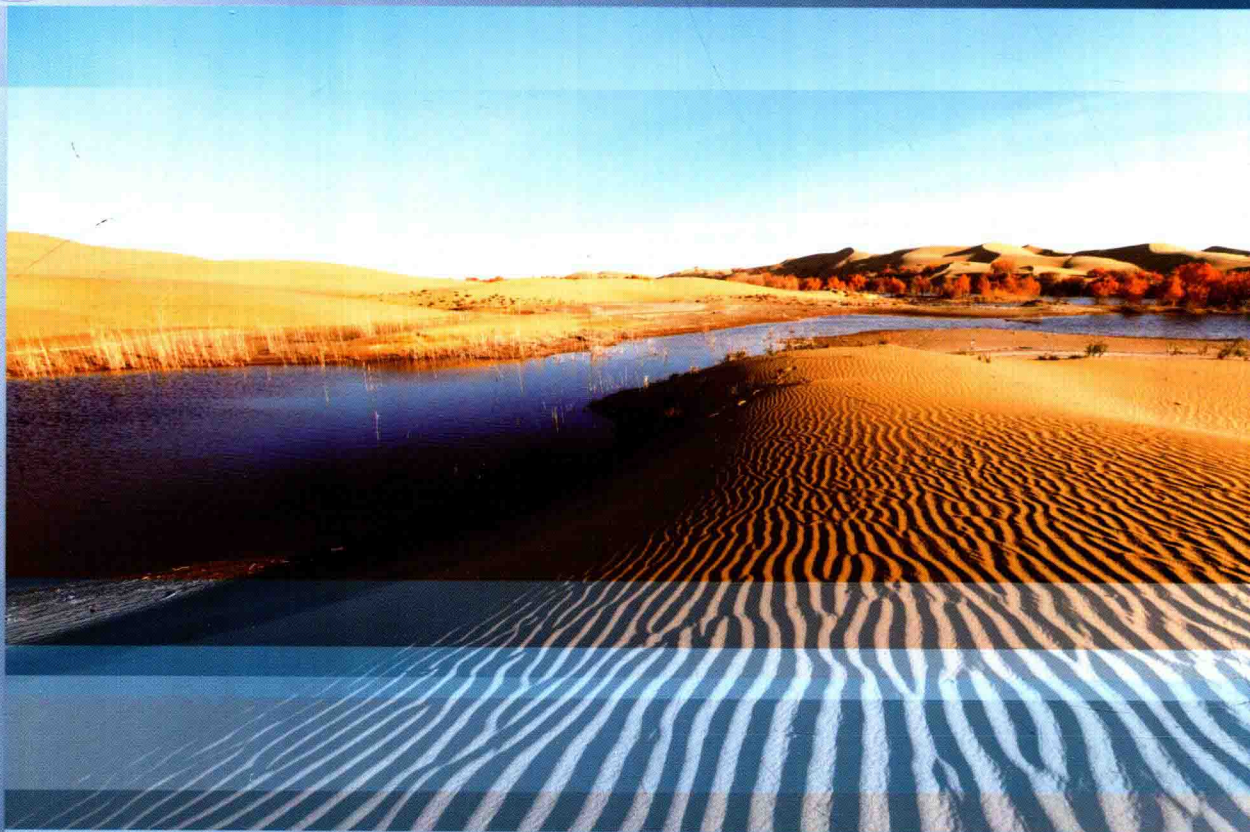




普通高等教育“十三五”规划教材



# 环境学概论

管华 主编



科学出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

# 环境学概论

管 华 主编



科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书全面系统地介绍了环境学的基本知识、基本理论和基本研究方法。全书共分十二章，其中第一章绪论阐述了环境学的研究对象与研究内容、形成与发展、科学体系与主要分支学科、前沿问题；第二章论述了环境与可持续发展问题；第三章论述了污染源及其调查与评价的理论与方法；第四章至第八章分别论述了大气污染、水环境污染、土壤污染、固体废物污染、物理性污染及其控制等的基本理论与研究方法；第九章至第十二章分别论述了环境监测、环境评价、环境规划和环境管理的基本理论与方法。

本书可作为大专院校相关专业的教材或参考书，也可作为环境科学、环境工程、生态、地理、国土管理、城乡规划、资源开发与管理等相关专业的研究生、教师、科技人员、干部及广大实际工作者的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

---

环境学概论 / 管华主编. —北京: 科学出版社, 2018.6

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-03-057903-4

I. ①环… II. ①管… III. ①环境科学-高等学校-教材 IV. ①X

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 127300 号

---

责任编辑: 文 杨 宁 倩 / 责任校对: 何艳萍

责任印制: 师艳茹 / 封面设计: 迷底书装

**科学出版社** 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

**石家庄众旺彩印有限公司** 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2018 年 6 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2018 年 6 月第一次印刷 印张: 18

字数: 454 000

**定价: 49.00 元**

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

# 《环境学概论》编委会名单

主 编 管 华

编著者 (以姓氏笔画为序)

王 净 王建平 田 娟 刘 冰

李 宝 张北赢 张忠启 陈沛云

赵庆良 赵君凯 宫少燕 黄丽卿

董贵明 管 华

# 前 言

环境是人类生存与发展不可或缺的重要物质基础。第二次产业革命以来，人类社会、经济和科学技术得到迅猛发展，环境问题也随之相伴而生且日益突出，严重影响并危及人类的生存与发展，成为 20 世纪 50 年代以来全球人类共同面临的重要问题之一，各国对其广泛关注并迅速付诸行动。然而时至今日，环境问题远未解决。保护环境任重道远，仍是当前全人类共同的迫切任务。在环境问题日益突出的今天，开展环境及其保护研究和教育，传播环境保护知识，掌握环境形成与发展规律，探索环境保护途径与措施，是环境专业工作者和教育者的重要职责。

环境学是大专院校众多本科专业的一门专业基础课程，着重阐述环境学的基本知识、基本理论和基本方法。为了满足我国大专院校相关专业环境学课程教学的需要，我国先后出版了多部环境学教材。这些教材各具特色，为我国大专院校相关专业的环境学教育事业做出了重要贡献。近年来，环境科学发展迅猛，产生了诸多新的理论、方法和技术。同时，大学环境科学专业教育和相关专业环境学课程教学也随着我国大学教育形势的发展而发生了重大变化。因此，编写一部紧扣环境科学发展、适应当前环境科学发展和大专院校相关专业环境教育新形势的环境学教材，实属必要。2015 年年底，为适应我国大专院校相关专业环境教学的需要，科学出版社与我们商讨决定编写和出版《环境学概论》一书。在承担了《环境学概论》的编写任务之后，我们迅速成立了本书编委会，并通过通信会议的形式，于 2016 年 3 月召开了《环境学概论》编委会会议，讨论确定了本书编写的指导思想和内容提纲，进行了编写任务分工，商定了编写体例及本书编写和出版的其他有关事宜。之后，集中时间完成了书稿编写与统稿定稿工作，遂成本书。

本书包括四部分内容，其中第一部分为第一章和第二章，阐述了环境学和环境的基本理论问题，如环境学的研究对象与内容、形成与发展、分支学科、前沿问题、环境的概念与环境问题、可持续发展等；第二部分为第三章，阐述了污染源及其调查与评价的理论与方法；第三部分为第四章至第八章，阐述了大气、水、土壤、固体废物和环境物理因子等专项环境污染及其控制的理论与方法；第四部分为第九章至第十二章，阐述了环境监测、评价、规划和管理等环境分析与管理的理论与方法。在书稿编写过程中，我们竭力使本书体现资料的时代性、体系的完整性、内容的全面性和对象的普遍性等特色。

本书前言、第一章由管华编写，第二章由王建平、管华编写，第三章由赵庆良、张北赢编写，第四章由王净编写，第五章由李宝、宫少燕编写，第六章由张忠启编写，第七章由刘冰、管华编写，第八章由陈沛云、管华编写，第九章由田娟、董贵明编写，第十章由

黄丽卿编写，第十一章由赵君凯编写，第十二章由张北赢、王建平编写。全书初稿完成后，由管华统稿定稿。

本书编写过程中，作者得到了多方面的关心和帮助，作者所在单位为本书的编写提供了良好的条件，科学出版社文杨编辑为本书的编辑出版做了大量的工作，本书编写过程中参阅了大量参考文献，在此编者一并表示谢忱。由于作者的学识有限，书中疏漏之处在所难免，恳请广大读者不吝赐教。

作 者

2017年8月

# 目 录

## 前言

第一章 绪论	1
第一节 环境学的研究对象与研究内容	1
第二节 环境学的形成与发展	3
第三节 环境学的科学体系与主要分支学科	6
第四节 环境学的前沿问题	9
复习思考题	14
第二章 环境与可持续发展	15
第一节 环境的概念与分类	15
第二节 环境问题	18
第三节 可持续发展	29
复习思考题	43
第三章 污染源调查与评价	45
第一节 污染源的分类与特征	45
第二节 污染源的调查	48
第三节 污染源评价	54
第四节 污染源的控制	59
复习思考题	68
第四章 大气污染及其控制	69
第一节 大气污染的概念与危害	69
第二节 大气污染源与大气污染物	72
第三节 大气污染物的扩散与转化	75
第四节 大气污染控制技术	82
复习思考题	92
第五章 水环境污染及其控制	93
第一节 水体污染与水体污染物	93
第二节 水体污染的特征	104
第三节 水体自净作用	106

第四节 污染物在水体中的迁移转化	111
第五节 水体污染的控制	118
复习思考题	127
<b>第六章 土壤污染及其控制</b>	<b>128</b>
第一节 土壤的概念与性质	128
第二节 土壤污染与土壤自净作用	131
第三节 土壤污染物及其危害	134
第四节 土壤污染物的迁移与转化	137
第五节 土壤污染的控制	142
复习思考题	148
<b>第七章 固体废物污染及其控制</b>	<b>149</b>
第一节 固体废物的概念与特点	149
第二节 固体废物的危害	152
第三节 固体废物污染的控制	154
复习思考题	160
<b>第八章 物理性污染及其控制</b>	<b>161</b>
第一节 物理性污染的特征与危害	161
第二节 噪声污染及其控制	166
第三节 振动污染及其控制	170
第四节 光污染及其控制	172
第五节 放射性污染及其控制	178
第六节 电磁污染及其控制	182
第七节 热污染及其控制	183
复习思考题	185
<b>第九章 环境监测</b>	<b>187</b>
第一节 环境监测的概念与分类	187
第二节 环境监测的方法与技术	191
第三节 环境监测质量保证与控制	204
复习思考题	210
<b>第十章 环境评价</b>	<b>212</b>
第一节 环境评价概述	212
第二节 环境质量评价	213
第三节 环境影响评价	217
复习思考题	230



---

第十一章 环境规划	231
第一节 环境规划概述	231
第二节 环境规划的基本内容	236
第三节 环境规划的工作步骤与编制程序	240
第四节 环境规划的实施	243
复习思考题	246
第十二章 环境管理	247
第一节 环境管理概述	247
第二节 环境标准	252
第三节 环境经济	260
第四节 环境法律	265
复习思考题	271
主要参考文献	272

# 第一章 绪 论

## 第一节 环境学的研究对象与研究内容

### 一、环境学的研究对象与学科性质

环境学知识的积累由来已久，上古人类就有对环境基本知识的认识和传承。但是作为一门学科，环境学的形成和发展仅有不足百年的历史。20世纪中叶，发达国家严重的环境污染问题的出现，导致环境学的形成和迅速发展。因此，关于环境学的研究对象，目前人们的认识尚不统一，许多学者为环境学提出了涵义不同的定义。

美国国家科学基金会的国家科学局认为，环境科学是研究围绕着人的空气、陆地、水、能源和生命等所有系统的科学。斯特拉勒(A.N.Strahler)等认为，环境科学是研究地球的各种自然系统和各种过程及其对人类的意义和影响的科学。Bouwer等认为，环境科学是研究人与环境关系，解决环境问题的跨领域科学。Nebel等认为，环境科学是研究与人类环境关系最密切的问题的科学。Smeth等认为，环境科学是研究人类对环境影响的科学。Boersema等认为，环境科学是研究人为环境问题的科学。刘培桐等认为，环境科学以人类-环境系统为研究对象，是研究该系统发生和发展、调节和控制，以及改造和利用的科学。左玉辉等认为，环境科学是研究人与环境相互作用规律的科学。何强等认为，环境科学是研究人类活动与其环境质量关系的科学。莫祥银等认为，环境科学是研究人类在认识自然和改造自然中的人和环境之间相互关系的科学。窦贻俭等认为，环境科学是主要研究环境结构与状态的运行变化规律及其与人类社会活动之间关系，研究人类社会与环境之间协同演化、持续发展的规律和具体途径的科学。卢昌义等认为，环境科学是研究人类活动所引起的环境质量变化和保护和改善环境的科学。王越飞等认为，人类生态系统是环境科学的研究对象。上述国内外学者对环境科学研究对象的认识大致可归纳为三类：一是人与环境相互作用而形成的复杂系统，二是由人类活动引起的环境问题，三是人类生态系统。

虽然上述定义对环境学研究对象的表述不尽统一，但是有以下共同认识：第一，环境学研究的是人类生存环境；第二，环境学研究的主要目的是解决由人类活动而产生的环境问题；第三，解决环境问题的主要途径，是揭示环境发展演化的基本规律，加强环境的管理与保护，控制和规范人类活动，协调人类与环境的关系，改善环境质量，实现人类与环境的协调发展。

综上所述，环境学是一门研究人类生存环境及其保护的科学。它以人类环境为研究对象，以人类环境及人类与环境之间的关系为研究内容。其研究目的是揭示人类环境的形成、演化及分布规律，探讨环境调节、控制、管理、保护及开发利用的途径与措施，协调人类与环境之间的关系，以维护人类生存与发展所必需的环境质量，保证人类社会

的可持续发展。

人类是地球上具有生物属性和社会属性这双重属性的特殊群体。人类的生物属性决定了人类是地球自然生态系统的组成要素之一，必然与地球自然生态系统其他组成要素有着密切的关系。人类的社会属性决定了人类必然区别于地球自然生态系统的其他组成要素，其行为和活动具有显著的社会特征。人类的行为受到人类这两个属性的共同影响和制约，这就使得人类与环境的关系十分复杂。此外，环境是一个多要素组成的开放系统，其内部各要素之间有着密切联系。因此，环境学的研究对象十分复杂而且组成要素多样。环境学要达到其研究目的，需要借助自然科学、社会科学等多学科领域的理论和方法，应用技术、经济、法律、管理等多种方法手段。由此可见，环境学是一门具有边缘性和综合性特征的学科。

## 二、环境学的研究任务与研究内容

环境学的研究任务，就是要揭示人类赖以生存的自然环境及其各组成部分的变化和运动规律，探求解决环境问题的基本方法，保护和改造环境，使环境向着有利于人类的方向发展。环境学的当前任务，是研究现代环境中各种因素对人类发展的影响，其迫切的研究课题是研究环境污染及其防治。环境污染实质上是由人类活动所引起的环境质量恶化，而环境保护和环境改造的一项根本内容就是污染防治和生态维护。

环境学以人类生存环境及人类与环境之间的关系为研究对象，其目的是研究人类社会对环境的影响和环境质量及其变化的基本规律，其基本任务是探索人类生存环境的发展规律和人类与环境协调发展的途径与手段。因此，20世纪70年代以来，环境学一直以以下问题为其主要研究内容。

### 1. 自然环境形成、演化与分布规律

自然环境包括岩石圈、大气圈、水圈、土壤圈、生物圈等，它们总是处在相互作用、相互影响中，并随时随地不断发生着演化和变异。在人类利用和改造自然环境的过程中，为使环境向有利于人类的方向发展，必须深入了解环境的形成、分布和变化规律，掌握环境的基本特征、结构、组成和演化过程及其机理，以便按照自然环境的客观规律而付诸人类利用和改造环境的行动，避免造成环境的不利变化。

### 2. 人类与环境之间相互依存和作用关系

人类生存于地球环境之内，人类生存环境的状况与变化对人类的生存与发展有着重大影响。为使人类在地球上很好地生存与发展，必须深入认识人与环境的相互依存和作用关系，清楚环境的人类效应和人类活动对环境的影响。首先，了解环境的结构与功能，以使人类得到环境良好的保护，人类社会发展获得充足的和高品质的必需资源支撑。其次，了解人类经济活动和社会行为对环境影响的性质、程度和变化规律，以便规范和控制人类行为，使环境在人类影响下产生良性的发展变化，更有利于人类社会的健康发展。第三，了解人类活动所造成的环境不良变化的特征、规律与机理，掌握控制和转化环境不良变化的应对策略，以便为人类社会可持续发展营造良好的环境条件。

### 3. 人类与环境关系协调途径

在自然环境基本规律和人类与环境关系研究的基础上，需进一步探索人类活动与环境的关系协调途径，以构建二者的协调关系，促进人类-环境系统的健康发展。在人类社会实践活动中，人类-环境系统内部发生着复杂的物质和能量的迁移转化过程，这一过程遵循物

质和能量守恒的基本规律,并通过系统的自我调节作用而最终达到物质和能量的输入和输出的平衡状态。人类的社会实践活动需要从自然环境中获取环境资源和向环境排放废物,不合理的开发活动将会导致自然资源的枯竭和环境的污染和破坏,破坏人类生存的物质基础,损害环境质量,最终危及人类的生活质量。因此,需要把社会发展和环境保护作为两个并重的目标,通过科学决策和合理行动来实现。为达到这一目的,需要研究人类与环境关系的协调途径,为指导和规范人类活动提供科学依据。环境与发展问题是当前世界各国普遍关注的重大问题,相应发展起来的协调发展、可持续发展等理论,也已成为协调人类与环境关系的重要理论基础,是当前环境学的重大研究课题之一。

#### 4. 区域环境污染和破坏综合防治

目前由人类活动而导致的区域环境污染和破坏问题十分突出,已经严重影响到人类的生存安全,并成为区域发展的重要限制因子。区域环境污染和破坏问题是一项综合性问题,需要通过对区域环境污染和破坏的综合防治途径和措施开展研究和实施来加以解决。在此方面主要有三项研究内容。第一,环境保护的区域发展规划措施研究。区域发展规划是指导区域发展的纲领性法规文件,对区域发展方向有着规定性引领作用。区域发展规划的科学性,决定着区域发展的合理性。在环境问题日益突出的今天,环境保护已经成为区域发展规划研究的基本任务。这就要求区域发展规划始终贯穿可持续发展理念和环境保护思想,始终贯彻环境保护与社会发展并重的思想,充分体现环境与社会协调发展的特色。第二,环境保护的社会生产措施研究。通过综合分析人类社会各经济部门的基本特征和联系,探索人类社会生产过程中物质和能量的流动过程和迁移、转化基本规律,探索科学合理的产业结构和生产布局,研制清洁生产工艺,寻求对资源的最佳利用方案,实现物料的循环利用,通过生产过程的“节能减排”来达到环境保护的目的。第三,生态环境保育和改良措施研究。通过综合分析生态系统的状况、调节能力,探索生态系统改造途径,研制和实施生态系统保育和改良的政策、法律和技术调控措施,加强环境污染和破坏防治,提高生态系统的质量,提升生态系统的人类社会支撑能力。

## 第二节 环境学的形成与发展

人类社会的发展不可避免地与环境发生着复杂而又深刻的相互作用和影响关系,环境科学即是在此过程中逐渐形成和发展的。环境学的知识积累历史悠久,但作为一门独立的学科,其形成和发展经历了漫长的历程,大致可分为四个时期。

### 一、知识积累时期

此时期自人类出现至18世纪后半叶。人类在地球上生活了200万~300万年。自人类出现开始,人类就与环境之间形成了相互作用和影响的关系。在与环境发生关系的过程中,人类逐渐积累了丰富的环境知识,例如,以土地、森林、水、矿产等为主的自然资源开发与利用知识,以洪涝、干旱等气象灾害为主的自然灾害防护知识,以地貌、气候、河流、植被为主的生态环境基本规律知识等。公元前3世纪,荀子在其著作《王制》中就提出了保护生物的思想。然而,这一时期人类的思维水平和行为能力较为低下,虽然对环境形成了朴素的认识和原始经验的积累,但是谈不上对环境客观规律和改造方略的总结与记载。

## 二、萌芽时期

此时期为 18 世纪后半叶至 20 世纪初。在这一时期,许多资本主义国家先后完成了工业革命,也导致了空气污染和水污染的发生。随着蒸汽机的出现,煤的使用量迅猛增长。1870 年世界煤的年产量为 2.5 亿 t,1913 年迅猛增至 13.4 亿 t。当时煤是工业和城市居民生活的主要能源,因而煤就成为城市空气的主要污染源。煤的燃烧排放出大量的二氧化硫、氮的氧化物和煤尘等有害物质,使大气受到严重污染。完成工业革命最早的英国的工业发展最早,煤烟污染的历史最长,污染程度最严重,1591 年、1873 年、1880 年、1882 年和 1892 年先后发生了严重的烟雾事件。此外,工业不断向城市集中和向农村迁移,使城市及其近郊的水体都受到了污染。由于水体受到污染,英国伦敦市先后发生了多次传染病流行事件。

工业生产和城市消费活动引起的环境问题日益明显,促使一些国家开始采取措施,来防治环境污染。英国于 1863 年制定了旨在防止制碱工业环境污染的《制碱法》,1876 年制定了旨在保护河流环境的《河流防污法》。美国于 1864 年制定了以防止煤的燃烧引起的大气污染的《煤烟法》。同时,治理环境的各种技术也得到了发展。英国于 1897 年建立了以净化城市生活污水为目的的污水处理厂,1897 年在流行病蔓延时期发明了用漂白粉消除自来水病原微生物污染的化学消毒法。这个时期,欧洲科学家对人类活动与环境的关系开展了探索。1833 年,路克·霍华德(Luke Howard)发现了城市气温高于郊区气温的现象。1847 年,C.N.费拉斯在《各个时代的气候和植物界》一书中,阐述了人类活动对植物界和气候变化的影响。1864 年,G.P.马什在《人与自然》一书中,论述了人类社会对地理环境的影响。1896 年弗里德里希·冯·恩格斯(Friedrich Von Engels)从理论上阐明了人与环境的辩证关系,为人与环境关系研究奠定了哲学基础。这一时期的研究成果虽然难以为环境保护提供必要的理论基础和完善的防治技术,但是对环境问题与人类活动关系的思考包含着环境学的思想萌芽。

## 三、专项研究发端时期

此时期为 20 世纪初至 60 年代。20 世纪初,工业和科学技术得到了极大发展,电力、石油、化学工业、汽车、轮船和飞机制造等部门逐步建立,重工业开始在世界经济中占据主导地位。企业规模不断扩大,形成了许多大规模的工业区和工业城市,污染范围逐步扩大,导致一系列社会性公害事件发生,如 1930 年比利时马斯河谷烟雾事件,1948 年美国多诺拉烟雾事件,1952 年英国伦敦的烟雾事件,1953 年日本水俣镇汞中毒事件,1955 年日本富士神通川造成的镉中毒骨痛病事件等,都是震惊世界的环境公害事件。尤其是 1952 年的伦敦烟雾事件,在大雾持续的 5 天时间里丧生者多达 5000 余人,大雾过后的两个月内有 8000 多人相继死亡,成为 20 世纪十大环境公害事件之一。1876 年内燃机的出现,带来了石油需求的剧增。1938 年全世界石油年产量为 2.5 亿 t,1956 年快速增至 6 亿 t。石油的大量使用,尤其是汽车尾气的大量排放,引发了 1942 年美国洛杉矶光化学烟雾事件。此外,石油的开采、运输、炼制和燃烧,还造成了大气、土壤、河流和海洋的污染。

环境公害事件的不断出现,促使许多国家建立起相应的研究机构,开展相关研究。为改进污水处理方法,英国于 1939 年成立了水污染研究试验室,之后,各种单项污染治理技术也得到发展。例如,发展了生物净化法,并应用于城市生活污水和工业废水处理;为防

治煤炭燃烧造成的大气污染,发展了消烟除尘、烟道气脱硫和煤脱硫技术等;为治理有机废气造成的大气污染,发展了催化燃烧技术。

进入 20 世纪,环境污染问题研究得到了快速发展。1921 年泰勒(Taylor)提了湍流扩散统计理论,应用于大气污染物的输送和扩散规律研究。20 世纪 40 年代产生了模拟试验研究法,开始了光化学烟雾形成机制研究。20 世纪 50 年代,开展了环境中重金属污染物的转化和积累规律研究。同时,环境学有关理论问题研究也得到发展,涌现出大量研究成果。1935 年,坦斯利(Sir Arthur George Tansley)研究了生物、大气和土壤之间的相互联系和制约关系,提出了生态系统的概念。1954 年,美国的一些科学家提出了人与环境是一个特殊矛盾的整体概念,开启了环境问题综合研究的先河,并且首次提出了“环境科学”的概念,成立了“环境科学学会”,出版了《环境科学杂志》。这些研究从多个方面探讨了环境问题的客观规律,为环境学的形成积累了基础知识。然而总的来说,这一时期的环境问题研究以把自然事物与过程孤立对待为特征,相关学科仅局限于本领域内的问题研究,缺少把环境作为一个有机整体的综合分析。

#### 四、形成与发展时期

此时期为 20 世纪 60 年代至今。20 世纪下半叶,随着工业生产的迅猛发展,环境污染与生态破坏成为全球性问题,影响和阻碍了生产力的发展,强烈推动了环境学的建立。同时,现代科学仪器、分析方法和自然科学整体化研究发展趋势的出现,为环境学的建立提供了理论方法和技术手段方面的基础。60 年代末至 70 年代初,环境研究逐步由多学科单项研究向跨学科综合研究过渡,最终使环境学作为一门具有特定研究对象的综合性学科而诞生,并得到迅速发展。

20 世纪 60 年代以后,随着化学工业的大发展,人类合成了大量的人工合成化学物质,截至 1972 年,人工合成的化学物质已达 400 余万种,其中许多是自然环境所难以降解的物质,如 DDT、聚氯联苯等。这些人工合成的化学物质流失于环境之中后,成为顽固的污染物质,导致环境的恶化,并给人类健康造成了明显的危害。工业和交通运输业的快速发展,形成了全世界每年约 70 亿 t 的巨大数量化石燃料消耗,排入大气的二氧化碳逐年增多,导致环境污染问题由区域性的城市问题演变为全球性问题。70 年代初,仅美国排放的空气污染物每年就达 2 亿 t。据美国海洋研究所估算,1958~1968 年的 10 年间,大气二氧化碳含量增加了 6ppm<sup>①</sup>。大气中二氧化碳含量的快速增加,使大气中二氧化碳的含量超过了环境的调节能力,形成了显著的温室效应,导致全球气温明显上升。这种上升趋势如果不能得到有效遏制,将会在不远的将来给人类造成灾难性的后果。环境污染的日益扩展及其给人类和生物带来的严重危害,迫使许多污染严重的国家不得不成立全国性的环境保护管理机构及科研机构,统一规划全国的环境保护工作,环境治理也从被动的单项治理走向区域的综合防治,从而使环境科学的发展也进入了一个新阶段。

20 世纪末期,高精度和高灵敏度科学仪器及现代分析方法集中出现,如激光和高等离子等新光源光谱仪、中子活化分析仪、色谱-质谱联用分析仪、液谱-质谱联用分析仪、红外光谱吸收分析仪、紫外吸收光谱分析仪及其分析技术等,对于弄清污染物在环境系统内的迁移、扩散和转化的运动规律,以及污染物与生物大分子的作用,提供了分析手段。

<sup>①</sup> 1ppm=1×10<sup>-6</sup>。

同期发展起来的环境监测分析方法的标准化及标准参照物的使用,使不同环境监测机构所获得的数据具有了可比性,使区域性或全国性监测网的组成和数据统一的处理成为可能。环境监测技术的自动化、遥测和遥感技术在环境监测中的使用,以及自动化环境监测网络的建立,使连续获得大片区域内的大量数据得以实现,并能对区域性的污染源进行连续监控。环境系统工程、控制论、环境数学、电子计算技术的综合应用,使区域环境系统分析、寻求区域综合防治最优方案成为可能。人造卫星和红外摄影技术的发展,可以对大气、水体的污染状况进行广域的监测,从而为了解污染物在环境中迁移和扩散的规律提供重要的数据。这些新兴理论、方法和技术的分析应用,为环境学的建立打下了重要基础。

自然科学发展过程中,始终存在着分化与综合两种发展趋势,它们交替占据科学发展的主导地位,对自然科学自身的形成和发展产生重要的影响。20世纪50年代以后,广泛领域内的综合成为科学发展的方向。现代自然科学的整体化发展,是环境学形成与发展的重要条件。综合发展趋势的加强,促使不同学科之间相互交叉协作和融合渗透,从而形成了许多边缘性的综合性学科。这些综合性学科的出现,是自然科学整体化发展的必然结果。环境科学正是科学整体化发展的产物。环境学的研究对象涉及地球岩石圈、大气圈、水圈、土壤圈和生物圈等的全部环境要素,必须运用地学所有分支学科,尤其是生态学、地球化学等综合性学科的理论和方法,对环境进行广域的宏观研究。20世纪60年代以后出现的科学整体化发展趋势,为环境学研究在宏观与微观两个领域内同时开展提供了重要的条件。环境科学就是在科学整体化的进程中,以生态学和地球化学的理论为基础,充分运用化学、生物学、地理学、物理学、气象学、医学、工程学及社会学和经济学等多种学科的理论和方法,对人类活动所引起的环境质量变化及其对人类产生的影响进行系统的综合研究而形成起来的一门综合性学科。

### 第三节 环境学的科学体系与主要分支学科

#### 一、环境学的科学体系

20世纪80年代以来,很多学者对环境科学体系进行了探讨。不同学者对环境科学体系划分的原则和划分方案各不相同,目前尚未取得一致意见。刘培桐等根据环境科学研究对象的性质和内容不同,将环境科学体系划分为理论环境学、部分环境学和综合环境学3个一级分支科学,每个一级分支学科又划分为若干二级分支学科。何强等把环境科学看作是自然科学、社会科学和技术科学的边缘交叉科学,将环境科学体系划分为环境基础科学、环境社会科学和环境技术科学3个一级分支学科,每个一级分支学科又划分出若干的二级分支学科。王飞越等以环境问题的研究程序、空间组织水平、研究对象的特征和时间特征为依据,建立了多维环境科学体系。按照研究程序,将环境学划分为一般理论环境学和应用环境学;按照组织水平,划分为全球环境学、区域环境学和聚落环境学等;按照研究对象的特征,划分为自然环境学、技术环境学和社会环境学等;按照时间特征,划分为环境历史研究、环境现状分析和环境预测等。李春景等根据现代学科的聚散共生规律,将环境学划分为伦理环境学、基础环境学、部门环境学和工程环境学等。马建华等根据这种学科层次划分的思想,建立起环境科学体系,将环境学划分为环境哲学、环境学、环境技术学和环境工程4层次,每个层次又划分为若干级别分支学科。

按照研究内容的层次, 一门学科自上而下可以划分为学科哲学、学科基础理论、学科应用理论和学科应用技术 4 个层次的学科分支。因此, 环境科学的学科体系主要由环境哲学、环境学基本理论、环境自然科学、环境人文社会科学和环境技术科学 5 部分构成。

环境哲学是研究人类环境观的一类学科, 其目的是探讨人类与环境的辩证关系。此类学科有环境辩证法、环境伦理学等。

环境学基本理论是研究环境学基本理论的一类学科, 其目的是探讨环境学的研究对象与内容、学科特点、研究方法、学科体系、环境与环境学发展历史、人类与环境的关系等。此类学科有理论环境学、环境系统学、环境史学等。

环境自然科学是研究自然环境及其与人类和人类社会相互作用关系的一类学科, 其目的是探讨自然环境基本规律、自然环境对人类和人类社会的作用与作用效应、人类对自然环境的影响与改造等。此类学科有环境地学、环境物理学、环境化学、环境生物学、人类环境学等。

环境人文社会科学是研究环境社会现象 and 环境保护社会途径的一类学科, 其目的是探讨环境的人类社会效应和环境保护社会途径与措施。此类学科有环境心理学、环境史学、环境文化学、环境美学、环境考古学、环境法学、环境制度学、环境经济学、环境教育学等。

环境技术科学是研究环境研究与环境控制技术的一类学科, 其目的是探讨环境研究和环境治理保护的方法与技术。此类学科有环境研究技术学、环境控制与保护技术学。其中前者如环境监测学、环境评价学、环境规划学等; 后者即环境工程学, 如大气环境控制工程学、水环境控制工程学、土壤环境控制工程学、生物环境控制工程学、物理环境控制工程学、化学环境控制工程学、环境保育与修复学、环境医学等。

## 二、环境学的重要分支学科

### (一) 环境监测学

环境监测指通过对影响环境质量因素的代表值的测定, 以确定环境质量或污染程度及其变化趋势。环境监测通过对各种污染物质含量、排放量的检测, 跟踪环境质量的变化, 确定环境质量水平, 是环境保护工作的基础性工作。环境监测是了解环境质量状况的主要途径, 其目的是获得监测信息, 为环境管理、环境决策和污染事故应急处理提供技术性科学依据。环境监测还是确定环境保护工作方向和布局的基础。

按照监测对象, 环境监测分为环境质量监测和环境污染源监测两种。环境监测的过程一般为接受环境监测任务、开展现场调查和资料收集、制定环境监测计划与设计实施方案、采样布点、样品采集、样品运输和保存、样品预处理、分析测试、数据处理、综合评价等。环境监测的对象包括自然环境要素、人为环境要素和环境污染组分。环境监测的方法有化学监测、物理监测、生物监测和生态监测。环境监测的主要手段包括物理手段、化学手段和生物手段。

### (二) 环境标准学

环境标准是为了保护人群健康, 防治环境污染, 促使生态良性循环, 合理利用资源, 促进经济发展, 依据环境保护法和有关政策, 对有关环境的各项工作所做的法规性规定。



环境标准是环境保护工作的重要基础之一，是行使环境管理职能和环境执法、处理环境纠纷、进行环境质量评价的依据，可用以衡量环境保护技术工作水平，考核环境保护和污染防治效果，为环境规划、环境管理、城市建设提供环境质量方面的标准依据。

环境标准是在参考国家和地区一定时期自然环境特征、科学技术水平和社会经济发展状况的基础上，按照严格的科学方法和程序制订的。环境标准要符合地区环境状况的实际情况，宽严适度，既要对地区的环境行为有限制作用，又要切实可行，以利于环境质量的保护，避免环境问题造成人体危害和生态破坏。

### （三）环境评价学

环境评价是从保护环境和建设环境的角度，对一切可能引起环境质量变异的人类社会行为产生的环境影响进行的定性和定量的评定。其目的主要是掌握和比较环境质量状况及其变化趋势，寻找污染治理重点，研究环境质量与人群健康关系，预测评价拟建的项目对周围环境可能产生的影响，为环境综合治理、城市规划及环境规划、环境执法等提供科学依据。

环境评价包括环境影响评价和环境质量评价两类，它从环境卫生学角度，按照一定的评价标准和方法，对一定区域范围内的环境质量进行客观的定性和定量调查分析、评价和预测。其实质上是对环境质量优与劣作出评定过程，其内容包括确定环境评价因子、实施环境监测、确定评价标准和评价方法、进行环境识别等。

### （四）环境规划学

环境规划是人类为使环境与经济和社会协调发展而对自身活动和环境所做的空间和时间上的合理安排。环境规划是环境管理的重要内容和主要手段，其目的是指导人们进行各项环境保护活动，按既定的目标和措施合理分配排污削减量，约束排污者的行为，改善生态环境，防止资源破坏，保障环境保护活动纳入国民经济和社会发展规划，以最小的投资获取最佳的环境效益，促进环境、经济和社会的可持续发展。环境规划是国民经济和社会发展的有机组成部分，是环境决策在时间、空间上的具体安排，是一种带有指令性的环境保护方案，具有综合性、区域性、长期性、政策性等特点。

环境规划是 21 世纪以来国内外环境科学研究的重要课题之一，其实质是为克服人类社会经济活动和环境保护活动出现的盲目性和主观随意性而实施的科学决策活动，在社会经济发展和环境保护中，在协调经济社会发展与环境保护的关系、落实环境保护以“预防为主”原则、为各级政府开展环境保护工作提供科学依据、为制定国民经济和社会发展规划及其他专业规划提供科学依据等方面，起着十分重要的作用。

环境规划制定工作一般有确定环境规划目标和指标体系、进行环境评价和预测、环境功能区划、环境规划方案的生成和决策过程、环境规划的实施与管理等内容。

### （五）环境工程学

环境工程学是研究运用工程技术和有关学科的原理和方法，保护和合理利用自然资源，防治环境污染，以改善环境质量的学科，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工程、噪声控制工程、环境污染综合防治、环境系统工程等分支学科。

环境工程学是一门建立在环境学与工程学之间的边缘学科，研究内容繁多，拥有庞大