直接或间接地对人体健康产生影响。这种能对人体健康产生影响并发生病理变化的环境因素，称为环境致病因素。人类的疾病是由生物的、化学的和物理的致病因素引起的，如由大气污染产生的有毒气体、化肥、农药、重金属及其他有机或无机化合物称为化学的致病因素；虫卵、细菌、病毒等为生物的致病因素；噪声、振动、放射性和热污染等为物理的致病因素。

所谓疾病就是机体在致病因素作用下，功能、代谢和形态发生病理变化的过程。这些变化达到一定程度，才能使机体表现出疾病的特殊临床症状和体征。

人体对致病因素引起的功能损伤有一定的代偿能力。在疾病的发展过程中，有些变化是属于损伤性的，有些变化是属于代偿性的，两者同时存在。当代偿过程较强时，机体可以保持相对稳定，暂不出现疾病的临床症状。如果致病因素停止作用，机体便向恢复健康的方向发展，但代偿能力是有限的，如果致病因素继续作用超出了代偿能力，从而机体病理变化加快，逐渐表现出各种疾病所特有的临床症状和体征，如图 1-2 所示。

疾病的发生发展过程可分为潜伏期（无临床表现）、前驱期（有轻微不适）、临床症状明显期（出现疾病的典型症状）、转归期（恢复健康或恶化死亡）。急性中毒，前两个

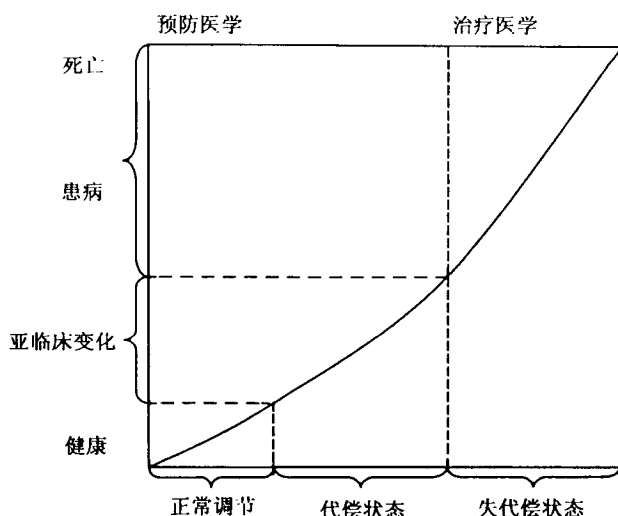


图 1-2 环境致病因素对人体的作用过程

阶段很短，很快就出现明显的临床症状。若致病因素量微，长时间作用机体而无明显的临床症状和体征，疾病的前两个阶段就相当长，但继续作用，终将出现疾病的临床症状和体征。因此，这种人尽管前两阶段时间长，但在此期间不能视为是健康人，其抵抗力是弱的。

因此，从预防医学来看，不能以人体是否出现疾病的临床症状和体征来评价有无环境污染及其污染严重的程度，而应观察各种环境致病因素对人体生理及生化功能的作用，以尽早发现临床前期的变化。因此在评价环境污染对人体健康的影响时应考虑以下几个方面：

- (1) 环境致病因素是否引起急性中毒；
- (2) 环境致病因素是否引起慢性中毒；
- (3) 环境致病因素是否引起致癌、致突变及致畸作用；
- (4) 环境致病因素是否引起人的寿命缩短；
- (5) 环境致病因素是否引起人体生理和生化变化。

1.2.2 影响环境污染物对人体作用的因素

环境污染物对人体产生危害主要由下述因素决定。

(1) 剂量。环境污染物对人体能否产生危害及危害的程度，主要取决于污染物进入人体的剂量。以我们人体中的微量化学元素为例，对人体非必需元素、有毒元素或体内尚未检出元素，含有这类元素的环境污染物进入人体并达到一定剂量，即可引起异常反应，甚至引起疾病，对于这一类元素主要研究制定最高容许限量的问题（环境中最高容许浓度、人体最高容许负荷量）。对人体必需元素，一方面环境中这种必需元素含量过少，不能满足人体需要时，会使人体某些功能发生障碍，形成一系列病理变化；另一方面，若环境中这种必需元素含量过高，也会作用于人体引起程度不同的中毒反应。现以

元素氟为例来说明这种关系。水中含氟的质量分数低于 0.5×10^{-6} 时, 则龋齿的发病率明显升高; 而当水中含氟的质量分数在 2×10^{-6} 以上时, 则斑釉齿的发病率升高; 水中含氟量达 8×10^{-6} 时, 可引起慢性氟中毒。

(2) 作用时间。很多污染物在人体内具有蓄积性, 蓄积的污染物达到一定浓度, 才能产生危害。因此, 随着作用时间的延长, 毒物的蓄积量将加大, 污染物在人体内蓄积量受摄入量、污染物的半衰期和时间三个因素影响, 如水俣病、骨痛病。

(3) 多种因素的综合作用。环境污染物往往不是单一的, 而对人体的作用又往往受多种物理、化学因素的作用, 如 CO 和 H_2S 同时对人体作用是促进毒性相加。因此, 我们要研究多种因素、多种污染物同时存在对人体的综合作用。

1.3 环境科学与环境工程

环境科学是在现代社会经济和科学发展过程中逐步形成的一门新兴的综合性学科。它主要是运用自然科学和社会科学的有关学科的理论、技术和方法来研究环境问题。在与有关学科相互渗透、交叉中形成了许多分支学科。属于自然科学方面的有环境地学、环境生物学、环境化学、环境物理学、环境医学、环境工程学; 属于社会科学方面的有环境管理学、环境经济学、环境法学等。这些分支学科虽然各有特点, 但又互相渗透、互相依存, 它们是环境科学这个整体的不可分割的组成部分, 而且还都处于蓬勃的发展时期。随着环境问题的发展和人类对它的进一步认识, 环境科学及其各分支学科也将不断地充实、丰富和完善。

环境工程学是环境科学的一个分支, 它是在环境污染不断加剧以及控制污染日益迫切的形势下发展起来的。它的任务就是通过工程技术措施, 控制环境污染, 改善环境质量, 保护和合理利用自然资源, 保持良好的生态平衡, 以保障人类的生存。

随着工农业及交通运输业和城市建设的迅速发展, 排入环境的废气、废水、废渣的数量越来越多, 这些污染物对我们人类身体健康已构成严重威胁。因此, 人类为了生存, 开始运用工程技术措施来防治环境污染, 如运用了土木工程、卫生工程、化学工程和机械工程等学科知识, 解决废水、废气、固体废弃物、噪声等污染问题, 使单项治理技术有了较大的发展, 逐渐形成了治理技术的单元过程。随着人类生产和生活的进一步发展, 环境污染从分散的点或局部污染发展成为广泛的区域性污染, 从而逐渐走向区域性综合防治的道路, 使环境系统工程和环境污染综合防治技术迅速发展起来。环境工程的主要内容包括大气污染防治工程、水污染防治工程、固体废物的处理和利用以及噪声控制等。环境工程学还研究环境污染综合防治的方法和措施, 以及利用系统工程方法, 从区域的整体上寻求解决环境问题的最佳方案

1.3.1 环境工程学的历史

环境工程学是在人类同环境污染作斗争、保护和改善生存环境的过程中形成的。从开发和保护水源来说, 中国早在公元前 2300 年前后就创造了凿井技术, 促进了村落和集市的形成。后来为了保护水源, 又建立了持刀守卫水井的制度。

从给排水工程来说,中国在公元前 2000 多年以前就用陶土管修建了地下排水道。古代罗马大约在公元前 6 世纪开始修建地下排水道。中国在明朝以前就开始采用明矾净水。英国在 19 世纪初开始用砂滤法净化自来水,在 19 世纪末采用漂白粉消毒。

在污水处理方面,英国在 19 世纪中叶开始建立污水处理厂,20 世纪初开始采用活性污泥法处理污水。此后,卫生工程、给水排水工程等逐渐发展起来,形成一门技术学科。

在大气污染控制方面,为消除工业生产造成的粉尘污染,美国在 1885 年发明了离心除尘器。进入 20 世纪以后,除尘、空气调节、燃烧装置改造、工业气体净化等工程技术逐渐得到推广应用。

在固体废物处理方面,历史更为悠久。公元前 3000 ~ 1000 年,古希腊即开始对城市垃圾采用了填埋的处置方法。20 世纪,固体废物处理和利用的研究工作不断取得成就,出现了利用工业废渣制造建筑材料等工程技术。

在噪声控制方面,中国和欧洲一些国家的古建筑中,墙壁和门窗位置的安排都考虑到了隔声的问题。在 20 世纪,人们对控制噪声问题进行了广泛的研究。从 50 年代起,建立了噪声控制的基础理论,形成了环境声学。

20 世纪以来,根据化学、物理学、生物学、地学、医学等基础理论,运用卫生工程、给排水工程、化学工程、机械工程等技术原理和手段,解决废气、废水、固体废物、噪声污染等问题,使单项治理技术有了较大的发展,逐渐形成了治理技术的单元操作、单元过程,以及某些水体和大气污染治理工艺系统。

20 世纪 50 年代末,中国提出了资源综合利用的观点。60 年代中期,美国开始了技术评价活动,并在 1969 年的《国家环境政策法》中规定了环境影响评价的制度。至此,人们认识到控制环境污染不仅要采用单项治理技术,而且还要采取综合防治措施和对控制环境污染的措施进行综合的技术经济分析,以防止在采取局部措施时与整体发生矛盾而影响清除污染的效果。

在这种情况下,环境系统工程和环境污染综合防治的研究工作迅速发展起来。随后,陆续出现了环境工程学的专门著作,形成了一门新的学科。

1.3.2 环境工程学的主要内容

迄今为止,人们对环境工程学这门学科还存在着不同的认识。有人认为,环境工程学是研究环境污染防治技术的原理和方法的学科,主要是研究对废气、废水、固体废物、噪声,以及对造成污染的放射性物质、热、电磁波等的防治技术;有人则认为环境工程学除研究污染防治技术外还应包括环境系统工程、环境影响评价、环境工程经济和环境监测技术等方面的研究。

1.3.2.1 环境工程学定义

由于目前人们对环境工程学的定义和基本内容有不同的看法,使得环境工程学的定义有两种版本,即广义的定义和狭义的定义。

广义的定义是“综合运用环境科学的基础理论和有关的工程技术控制和改善环境质量”。这样,小环境的控制和调节、三废治理、区域性环境评价和综合防治等都包括在

内。

狭义的定义是：“环境工程学，是环境污染防治工程，即是对污染物监测、控制和处理的工程。”此处的污染物指的是引起环境质量降低的工业废弃物、农业废弃物、生活废弃物、噪声、电磁辐射、废热等。实际上环境工程学主要是指用狭义定义来确定其基本内容的工程。

1.3.2.2 环境工程学主要内容

尽管对环境工程学的研究内容有不同的看法，但是从环境工程学发展的现状来看，其基本内容主要有大气污染防治工程、水污染防治工程、固体废物的处理和利用、环境污染综合防治、环境系统工程等几个方面。

(1) 大气污染控制工程。它的主要任务是研究预防和控制大气污染、保护和改善大气质量的工程技术措施。主要研究领域有：大气质量管理；烟尘治理技术；气体污染物治理技术；酸雨的成因和防治；城市区域大气污染物综合整治；大气质量标准和废气排放标准等。

(2) 水污染控制工程。它的主要任务是研究预防和治理水体污染、保护和改善水环境质量、合理利用水资源以及提供不同用途和要求的用水工艺技术和工程措施。主要研究领域：水体自净及利用；城市污水处理与利用、工业废水处理与利用；给水净化处理；城市区域和水系的水污染综合整治；水环境质量和废水排放标准。

(3) 固体废弃物处置与利用。主要任务是研究城市垃圾、工业废渣、放射性及其他有毒有害固体废弃物的处理、处置和回收利用资源化等的工艺技术措施。主要研究领域有：固体废弃物管理；固体废弃物无害化处理；固体废弃物的综合利用和资源化；放射性及其他有毒有害废物的处理。

(4) 噪声、振动与其他公害防治技术。主要研究声音、振动、电磁辐射等对人类的影响及消除这些影响的技术途径和控制措施。

(5) 环境规划、管理和环境系统工程。主要任务是利用系统工程的原理和方法，对区域性的环境问题和防治技术措施进行整体的系统分析，以求取得综合整治的优化方案，进行合理的环境规划、设计整理，它也研究环境工程单元过程系统的优化工艺条件，并用计算机技术进行设计、运行管理。

(6) 环境监测与环境质量评价。主要任务是研究环境中污染物的性质、成分、来源、含量和分布、状态、变化趋势以及对环境的影响，在此基础上，按一定的标准和方法对环境质量进行定量的判定、解释和预测。此外，它还研究某项工程建设或资源开发所引起的环境质量变化及对人类生活的影响。

环境工程学是一个庞大而复杂的技术体系。它不仅研究防治环境污染和公害的措施，而且还研究自然资源的保护和合理利用、探讨废物资源化技术、改革生产工艺、发展少害或无害的闭路生产系统，以及按区域环境进行运筹学管理，以获得较大的环境效果和经济效益，这些都成为环境工程学的重要发展方向。

自然资源的有限和对自然资源需求的不断增长，特别是环境污染的控制目标和对能源需求之间的矛盾，促使环境工程对现有技术和未来技术发展进行技术发展的环境影响评价和环境影响评价，为保护自然资源和社会资源提供依据。

有人认为预测科学技术进步所产生的副作用，实质上就是预测未来的环境问题。美国从 20 世纪 60 年代中期开始探讨一些科学技术革命带来的二次影响。如建设原子能电站，虽然与传统的能源工业相比，二氧化碳和二氧化硫的污染大约减少了一半，但是增加了放射性污染。因此，资源、生态、经济三者发展的动态平衡决定着环境工程未来的发展趋势。

思 考 题

1. 什么叫做环境？目前人类所面临的环境污染主要包括哪几部分？
2. 何谓环境致病因素？人体对环境致病因素是否有代偿能力？
3. 能否以人体是否出现疾病的临床症状和体征来评价有无环境污染及其污染严重的程度？
3. 什么叫做环境工程学？它与其他学科之间的关系怎样？
4. 环境工程学的主要内容有哪些？

2 大气污染控制工程

人们知道,没有水就没有生命,同样,没有空气也就没有生命。一个成年人1天需要13~15 kg ($10\sim 12\text{ m}^3$) 空气,相当于1天食物量的十几倍,饮水量的五六倍。据资料介绍,一个人可以5周不吃饭,5天不喝水,但5分钟不呼吸空气就不行了,可见空气(尤其是清洁的空气)对人的生存是多么的重要。

然而,20世纪中叶以来,进入大气中的污染物的种类和数量不断增多。已经对大气造成污染的污染物和可能对大气造成污染而引起人们注意的物质就有100种左右,其中影响面广,对环境危害严重的主要有硫氧化物、氮氧化物、氟化物、碳氢化合物、碳氧化物等有害气体,以及飘浮在大气中含有多种有害物质的颗粒物和气溶胶等。

大气中的污染物有的来自自然界本身的物质运动和变化,有的来自人类的生产和消费活动。人类生产活动排放的有害气体治理、工业废气中颗粒物的去除原理和方法的研究是大气污染防治工程的主要任务。

2.1 地球大气圈的结构和大气污染

2.1.1 地球大气圈及其结构

2.1.1.1 地球大气圈

地球周围有一层大气,我们把受地球引力作用而旋转的大气层叫做大气圈。其厚度一般认为是1000~1400 km (从地球表面算起)。大气圈的总质量为6000万亿t,约为地球质量的百万分之一。

2.1.1.2 大气圈的结构

按照其分子组成,大气可分为两个大的层次,即均质层和非均质层(或称同质层和非同质层)。

均质层是从地表至90 km高度的大气层,虽然其密度随着高度增加而减少,但除了水气的含量变化较大以外,其他组分的比例大体上稳定,这种均质性是大气低层的风和湍流运动的结果。均质大气层以上,气体组成随高度有很大变化,我们称之为非均质大气层。非均质层位于物质层之上,根据其气体成分又可分为四个层次:氮层(距地表90~200 km)、原子氧层(距地表200~1000 km)、氦层(距地表1100~3200 km)和氢层(距地表3200~9600 km)。四层之间都存在过渡带,但没有明显的分界面。

根据大气物理和化学性质大气圈又可分为光化层和离子层,这两层大致以平流层为界。

目前世界普遍采用的大气圈分层方法是1962年世界气象组织(WMO)执行委员会正式通过的国际大地测量和地球物理联合会(IUGG)建议的分层系统,根据大气温度