

www.jccbs.com.cn
免费课件下载

普通高等院校环境科学与工程类系列规划教材

HUANJI SHENGWUXUE

环境生物学

主 编 耿春女 高阳俊 李 丹
副主编 李 彬 庄榆佳

中国建材工业出版社

普通高等院校环境科学与工程类系列规划教材

环 境 生 物 学

主 编 耿春女 高阳俊 李 丹

副主编 李 彬 庄榆佳

中国建材工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

环境生物学 / 耿春女, 高阳俊, 李丹主编. — 北京:
中国建材工业出版社, 2015. 5
普通高等院校环境科学与工程类系列规划教材
ISBN 978-7-5160-1161-4

I. ①环… II. ①耿… ②高… ③李… III. ①环境生
物学-高等学校-教材 IV. ①X17

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 037792 号

内 容 简 介

本教材主要介绍环境生物学的理论基础与实验方法, 它是编者在数十年教学实践的基础上, 结合近年来环境生物学学科的发展而编写的。全书共分 9 章, 分别为: 绪论、生物学基础、生物和环境的互作、生物对污染物的响应和检测、环境质量的生物监测与生物评价、环境污染物的生物修复技术总论、环境污染物的生物修复——水环境、环境污染物的生物修复——大气、环境污染物的生物修复——污染场地。

本书可作为普通高等院校环境科学与工程类专业的本科教材使用, 也可以供相关专业的学生和环境科学及环境工程的科学工作者学习参考。

环境生物学

主 编 耿春女 高阳俊 李 丹
副主编 李 彬 庄榆佳

出版发行: **中国建材工业出版社**

地 址: 北京市海淀区三里河路 1 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 19

字 数: 468 千字

版 次: 2015 年 5 月第 1 版

印 次: 2015 年 5 月第 1 次

定 价: 49.80 元

本社网址: www.jcbs.com.cn 微信公众号: zgjcgycbs

本书如出现印装质量问题, 由我社网络直销部负责调换。联系电话: (010) 88386906

前言

环境科学是一门综合性学科，涉及自然科学、人文社会科学和工程技术等，由环境生物学、环境地学、环境化学、环境物理学、环境医学、环境经济学、环境管理学等学科共同构成环境科学。环境生物学是生物学家解决环境问题时逐步形成的一个边缘学科。因此，了解与掌握环境生物学的基本理论与方法，是环境类专业人才认识和解决环境问题所必须。本教材是为培养环境类专业人才编写的。

本教材主要介绍环境生物学的理论基础与实验方法。它是编写者在数十年教学实践的基础上，结合近年来在环境生物学学科的发展编写的。全书共分九章。

本书可供环境科学与工程专业的本科学生使用，也可以作为相关专业的学生和环境科学及环境工程的科学工作者学习参考。

本书由耿春女（第1章、第6章、第9章）、高阳俊（第2章、第7章、第8章）、李丹（第3章、第4章、第5章）、李彬（第2章、第3章）、庄榆佳（第1章、第9章）编写，由耿春女统稿。

由于编者水平和时间的限制，本教材可能存在疏漏和不足之处，真诚希望有关专家和老师及同学们指正。

耿春女

2015年3月



中国建材工业出版社
China Building Materials Press

我们提供

图书出版、图书广告宣传、企业/个人定向出版、设计业务、企业内刊等外包、代选代购图书、团体用书、会议、培训，其他深度合作等优质高效服务。

编辑部

010-88364778

宣传推广

010-68361706

出版咨询

010-68343948

图书销售

010-88386906

设计业务

010-68361706

邮箱：jccbs-zbs@163.com

网址：www.jccbs.com.cn

发展出版传媒 服务经济建设

传播科技进步 满足社会需求

(版权专有，盗版必究。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。举报电话：010-68343948)

目 录

第1章 绪论	1
1.1 环境科学概述	1
1.1.1 环境科学的研究内容	1
1.1.2 环境科学的发展历史	1
1.2 生物学概述	2
1.2.1 生物学的定义	2
1.2.2 生物学的建立与发展	2
1.3 环境生物学概述	4
1.3.1 定义	4
1.3.2 研究对象	4
1.3.3 研究内容	4
1.3.4 研究方法	4
复习思考题	5
第2章 生物学基础	6
2.1 微生物	6
2.1.1 概述	6
2.1.2 微生物的命名	9
2.1.3 微生物在生物界中的地位	9
2.2 植物	10
2.2.1 概述	10
2.2.2 命名	11
2.2.3 植物在生物界中的地位	11
2.3 动物	12
2.3.1 概述	12
2.3.2 命名	13

2.3.3 动物在生物界中的地位	13
复习思考题	13

第3章 生物和环境的互作

3.1 微生物和环境的互作	14
3.1.1 影响微生物生长繁殖的环境要素	14
3.1.2 环境对微生物生长的影响	24
3.1.3 微生物对环境的适应与抗性	26
3.1.4 生物性污染对环境的影响	29
3.1.5 微生物与生物环境间的相互关系	32
3.2 植物和环境的互作	36
3.2.1 影响植物生长的环境要素	36
3.2.2 污染物对植物新陈代谢的影响	41
3.2.3 污染物对植物生命活动的影响	45
3.2.4 植物对污染物的排出	46
3.2.5 植物对环境的适应与抗性	47
3.2.6 植物及其产物对环境的影响	50
3.3 动物和环境的互作	51
3.3.1 影响动物生长的环境因素	51
3.3.2 动物多样性及其在生态系统中的作用	55
3.3.3 动物受污染环境影响的机制	60
3.3.4 污染物对动物新陈代谢的影响	61
3.3.5 污染物对动物生命活动的影响	63
3.3.6 动物对污染物的排出	64
3.3.7 动物及其产物对环境的影响	67
复习思考题	68

第4章 生物对污染物的响应和检测

4.1 生物化学和分子水平	70
4.1.1 污染物引发生物体的基因突变	70
4.1.2 改变生物体的生化反应和代谢途径	70
4.2 细胞和器官水平	82
4.2.1 细胞与亚细胞水平的毒性效应	82
4.2.2 污染物对器官的影响	82
4.3 个体水平	83
4.3.1 对动植物形态结构的影响	83

4.3.2 对种子生活力的影响	83
4.3.3 对动物生长、繁殖的影响	84
4.4 种群及群落水平	84
4.4.1 种群效应	84
4.4.2 群落效应	85
4.5 生态系统的响应	86
4.5.1 生态系统结构	86
4.5.2 生态系统功能	86
复习思考题	86

第5章 环境质量的生物监测与生物评价

5.1 生物监测和环境质量评价	87
5.1.1 生物监测的基本概念	87
5.1.2 监测生物的选择	88
5.1.3 生物对污染环境的监测与指示	89
5.2 生态环境质量评价	98
5.2.1 生态监测概述	98
5.2.2 生态监测的特点	99
5.2.3 生态监测技术	100
5.2.4 生态监测方案	102
5.3 化学品生态风险评价	103
5.3.1 风险的基本概念	103
5.3.2 风险评价与风险管理过程	104
5.3.3 风险意识	107
5.3.4 风险评价中的不确定因素	108
5.3.5 风险评价的学科贡献	108
5.4 环境污染物对人体健康损害的风险评价	109
5.4.1 健康风险评价发展历程	109
5.4.2 健康风险评价模式	111
5.4.3 我国的健康风险评价	114
5.4.4 某污染场地健康风险评价案例	117
5.5 有害物理因素的生物学效应的评价	125
5.5.1 噪声污染控制	125
5.5.2 振动污染及其控制	126
5.5.3 放射性污染防治	127
5.5.4 电磁辐射污染防治	128

5.5.5 环境热污染及其防治	129
5.5.6 环境光污染及其防治	130
复习思考题	132

第6章 环境污染物的生物修复技术总论

6.1 微生物在生物修复过程中的作用	133
6.1.1 污染物的微生物分解与固定	133
6.1.2 微生物基础代谢活动的变异	134
6.1.3 微生物的营养需求	136
6.1.4 微生物活性及其生态指示	137
6.1.5 土著微生物的适应性	137
6.2 生物修复有效性的影响因素分析	139
6.2.1 污染物种类与浓度的影响	140
6.2.2 影响污染物生物降解的物理化学因素	141
6.2.3 影响污染物生物降解的生物因素	142
6.3 生物修复的场地条件	142
6.3.1 场地基本要求	142
6.3.2 自然生物修复及其场地条件	144
6.3.3 工程生物修复及其场地条件	146
6.4 生物修复过程的评价	147
6.4.1 样品测定	148
6.4.2 细菌总数	148
6.4.3 原生动物数	150
6.4.4 细菌活性率	151
6.4.5 细菌的适应性	151
6.4.6 无机碳浓度	152
6.5 原位生物修复	152
6.5.1 生物净化与生物修复	152
6.5.2 微生物的原位修复	153
6.5.3 原位生物降解示范技术	154
6.5.4 原位生物修复的环境条件	154
6.6 异位生物修复	155
6.7 生物修复应注意的几个重要问题	157
6.7.1 生物修复技术难以去除的污染物	157
6.7.2 表面活性剂对有机污染物生物降解的影响	161
6.7.3 生物有效性及其改善	164

6.7.4 生物进化及其利用	164
复习思考题	165

第7章 环境污染物的生物修复——水环境

7.1 概述	166
7.1.1 水环境中的微生物	166
7.1.2 水环境中的植物	168
7.1.3 水环境中的动物	170
7.1.4 污水的生物处理基础	171
7.2 废水的好氧生物处理	172
7.2.1 概述	172
7.2.2 活性污泥法	172
7.2.3 生物膜法	179
7.3 废水的厌氧生物处理	184
7.3.1 概述	184
7.3.2 厌氧滤池	188
7.3.3 升流式厌氧污泥床反应器(UASB)	190
7.3.4 厌氧流化床	192
7.3.5 厌氧折流板反应器	194
7.3.6 上流式厌氧污泥床—滤层反应器(UBF)	195
7.3.7 EGSB厌氧反应器	196
7.3.8 IC厌氧反应器	199
7.3.9 两相厌氧生物处理技术	203
7.4 废水生物脱氮除磷	206
7.4.1 废水生物脱氮	206
7.4.2 废水生物除磷	211
7.5 污水回用	216
7.5.1 回用概况	216
7.5.2 污水回用工艺	219
7.5.3 污水回用的问题和前景	222
7.6 污水生态工程处理技术	222
7.6.1 概论	222
7.6.2 稳定塘	223
7.6.3 土地处理	225
7.6.4 湿地生态处理系统	228
7.6.5 生态浮床	230

复习思考题	242
-------------	-----

第8章 环境污染物的生物修复——大气

8.1 概述	243
8.1.1 空气中的微生物	243
8.1.2 废气微生物处理原理	244
8.1.3 参与废气处理的微生物	244
8.1.4 废气生物处理方法	245
8.2 大气污染物的微生物处理	249
8.2.1 煤炭微生物脱硫	249
8.2.2 微生物烟气脱硫	250
8.2.3 微生物去除 H_2S	252
8.2.4 微生物去除 NH_3	253
8.2.5 微生物去除甲硫醇废气	254
8.2.6 微生物去除 NO_x	254
8.3 植物对气态污染物的净化	255
8.3.1 植物对气态污染物的净化作用	255
8.3.2 植物对气态污染物的指示作用	256
8.3.3 指示气态污染物的植物种类	256
8.3.4 指示植物受害症状	257
复习思考题	258

第9章 环境污染物的生物修复——污染场地

9.1 堆肥	261
9.1.1 好氧堆肥法	261
9.1.2 厌氧堆肥法	265
9.1.3 案例	266
9.2 生物通风	267
9.2.1 定义	267
9.2.2 发展史	267
9.2.3 影响生物通风的因素	268
9.2.4 生物通风技术的强化	270
9.2.5 生物通风的优势和应用限制	270
9.2.6 生物通风理论研究	271
9.3 植物修复	274
9.3.1 定义	274

9.3.2 基本类型	274
9.3.3 植物对重金属超常吸收的机制	279
9.3.4 案例	283
9.4 自然降解	283
9.4.1 定义	283
9.4.2 主要类型	283
9.4.3 优点和限制	287
复习思考题	287
参考文献	288

第1章 绪 论

学 习 提 示

本章主要介绍了环境生物学与环境科学和生物学的关系。重点掌握环境科学的研究对象、内容和方法。

1.1 环境科学概述

环境科学是 20 世纪 50 年代后,为了解决环境问题而诞生和发展的新兴学科,它经过 10 多年的奠基性的工作准备,到 70 年代初期,发展成一门研究领域广泛、内容丰富的学科。环境科学的发展异常迅速,可以说,它的产生既是社会的需要,也是 20 世纪 70 年代自然科学、社会科学相互渗透并向广度和深度发展的一个重要标志。

1.1.1 环境科学的研究内容

环境科学是研究和指导人类在认识、利用和改造自然中,正确协调人与环境相互关系,寻求人类社会可持续发展途径与方法的科学,是由众多分支学科组成的学科体系的总称。从广义上说,它是研究人类周围空气、大气、土地、水、能源、矿物资源、生物和辐射等各种环境因素及其与人类的关系,以及人类活动对这些环境要素影响的科学。从狭义上讲,它是研究由人类活动所引起的环境质量的变化以及改进环境质量的科学。

1.1.2 环境科学的发展历史

环境科学是在环境问题日益严重后产生和发展起来的一门综合性学科,目前这门学科的理论和方法仍在发展之中。纵观环境科学的发展历程,可以将其划分为:相关学科探索和环境科学作为一门综合性学科形成和发展两个阶段。

1. 相关学科的探索

环境问题的出现已影响到经济的发展和人类的生存。地学、生物学、化学、物理学、医学和一些工程技术等学科的学者分别从本学科的角度出发,研究如何认识和解决环境问题。1846 年德国植物学家弗拉斯在其《各个时代的气候和植物界》一书中论述人类活动影响到植物界和气候的变化;美国学者马什在 1864 年出版的《人与自然》一书中,从全球的观点出发论述了人类活动对地理环境的影响,特别是对森林、水、土壤和野生动植物的影响,呼吁开展保护运动。在工程技术方面,给排水工程是一个历史悠久的技术部门,1897 年英国就建立了污水处理厂,消烟除尘的技术在 19 世纪已有所发展。这些基础科学和应用技术的

进展,为解决环境问题提供了原理和方法学支持。

2. 环境科学的形成与发展

环境科学作为一门独立的学科是在 20 世纪 50 年代环境问题成为全球性重大问题后形成的。当时许多科学家,包括生物学家、化学家、地理学家和社会学家对环境问题共同进行调查和研究。他们在各自学科的基础上,运用原有的理论和方法,研究环境问题,通过这种研究,逐步形成了一些新的边缘学科,如环境地学、环境生物学、环境化学、环境物理学、环境医学、环境工程学、环境经济学等。在这些分支学科的基础上,孕育着环境科学。最早提出“环境科学”的是美国学者,当时指的是研究宇宙飞船中的人工环境问题。

20 世纪 60 年代末,西方十国的 30 多位自然科学家、经济学家和工业家在意大利开会讨论人类当前和未来的环境问题,成立了罗马俱乐部,并先后发表了米多斯等人撰写的《增长的限度》和戈德史密斯的《生存的战略》。70 年代出版了以《环境科学》为书名的综合性专著。1972 年英国经济学家沃德和美国微生物学家杜博斯受联合国人类环境会议秘书长的委托,主编出版了《只有一个地球》一书,试图从整个地区以及社会、经济和政治的角度来探讨环境问题。这可以被认为是环境科学的一部绪论性质的著作,从而形成了环境科学相对独立的研究体系。

1992 年在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会上通过了《气候变化框架公约》和《生物多样性公约》,并在所通过的《里约环境与发展宣言》中提出了“可持续发展”的概念:“人类应享有以与自然和谐的方式过健康而富有生产成果的生活权利,并公平地满足今世后代在发展与环境方面的需要”。这表明人类的发展观念和发展思想发生了深刻的改变,标志着人类即将步入可以被称为“环境文明”的新的历史时代。在“可持续发展”这一新的发展观的指导下,环境科学进入一个更高的新境界,它将从此发展成为一门崭新的、独立的科学。

1.2 生物学概述

1.2.1 生物学的定义

生物学(biology)就是研究生物的生命现象、本质和生活规律的科学。生物学又称生命科学(life science),是自然科学的基础学科之一,研究范围主要包括生物的形态结构和功能、发育规律、生物的物质与能量代谢、遗传变异和进化、生物多样性、分布规律及其与环境的相互关系等。

1.2.2 生物学的建立与发展

生物学的建立源于人类自身的需要,并随着生产实践活动的深入而不断发展。回顾其发展历程,可以大体分为以下几个时期。

1. 生物学建立的准备和奠基时期

16 世纪以前,人类对生物学的认识主要着重于在生产和医疗中的应用,并没有形成真正的科学体系,但为生物科学的建立奠定了坚实的基础。这时期的成果主要有:记载人体生理学和病理学知识的《内经》;总结我国古代对植物人工选择、人工杂交、嫁接和定向培育

等科学原理的《齐民要术》；对动植物做详细分类的《本草纲目》及亚里士多德在对生命现象进行了深入的专题性的研究后所写的《动物志》等。

2. 生物学的建立和发展时期

生命科学的建立可以说是从形态学开始的。1543年，比利时医生维萨里（Andreas Vesalius）在《人体的结构》一书中分别讲述骨骼、肌肉、循环、神经、腹部内脏和生殖、胸部内脏、脑及脑垂体和眼睛的解剖结构。1628年，英国医生哈维（William Harvey）发表了他的名著《心血循环论》。他们的工作标志着解剖学和生理学的建立。

1665年，英国人胡克（R. Hooke）用自制显微镜首先发现木栓细胞。1695年，荷兰人列文虎克（A. van Leeuwenhoek）观察到了细菌的活动，从此开启人类认识微生物世界的大门。18世纪，瑞典科学家林奈创立双名法，结束了生物分类的混乱状态。1839年，德国生物学家施莱登（M. J. Schleiden, 1804~1881）和施旺（T. Schwann, 1810~1882）共同提出了细胞学说，揭示了所有的生物都是由细胞组成的，它们具有共同的起源。1859年，达尔文发表《物种起源》，确立了生物进化的观点。

1865年，奥地利学者孟德尔（G. Mendel）发表了《植物杂交试验》的论文，后经得弗里斯（DeVries）、萨顿（Sutton）和约翰逊（Johannsen）等人的进一步实验和细胞学观察，逐渐建立了染色体遗传学说。1926年，美国学者摩尔根（T. H. Morgan）发表了基因论，阐明了遗传和变异的若干规律。1941年，比德尔（Beadle）和塔特姆（Tatum）又提出“一个基因一个酶”的学说，把基因与蛋白质的功能结合起来。1928年，格里菲斯（F. Griffith）进行了肺炎双球菌实验，并经阿委瑞（O. T. Avery）等人的深入研究，终于在1944年证明DNA是遗传物质。1953年，克里克（F. Crick）和沃森（J. D. Watson）提出DNA双螺旋分子结构模型，这直接导致了对生物“DNA-RNA-蛋白质”中心法则（central dogma）的揭示。中心法则的发现是20世纪分子生物学最重大的成就，开创了分子生物学的新纪元。

细胞学说、进化论和遗传学奠定了现代生物学的基础，对生物的认识统一到生物的个体发育和系统发育的主线上，推动了人类对生物从细胞—组织—器官生长发育规律、从低等生物到高等生物的演化规律的认识，自然分类系统的形成以及生物的形态结构、生长发育和生理代谢等都受制于遗传物质的认识。

3. 现代生命科学时期

20世纪50年代以来，随着现代物理学、化学、数学、计算机新理论和新方法的快速发展，生命科学研究方法也产生了巨大的变革，生命科学已从静态的、定性描述性学科向动态的、精确定量学科转化。把化学和物理学的观念、理论和实验手段引入生物学是现代生物学研究的一个重要特点。早于17~18世纪，生物学家就尝试用物理和化学规律来解释生命现象。著名瑞典化学家柏齐里乌斯（J. J. Berzelius, 1779~1848）就用催化作用的概念来阐明有机体的生物化学过程。同时，细胞内物质分解、合成以及细胞各种生命活动的发生都伴随着能量的产生、转换和释放，高能化合物——三磷酸腺苷（ATP）等作为能量代谢储转站的发现，使这些过程都可以从化学变化的角度得到阐述。随着研究的进展，分支越来越多，产生许多分支学科。同时，各学科之间相互渗透，相互融合，相互推动，表现为高度综合。

现代生命科学在以往研究的基础上有向微观和宏观两极发展的趋势。现代生物科学在微观领域探索的重点是生物分子的结构和功能，这使分子生物学得到了迅猛的发展并带动了整个生物科学的全面发展。20世纪下半叶以来，生命科学是围绕分子生物学的发展而展开的，

分子生物学在生命科学中处于主导地位。在宏观方面，现代生物科学对生态系统结构和功能的研究日益关注，对人与生物圈的关系问题特别重视。宏观研究与微观研究两者紧密结合，推动着生物科学的蓬勃发展。

1.3 环境生物学概述

1.3.1 定义

环境生物学 (Environmental Biology) 是研究生物与受人类干扰的环境之间相互作用规律及其机理的科学，是环境科学的一个分支学科。

1.3.2 研究对象

环境生物学是研究生物与受人类干扰的环境间的相互关系。这里的生物不只表示一个生物个体，而是指生物各级组构水平的总称。从微观到宏观依次是基因 (gene)、细胞 (cell)、组织/器官 (tissue/organ)、个体 (organism)、种群 (population)、群落 (community)、生态系统 (ecosystem) 及生物圈 (biosphere)。人类干扰也包括两个方面：一是指人类活动对生物系统造成的污染；二是指人类活动对生物系统的影响和破坏，即对自然资源的不合理利用。

1.3.3 研究内容

1. 环境污染的生物效应

主要研究污染物在环境中的迁移、转化和积累的生物学规律及其对生物的影响和危害，从生物各级组构水平来探索污染效应的机理。在此基础上，研究环境污染的生物监测与生物评价的理论和方法。

2. 环境污染的生物净化

环境污染的迁移、转化会受到生物各级组构水平的直接或间接影响。因此环境生物学的第二个研究方向是：研究生物对环境污染净化与去除的原理、方法及其影响因素，通过生物学或者生态学的方法与技术进一步强化生物对环境污染的净化作用，包括具有高效净化能力的生物种类及菌株的筛选以及基因工程菌的构建；降解和去除污染物的机理及其降解动力学反应模型等。

3. 保护生态学

包括自然保护生物学和恢复生态学，自然保护生物学主要是研究生物多样性的保护、自然保护技术和自然保护区的建设，探索保护、增值和合理利用自然资源的规律，协调人类与自然环境的关系，使人与自然和谐相处；恢复生态学主要是研究生态系统的退化机理、物种进入和生长及群落聚集过程的限制因素、群落结构和生态系统的结构与功能之间的关系，制定退化生态系统的恢复方案，发展受损环境恢复的生物学或生态学技术。

1.3.4 研究方法

环境生物学研究的对象决定了它的研究方法。环境生物学主要的研究对象是生物和受人

类干扰的环境。因此,生物学、生态学以及一般环境特征的研究方法在该学科中得到广泛的应用。由于它不是孤立地研究生物,而着重于生物与受干扰环境相互关系的研究,因此在学科发展过程中,结合环境的研究,也形成了许多特有的研究方法。同时由于环境科学是一门综合性很强的科学,涉及的学科范围很广,环境生物学研究在吸收传统学科知识的同时,也引进了其研究的方法和手段。环境生物学的研究方法主要有以下三类:

1. 野外调查和试验

野外调查和试验是环境生物学最主要、最常采用的研究方法。环境和生物是环境生物学研究的核心,通过科学详尽的野外调查和试验,才能确定环境污染因子类型、数量和强度等基本资料情况;开展受损生物种类和数量以及生物群落结构的现场调查,分析现场生物指数、污染指数和生物多样性指数等评价项目;探索环境中物理、化学或者生物因素对生物或生态系统影响的基本规律。这种试验可以以自然环境为试验对象,也可以根据研究目的的需要人工设计,以利于控制。

2. 实验室试验

通过实验室的试验手段,可以进行环境污染的生物效应和生物净化过程及其机理的研究。这种研究是在人工控制的条件下,具有较好的稳定性和可重复性。因此,可以从微观上探索环境污染与生物的相互关系。例如,在实验室内,控制介质为一定 pH 和温度,观察某种污染物在不同浓度下对生物体内的大分子、细胞、器官以及生物个体、种群和生态系统的结构与功能的影响,就能够确定该污染物在一定环境条件下对生物生长与繁殖的影响程度,为制定其环境排放标准提供科学依据。

3. 模拟研究

在系统分析原理的基础上,利用计算机和近代数学的方法,在输入有关生物与环境相互关系规律的作用参数后,根据一些经验公式或模型,进行运算,得到抽象的结果,研究者根据具体的专业知识,对其发展趋势进行预测,以达到进一步优化和控制的目的。这种研究方法称为模拟研究。环境生物生物学研究中常常应用数学模型来预测环境因素与生物相互作用规律或环境变化对生物作用的后果。



复习思考题

1. 简述环境生物学与环境科学和生物学的关系。
2. 环境生物学的研究方法是什么?