

普通高中

生物学

教学参考资料

选择性必修 2 生物与环境



上海科学技术出版社

普通高中

生 物 学
教学参考资料

选择性必修 2 生物与环境

上海科学技术出版社

主 编：赵云龙 周忠良
本册主编：梅其春
本册副主编：赵 玥 陈 华
编写人员：（以姓氏笔画为序）
沈 宇 张 阳 陈 琰
姜晓东 徐敏娜 戴 赞

图书在版编目(CIP)数据

普通高中生物学教学参考资料·选择性必修2 生物与环境 / 上海市中小学(幼儿园)课程改革委员会组织编写；赵云龙，周忠良主编. — 上海：上海科学技术出版社，2022.8 (2024.8重印)

ISBN 978-7-5478-5686-4

I. ①普… II. ①上… ②赵… ③周… III. ①生物课—高中—教学参考资料 IV. ①G634.913

中国版本图书馆CIP数据核字(2022)第093658号

责任编辑：杨 硕 吴 玥

封面设计：蒋雪静

普通高中 生物学教学参考资料 选择性必修 2 生物与环境
上海市中小学（幼儿园）课程改革委员会组织编写

出 版 上海世纪出版（集团）有限公司 上海科学技术出版社
(上海市闵行区号景路 159 弄 A 座 9F-10F 邮政编码 201101)

发 行 上海新华书店

印 刷 上海中华印刷有限公司

版 次 2022 年 8 月第 1 版

印 次 2024 年 8 月第 3 次

开 本 890 毫米 × 1240 毫米 1/16

印 张 9.75

字 数 213 千字

书 号 ISBN 978-7-5478-5686-4 / G · 1116

定 价 29.00 元

版权所有·未经许可不得采用任何方式擅自复制或使用本产品任何部分·违者必究
如发现印装质量问题或对内容有意见建议，请与本社联系。电话：021-64848025

目 录

第1章 种群和群落 / 1

- 第1节 种群特征及其影响因素 / 7
- 第2节 用数学方法描述种群数量的变动规律 / 16
- 第3节 群落是多物种种群形成的复杂空间结构 / 28
- 第4节 群落演替是生物与环境相互作用的结果 / 44

第2章 生态系统的结构与功能 / 56

- 第1节 生态系统各组分紧密联系成一体 / 61
- 第2节 能量在单向流动中逐级递减 / 67
- 第3节 物质在生态系统中循环利用 / 72
- 第4节 生态系统运行离不开信息传递 / 78

第3章 生态系统的相对稳定性 / 84

- 第1节 生态系统具有维持动态平衡的能力 / 89
- 第2节 生态系统的稳定性受到各种干扰的影响 / 95

第4章 生态环境的保护 / 102

- 第1节 人口增长影响生态环境 / 107
- 第2节 生物多样性关系到生态系统稳定及人类生存和发展 / 115
- 第3节 保护环境实现人类与自然的和谐相处 / 124

附 录 / 130

- 附录1 教材“自我评价”与“学业评价”参考答案 / 130

附录 2 《练习部分》参考答案 / 138

附录 3 《实验与活动部分》“学业评价”参考答案 / 148

附录 4 教学参考书目 / 150

第1章 种群和群落

在生态系统中,生物与环境、生物与其他生物之间有着复杂多样的联系和作用。本章通过引导学生分析上海崇明东滩斑嘴鸭种群、热带雨林的空中群落、上海大金山岛的变迁等案例,运用比较与分类、归纳与概括等科学思维方法,列举生物种群的基本特征及其影响因素,分析群落的物种组成、群落的结构等特征,阐明群落演替的历程及影响因素等。通过探究培养液中酵母种群数量变化、探究土壤中动物类群的丰富度、调查城市常见鸟类生态位等探究活动,帮助学生运用科学、系统的生态学研究方法,对种群和群落的结构、功能及动态变化开展研究,并运用结构与功能观、稳态与平衡观等生命观念,从群体水平探讨生命系统的组成、结构、功能及发展规律。在建构“不同种群的生物在长期适应环境和彼此相互适应的过程中形成动态的生物群落”重要概念的过程中,引导学生了解人类活动对生态系统中种群和群落的影响,帮助学生形成保护环境、改善环境的责任意识。

一、本章对应的《课程标准》要求

1. 内容要求与教学活动

本章内容框架的确定和主要内容的编写是依据《课程标准》内容要求“2.1 不同种群的生物在长期适应环境和彼此相互适应的过程中形成动态的生物群落”。教材结合学科内在体系和教学目标,分4节进行概述和说明(表1-1)。

表1-1 第1章内容与《课程标准》要求对照表

教材内容	《课程标准》要求
第1节 种群特征及其影响因素	2.1.1 列举种群具有种群密度、出生率和死亡率、迁入率和迁出率、年龄结构、性别比例等特征 2.1.3 举例说明阳光、温度和水等非生物因素以及不同物种之间的相互作用都会影响生物的种群特征
第2节 用数学方法描述种群数量的变动规律	2.1.2 尝试建立数学模型解释种群的数量变动
第3节 群落是多物种种群形成的复杂空间结构	2.1.4 描述群落具有垂直结构和水平结构等特征,并可随时间而改变

(续表)

教材内容	《课程标准》要求
第4节 群落演替是生物与环境相互作用的结果	2.1.5 阐明一个群落替代另一个群落的演替过程,包括初生演替和次生演替两种类型 2.1.6 分析不同群落中的生物具有与该群落环境相适应的形态结构、生理特征和分布特点

根据《课程标准》教学提示中提出的活动要求,结合实际课时,本章安排了2个学生实验和1个学生活动(表1-2)。

表1-2 第1章实验和活动与《课程标准》要求关系

实验和活动名称	性质	《课程标准》要求
探究培养液中酵母种群数量的变化规律	学生实验	探究培养液中某种酵母种群数量的动态变化
探究土壤中动物类群的丰富度	学生实验	研究土壤中动物类群的丰富度
调查城市常见鸟类生态位	学生活动	尝试分析当地自然群落中的某种生物的生态位

2. 学业要求

《课程标准》关于本章的学业要求是学生应该能够:运用数学模型表征种群数量变化的规律,分析和解释影响这一变化规律的因素,并应用于相关实践活动中;举例说明不同类型群落的结构、特征及演替规律。对此,教材从以下几个方面进行落实。

生命观念:通过探究培养液中某种酵母种群数量的动态变化,阐述种群数量在有限条件下维持相对稳定的机制;通过研究土壤动物类群的丰富度的实验,能运用稳态与平衡观、进化与适应观等生命观念,说明某一种群的特征及其变化,受其生活中环境中生物因素和非生物因素的影响,且随环境因素的改变而变化;通过分析当地自然群落中的某种生物的生态位,能认识生物群落是各种生物长期适应环境和彼此相互作用的过程中形成的;通过分析群落的物种组成和结构、种间关系、群落的演替、不同群落中的生物对该群落环境的适应等,能运用结构与功能观、稳态与平衡观、进化与适应观等生命观念,概述群落通过发展变化,直至达到平衡的方式。

科学思维:通过建立和运用数学模型,表征和解释种群数量变动的规律,分析解释其影响因素;通过运用比较与分类、归纳与概括等思维方法,举例说明种群的数量特征及影响生物种群特征的因素;能运用概念图表示群落的结构、主要类型、演替过程,系统地表示种群和群落的结构关系,以及生物与生物之间、生物与环境之间的相互作用。

科学探究:能基于“让试管中酵母种群数量维持相对稳定”的情境,设计实验探究方案;在本章2个实验和1个活动的小组合作实施过程中,能运用合理的方法如实记录实验数据,运用数学方法分析,运用科学术语阐明实验结果。

社会责任:通过探讨外来物种入侵、野生动物资源管理等社会议题,加强形成珍爱生命、人与自然和谐发展以及可持续发展的观念,养成保护环境、维护生态平衡的习惯;通过提出在城市化环境中

保护两栖类动物的方法、为保护和恢复我国渔业资源献计献策等,引导学生关注环境议题,并能提出人与环境和谐相处的合理化建议。

二、本章与学科体系内容关系

1. 本章与其他章节之间的关系

在学习本册内容之前,学生已在必修1《分子与细胞》的学习中从细胞水平认识了生命的物质基础、结构基础及生命活动的规律,在必修2《遗传与进化》中能从基因水平认识生命的发生、发展及其原理和规律,在选择性必修1《稳态与调节》中能从个体水平认识生物与环境间的相互作用,认识机体维持稳态的调节机制,这都为本章学习奠定了基础。通过本模块的学习,能培养学生采用不同的视角,从微观、个体水平转到宏观、群体水平上来,从群体水平认识生物与生物、生物与非生命环境之间的相互关系,探讨生命系统的组成、结构和发展变化规律。

2. 本章各节之间的关系

教材分别从“种群特征及其影响因素”和“群落的结构和演替”两条主线,分4节逐步进行阐述和说明(图1-1)。第1节从群体水平针对本地某种群的密度等数量特征展开讨论,从具体的事例中运用归纳与概括、比较与分类的科学思维阐释种群的概念、种群的数量特征及影响因素,是第2节和第3节学习的基础。第2节通过探究培养液中酵母种群数量的变化规律,针对实验现象,利用模型与建模的科学思维,借助数学模型来解释酵母数量变化的规律,揭示自然界不同种群的数量变动规律和本质。第2节是在第1节所学概念的基础上,对生命现象进行量化,用数学方法描述生命现象。第3

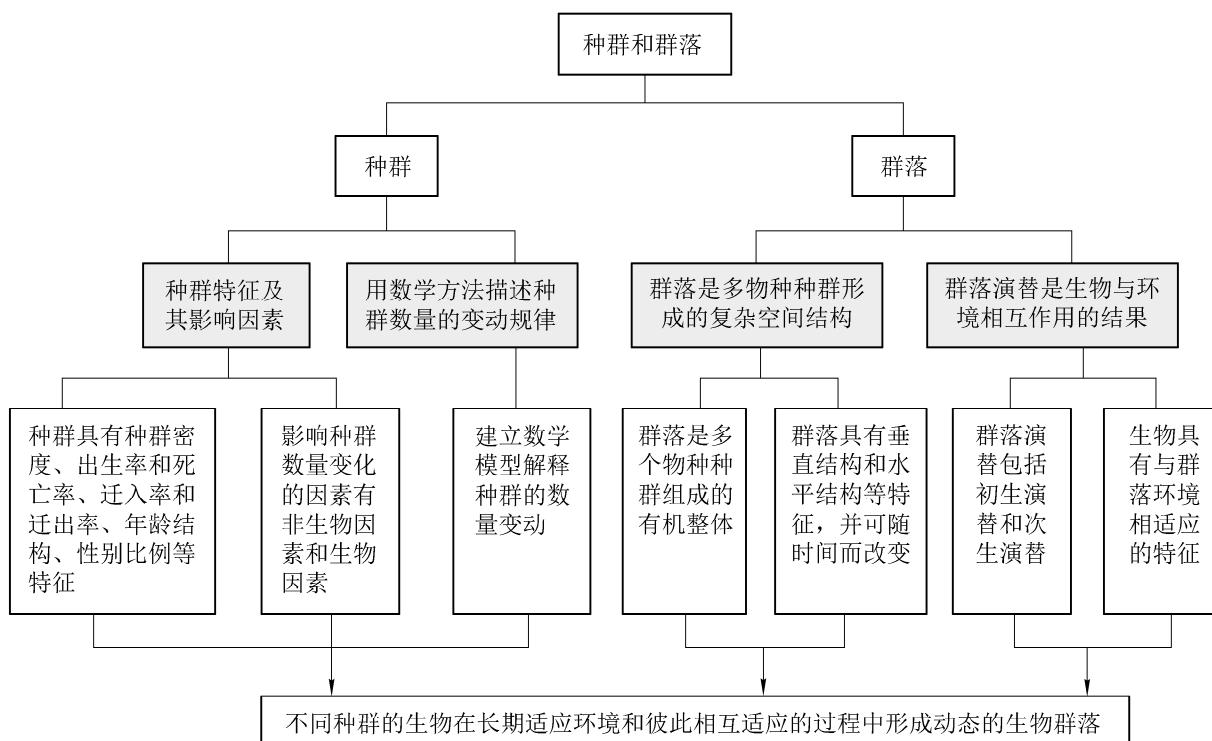


图1-1 第1章各节概念之间的关系

节结合学生相关的知识,通过对具体事例的分析,如对土壤中动物类群丰富度的探究实验和对城市常见鸟类生态位的调查活动等,运用多种生态学研究方法如实记录和分析实验结果,从而认识群落的物种组成和空间结构。再通过举例说明人类活动对本地种群和群落产生的影响,逐步树立人与自然和谐共处的观念。第4节以上海地区大金山岛为例,阐明群落的演替过程和类型,解释群落演替是生物与环境相互作用的结果。通过本章的学习,了解人类活动对种群、群落的影响,初步形成珍爱生命、人与自然和谐发展以及可持续发展的观念,养成保护环境、维护生态平衡的行为习惯。

三、本章教学目标

运用进化与适应观、稳态与平衡观等生命观念,举例说明种群的数量特征及其影响因素,解释种群数量维持相对稳定的原因;通过探究培养液中某种酵母种群的动态变化,运用数学模型,解释种群数量变化的规律,并分析影响种群数量变化的因素;通过研究土壤中动物类群的丰富度和当地自然群落中某种生物的生态位等探究活动,说明群落的结构,概括不同种群生物形成动态生物群落是适应的结果;结合实例,分析群落演替的原因及影响因素,举例说明群落中生物具有与群落相适应的特征,了解人类活动对群落演替的影响,形成保护环境、改善环境的社会责任意识。

四、本章课时建议

本章建议10课时,具体见表1-3。

表1-3 第1章课时安排

教学内容	课时建议
第1节 种群特征及其影响因素	2
第2节 用数学方法描述种群数量的变动规律	3
第3节 群落是多物种种群形成的复杂空间结构	3
第4节 群落演替是生物与环境相互作用的结果	1
学习交流与评价	1

其中,第2节中的探究·实验1-1“探究培养液中酵母种群数量的变化规律”1课时;第3节中的探究·实验1-2“探究土壤中动物类群的丰富度”1课时、探究·活动1-3“调查城市常见鸟类生态位”1课时。

五、本章评价建议

1. 评价内容

(1) 学生的生命观念

学生是否能运用结构与功能相统一的观念、生物与环境相互作用的系统观、稳态与平衡观、进化

与适应观等生命观念,说出某一具体种群的特征及其变化,受其生活环境中的生物因素和非生物因素的影响,且随环境因素的改变而变化;能认识到生物群落是在各种生物长期适应环境和彼此相互作用的过程中形成的,并不断发生变化,直至达到平衡状态。

(2) 学生科学思维的发展

学生是否能运用系统分析的思想和方法、数学模型、归纳与概括、演绎与推理等科学思维方法认识和分析种群和群落等重要的生态学概念之间的联系;能运用数学模型表示种群数量变化规律,分析并解释影响其变化的因素;能运用种群和群落等相关概念、种群数量变动的规律、群落的空间结构、群落演替的规律等生态学原理和规律,在探究培养液中酵母种群数量的变化规律、探究土壤中动物类群的丰富度和调查城市常见鸟类生态位等生态学实践活动中作出科学的分析和判断;在面对相关社会议题时,如退耕还林、禁渔期等,能运用生态学重要概念和原理,通过逻辑推理阐明立场、作出决策等。

(3) 学生科学探究的能力

学生是否能针对种群数量变化规律、物种丰富度、鸟类生态位等给定的生态学情境提出问题,基于给定的条件,设计出有针对性且可行的探究方案,能运用合理的方法如实记录,运用数学方法分析和用科学术语阐明实验结论。

(4) 学生的社会责任意识

学生是否能关注环境议题、关注生态学研究的进展等,能形成珍爱生命、人与自然和谐发展以及可持续发展的观念,养成保护环境、维护生态平衡的习惯,并能提出人与环境和谐相处的合理化建议。

2. 评价方式

(1) 自我评价

本章在每节设置了适量的自我评价题,其目的是帮助学生在学完每节内容后,评价相关学习目标达成情况。通常围绕重要概念和学科核心素养进行。例如,第1节第3题以上海城市化水平对两栖动物生存的影响为例,提高学生数据分析和得出结论的科学探究能力,引导学生运用稳态与平衡的观念,提出在城市化环境中保护两栖动物的建议,提高人与生物和谐发展的生态意识和社会责任。同时,也培养了学生初步运用系统分析的方法,从整体出发分析生态学问题的能力(生命观念水平4、科学思维水平3、科学探究水平3、社会责任水平4)。第2节第3题以我国渔业可持续发展为例,启发学生运用稳态与平衡观、生物与环境相互作用的系统观,解释种群特征及数量变化的规律,尝试分析导致渔业资源量下降的原因,提出缓解渔业资源枯竭问题的措施。学生在为我国渔业资源保护和恢复献计策的过程中,逐渐养成了保护环境、维护生态平衡的习惯(生命观念水平4、科学思维水平4、社会责任水平4)。

(2) 学业评价

本章设置了2道学业评价题,其评价目标是以真实情境为题干,围绕学科核心素养,侧重生物学概念的建构、生命观念的理解和应用及信息的分析能力。问题的呈现形式有选择、填空、提出建议、阐述原因等。

第 1 题：以高山草甸为例,考查学生对种群密度调查方法、群落中种间关系的理解,以及运用生物与生物、生物与非生物环境之间和谐统一的观念,对当地环境治理提出意见和建议(生命观念水平 3、社会责任水平 3)。

第 2 题：以我国长江口九段沙为例,考查学生运用比较与分类思维,根据不同时期九段沙岛屿面积以及三种植被面积的变化情况,归纳该岛屿上群落生物之间的关系以及群落的演替类型(科学思维水平 3)。

第1节 种群特征及其影响因素

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 分析具体的生物种群,列举生物种群的基本特征,并应用于解决实际问题。
- (2) 剖析非生物因素及生物因素对种群特征的影响,形成进化与适应的生命观念,提升保护生态环境的意识。

这两项目标是依据《课程标准》内容要求 2.1.1 和 2.1.3 设定的。目标(1)要求能列举种群具有种群密度、出生率和死亡率、年龄结构、性别比例等特征;学会以数量化指标对种群特征进行描述,认识种群与个体的区别与联系,并能应用于解决实际问题(水平 3)。目标(2)要求运用稳态与平衡、进化与适应的生命观念说明某一具体种群的特征及其受其生活环境中生物因素和非生物因素影响的变化,提升保护环境的生态责任意识(水平 3)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 2.1.1 和 2.1.3 而选取的,教材通过系列生物学事实来阐明和举例说明(表 1-4)。

表 1-4 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
种群具有种群密度、出生率和死亡率、迁入率和迁出率、年龄结构、性别比例等特征	出生率和死亡率可以估计种群的生存现状和发展趋势
	当种群密度过高时,种群中的一些个体可能会迁出
	种群数量的维持是一个动态的过程
	出生率和迁入率是表示种群数量增加的种群特征,死亡率和迁出率是表示种群数量下降的种群特征
	年龄结构和性别比例也是影响种群发展的重要因素
阳光、温度和水等非生物因素以及不同物种之间的相互作用都会影响生物的种群特征	水、温度、光等常见的非生物因素会影响种群的特征
	天敌、传染病病原体等生物因素在不同物种之间的相互作用也会影响种群的特征
	不同环境因子相互结合、共同作用于生物的种群

3. 学习内容

本节内容主要让学生认识到种群是在宏观和群体水平上研究生物的基本单位,种群内的个体通过特定关系构成一个整体,并具有一定的特征,帮助维持种群数量的相对稳定。此外,非生物因素和生物因素也会对种群的数量造成影响。

本节引言设置“上海崇明东滩的鸟类物种”的情境。学生通过初中阶段的学习及生活经验,对种群的概念略有了解,可作为前概念引入。但是,“种群有哪些特征?哪些因素会影响种群的生存?鸟类种群如何维持个体数量的相对稳定?”等学生了解较少。为此,教材在课前活动中以“上海崇明东滩”作为情境引入,向学生呈现了芦苇荡中斑嘴鸭的简介及图片,启发学生回忆初中所学的关于种群的概念,尝试概括出种群的概念、辨别其他的生物种群、探讨影响种群生存的因素等,激发学生的兴趣,为新课做好铺垫。首先,启发学生结合上海崇明东滩湿地乡土地理的相关知识,从种群数量如何保持相对稳定的问题出发,引导学生回忆必修2中“种群”的概念。接着,组织学生课前搜集崇明东滩湿地鸟类种群相关调查研究资料,以斑嘴鸭种群为例,让学生尝试说出种群的特征、推测影响种群数量的原因等,提高学生基于事实和证据分析与推理的能力。有条件的学校,可组织学生课前开展崇明湿地的实地考察,激发学生的学习兴趣。此活动以学生身边的本土生物为例,贴近实际生活,培养学生关注身边生物学现象、提出问题的意识和能力,也为探讨种群的数量变化及其内在的因果关系做了铺垫。

教材分2目,从列举种群的数量特征,到说明影响种群特征的因素。

第1目:用数量化指标描述种群特征。教材围绕种群如何维持个体数量的相对稳定展开。由于种群的特征是比较抽象的概念,通过课前活动,帮助学生充分理解种群概念的本质。接着,教材通过呈现大量动、植物种群数量特征的案例以及我国人口不同年龄和不同性别的图文资料,帮助学生以数量化指标描述种群具有种群密度、出生率和死亡率、年龄结构、性别比例等特征。一方面,帮助学生认识种群与个体的区别和联系,理解种群作为一个整体不间断地存在和延续着,丰富学生对生命系统的认识,提升生命的系统观;另一方面,引导学生理解一个物种种群数量的维持是一个动态平衡,形成生态系统的稳态与平衡观。为了能让学生直观地了解到种群密度是种群最基本的数量特征,教材广角镜介绍了估测种群密度的几种常用的生态学方法,如样方法、标志重捕法和样线法,鼓励教师带领学生在校园直观地体验植物种群密度调查的研究方法,加深学生对生态学研究方法的理解,培养学生运用生态学原理解决实际问题的能力。

第2目:环境因子影响种群特征。教材着重强调了环境因子与自然种群之间的相互作用。环境因子包括非生物因素和生物因素两大类。在非生物因素方面,教材通过环境因素对种群的出生率和死亡率、迁入率和迁出率、年龄结构和性别比例等产生影响的大量案例,让学生运用归纳与概括的科学思维方法,列举非生物因素对种群数量的影响,认识到同一非生物因素对不同生物种群的影响是不同的,各种非生物因素的影响不仅是综合起作用的,而且往往存在主次之分。在生物因素方面,教材围绕“赤狐和雪兔种群数量年际变化”的案例展开,引导学生根据曲线图分析得出赤狐和雪兔的数量变化体现了捕食者与被捕食者之间复杂的循环因果关系,在归纳与概括生物因素对种群数量变化的规律、提高逻辑推理能力的同时,理解循环因果关系对维持种群数量稳态与平衡的重要作用。最后,教材突出说明大多数种群的数量总是处于相对稳定的波动之中,离不开不同环境因子相互组合、共同作用于生物的种群的结果,引导学生从系统、长远的角度理解在自然界中生物与生物、生物与环

境、人类活动与生物圈会对种群数量稳定造成影响,形成进化与适应的生命观念,并帮助学生树立人与自然和谐共处以及可持续发展的理念。

二、教学建议

本节内容建议 2 课时。其中,“用数量化指标描述种群特征”1 课时,“环境因子影响种群特征”1 课时。

1. 课堂教学建议

(1) 通过调查活动引入新课,引导学生发现身边的生态学问题

在课前,教师可提供上海崇明东滩湿地鸟类种群的相关调查资料。有条件的学校也可组织湿地实地考察活动,组织学生调查研究上海崇明湿地鸟类种群的类型、数量、出生率、死亡率等。课上,结合课前活动的学习内容,以斑嘴鸭种群为例,组织学生回忆必修 2 “种群”的概念,引导学生先从进化的角度认识到种群是一个遗传和进化的单位。由于种群的概念比较抽象,教师需要结合生活环境,多举实例,如校园池塘中金线蛙这一物种的全部个体属于一个种群、公园里侧柏这一物种的全部个体也属于一个种群等。在引导学生理解种群概念时,要让学生明白种群不等于个体简单累加,种群内个体之间通过特定关系构成一个整体,表现出个体差异;种群是生物进化的基本单位,每一个物种在自然界中生存繁衍;种群与其他生物种群之间,以及种群与周围非生物因素间存在相互作用及规律。此外,教师可引导学生讨论研究“种群生态学研究的核心问题是什么?”“影响种群数量变化的可能因素是什么?”“科学家估测斑嘴鸭种群密度的方法有哪些?”“研究种群的密度有哪些实践意义?”等问题,为接下来学习种群的数量特征做铺垫。

(2) 通过探究活动,培养学生运用生态学研究方法解决实际问题的能力

要研究种群的数量特征,首先要进行种群的数量统计,表示种群大小最常用的指标就是种群密度。有条件的学校,可利用“广角镜”种群密度调查的内容,组织学生开展校园植物种群密度调查,指导学生体验生态学研究方法。学生在实践活动中通过对种群密度的调查活动,有利于掌握多种科学调查统计的方法,学会如实记录和分析种群的密度,增强团队合作学习的意识,提高科学探究能力,有助于教学重点的达成。由于种群密度是一个变量,在适宜的环境条件下密度较高,反之则低。随着一年四季的变动,种群密度也会发生变化。因此,在进行密度调查时,除明确地点外,还应当有特定时间的概念。为此,教师可以组织学生就上述问题展开讨论,并分析影响种群密度的内、外因素,思考种群密度调查的实践意义,为进一步学习种群的数量特征及种群数量动态与环境相互作用等概念奠定基础。

(3) 通过实例分析,引导学生归纳与概括种群的数量特征

种群研究的核心是种群的数量特征和数量变化规律。种群最基本的数量特征是种群密度。建议教师课前组织学生阅读或通过实践活动了解种群密度的调查方法,初步理解种群密度的概念。课上,教师引导学生联系生活实例思考:“种群数量如何变化? 我国目前濒危动、植物状况如何? 我国人口增长呈怎样的趋势? 有哪些因素可能影响种群数量?”等,归纳影响种群密度的 4 个基本参数,即

出生率和死亡率、迁入率和迁出率。结合教材“种群年龄结构的三种类型”图,以及提供 2020 年全国人口普查上海市常住人口数、年龄结构、性别比例的变化趋势等资料,引导学生理解种群的年龄结构和性别比例也对种群数量具有重要影响。值得注意的是,教师在组织这部分教学内容时,要重视引导学生辩证地运用进化与适应观、稳态与平衡观等生命观念,分析种群密度的影响因素。例如,可以启发学生思考:“种群中个体死亡或种群死亡率高对种群而言一定是有害的吗?”让学生明白种群中一些个体死亡或迁出,客观上为种群中新一代个体留出了成长空间,也可能有利于种群的生存。

此外,教师也要特别强调种群数量化特征在实际生活和生产实践中的应用。例如,教材通过举例说明了种群密度调查在农业上的应用、计算迁入率和迁出率对分析种群数量变化的意义。再如,野生动物研究人员需要了解猎物的种群密度,以便调节猎物活动和对野生动物栖息地实施管理。林学家需要对树木密度进行调查,以便有效地进行树木管理和对林地质量进行评价。教师也可让学生结合必修 2 教材中的相关概念,从生态学的角度运用生物种群雌雄性别比例,探讨如何通过破坏种群正常的性别比例来降低害虫对农林业的破坏,防治病虫害等。

(4) 重视思辨能力的培养

现实生活中,种群的数量是会波动的,那么影响种群数量变化的因素是什么?教材从非生物因素和生物因素两方面阐述了影响种群特征的环境因子。在分析生物因素对种群特征影响时,教师要充分调动学生在必修 1 中所学的“无机物”“酶”“光合作用”“呼吸作用”等前概念,利用教材提供的生物学事实,引导学生从中归纳出水、温度、光照等常见的非生物因素分别影响种群的哪些特征。随后,启发学生思考:“同一非生物因素对不同种群的影响是否相同?同一种群在不同季节的繁殖、生长等速度是否相同?影响种群数量是单一非生物因素导致的,还是有许多非生物因素共同起作用?哪些非生物因素起到了主要作用?”等。

在分析生物因素对种群特征影响时,教师可以引导学生分析教材图 1-6 赤狐和雪兔种群数量年际变化的曲线。首先,引导学生分析种内竞争对种群数量的影响。当种内生物的个体数目超过一定水平时,种群数量就会减少。个体数减少的结果是密度变小,这就使环境条件得以改善,环境变得又有利于种群的增长,从而种群的数量再次增加。无论是捕食者还是被捕食者,其种群数量变化率都是周而复始,呈现出教材图 1-6 的周期性变动规律。接着,引导学生分析种间关系对种群数量的影响。从理论上说,捕食者和被捕食者的种群数量变动是相关的。当捕食者密度增大时,被捕食者种群数量将被压低;当被捕食者数量降低到一定水平后,必然又会影响捕食者的数量,随着捕食者密度的下降和捕食压力的减少,被捕食者种群数量会再次增加,这样就形成了双波动的种间数量动态。此时,教师可以引导学生运用稳态与平衡的生命观念,结合教材分析得出,在一个生态系统中,捕食者与被捕食者一般保持着动态平衡,否则生态系统的稳态就会被打破。最后,引导学生总结赤狐和雪兔两个种群数量变化趋势的共同点,即种群的数量随时间的变化而上下波动,种群的波动是由内因和外因不断变化引起的。除种内竞争、不同物种之间的相互作用外,也有非生物因素的影响。由于自然界的无机环境不是恒定的,所以会出现周期性(季节性波动和年波动)和非周期性(如由于冻害、干旱等引起的数量波动,通常是剧烈的变化)变化,也会影响种群的数量波动。

那么,种群的数量波动是否能一直保持稳态呢?教师启发学生明白,在自然界中,种群密度的极端值是很少达到的,因为有一系列调节机制限制着种群的增长。但有时,种群数量的变动会受到外界因素的影响。此时,教师提供雪兔暴发式增长、我国新疆北部地区鼠灾、洞庭湖鼠害、索马里蝗灾

等的事例,启发学生运用稳态与平衡的生命观念解释这些历史事件发生的原因,并提出预防灾害的建议,树立社会责任意识。

最后,教师组织学生以概念图的形式构建本节课的知识框架(图 1-2),启发学生从辩证的角度看待种群数量变化的问题,即种群数量变化受内、外因素的影响,而且不同的环境因子也能相互组合,共同作用于生物的种群,从而能从进化与适应观、稳态与平衡观角度,认识生物的多样性、统一性、独特性和复杂性,促进学生形成正确的生态文明以及参与生物多样性保护社会活动的意识。

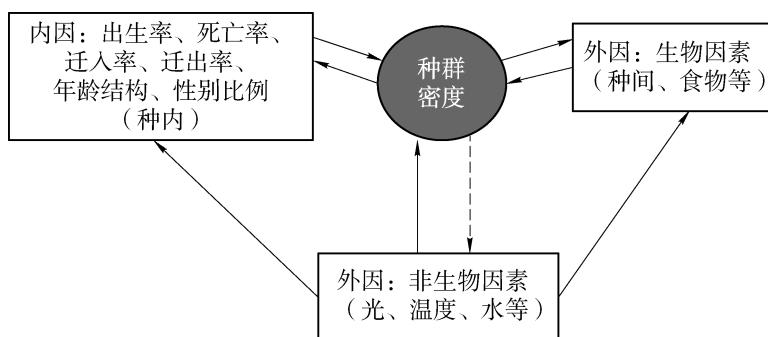


图 1-2 知识框架图

2. 栏目使用建议

(1) 广角镜“如何估测物种的种群密度?”

本栏目是让学生了解估算和抽样调查等科学方法,以及估测种群密度常用的生态学研究方法。有条件的学校,可组织学生课前或课后利用校园植物、池塘里的鱼等校园动植物资源开展种群密度实地调查活动,有利于学生切身体会到科学的研究方法以及野外研究的艰辛。学生在统计、记录、讨论实验结果的过程中,也有利于提高实验技能,有助于建构种群数量特征的相关观念。在开展活动前,需准备校园植物图鉴或照片、分组分工、设计活动方案等,运用现代信息技术手段对数据进行处理,并对实验结果的科学性和实验误差开展讨论。

(2) 前沿视窗“什么原因改变了大熊猫的食性?”

以问题引入,介绍科学家采用基因检测、同位素标记等科学方法,对大熊猫的食性展开研究。通过此栏目,有助于学生运用进化与适应的生命观念,理解大熊猫食性的改变是对环境变化的适应性进化结果。同时,有助于学生深入理解环境因子会对种群的特征造成影响,可为学生讨论影响种群特征的环境因子提供实证。

三、拓展资料

1. 斑嘴鸭

斑嘴鸭,因其嘴黑而嘴端黄、繁殖期黄色嘴端顶尖有一黑点如同花斑而得名(图 1-3)。它还有一个名字叫夏凫(fú),出自《诗经·凫鹥(yī)}:“凫鹥在泾”。除了嘴巴的特征外,斑嘴鸭的外形和普通家鸭非常相似。斑嘴鸭是常见的野鸭,它们主要栖息在内陆各类大小湖泊、水库、江河、河口、水

塘、沙洲和沼泽地带。斑嘴鸭仅有少数用于过滤水的小牙齿。它们以水生植物叶、嫩芽、茎、根、松藻和浮藻等水生藻类为食,也吃谷物种子、昆虫、软体动物等动物性食物。斑嘴鸭的繁殖期为4~7月,营巢于湖泊、河流等水域岸边草丛中或芦苇丛中。巢主要由草茎和草叶构成。科学家发现,雌鸭晒太阳有利于产卵。雌鸭每窝产卵8~14枚,孵化期为15~24天。虽然斑嘴鸭种群极为丰富,但由于偷猎、栖息地丧失等,种群数量日趋减少。



图 1-3 斑嘴鸭

2. 种群

(1) 种群的基本特征

一般来说,种群都应具有以下四个基本特征:数量特征、空间特征、遗传特征及系统特征。数量特征是指单位面积上的个体数量的多少,受多种参数的影响,其变动具有一定的规律,是种群水平上最基本的特征。空间特征即种群均占据一定的空间,具有特定的分布区域(地理分布),种群内个体在空间上具有一定的分布型(内分布型)。遗传特征是指种群具有一定的基因组成,是一个基因库,以区别于其他物种,而且有随着时间进程改变其遗传特性的能力,种群的遗传特征是种群遗传学和进化生态学的主要研究内容。系统特征是指种群是一个自组织、自调节的系统。它是以一个特定的生物种群为中心,以作用于该种群的全部环境因子为空间边界所组成的系统。从系统的角度,通过研究种群内在的因子,以及生境内各种环境因子与种群数量变化的相互关系,从而揭示种群数量变化的机制与规律。种群生态学的基本任务之一就是要研究种群的数量特征,即定量研究种群数量在时间上和空间上的变动规律,这是种群生态学的核心问题。

(2) 种群的密度

种群密度是指种群在单位面积(或体积)中的个体数量,它是一个随环境条件和调查时间而变化的变量。所调查的种群密度为特定时间和特定空间的密度,它反映了生物与环境的相互关系。根据调查方法的不同,密度可分为绝对密度和相对密度两种。绝对密度是指种群在单位面积(或体积)中的个体数量。相对密度是指在一定空间范围内,某一物种的个体数占全部物种个体数的百分比,它只是衡量种群密度多少的相对指标。样方法和标志重捕法是调查种群绝对密度常用的方法;捕捉、鸣叫计数、单位渔捞生物量等为种群相对密度常用的测定方法。

(3) 种群的调节

通常把影响种群调节的各种因素分为密度制约作用和非密度制约作用两大类。密度制约因素的作用与种群密度相关。例如,随着密度的上升,死亡率增高或生殖力下降,或迁出率升高。密度制

约因素包括生物间的各种生物互相作用,如捕食、竞争以及动物社会行为等。这种调节作用不改变环境容纳量,通常随密度逐渐接近上限而加强。非密度制约因素是指那些影响作用与种群本身密度大小不直接相关的因素。对于陆地环境来说这些因素包括温度、光照、风、降雨等非生物性的气候因素。对于水域环境则是水的物理、化学特性等一系列因素。这种调节作用是通过环境的变动而影响环境容纳量,从而达到调节作用。在实际研究中,这两类因素往往相互联系,难以分开。例如,气候影响食物供给,后者影响出生率从而影响种群密度,种群密度决定于生物与环境关系的各个方面。

3. 植物种群密度的调查——“样方法”活动方案

(1) 活动准备

① 选择样地。样方法的方法很多,依生物种类、具体环境不同而有所不同。样方的面积有大有小,样方的形状也有方形、长方形、圆形、条带状等多种,但是各种方法的原理基本相同。由于同一地区的管理条件不同或在不同的自然环境中群落的物种构成会影响辛普森多样性指数值,所以作为定量实验,样方的选择至关重要。样方面积的大小常常取该样方中植物种类数最多时的最小面积,如调查双子叶杂草时,调查地段的大小应该划得小一些,样方大小一般为 1 m^2 。调查乔木时,地段应该划得大一些,样方大小一般为 100 m^2 。调查灌木时,调查地段大小则应该介于两者之间,样方大小一般为 16 m^2 。样方面积过大会费时费力,样方面积过小又会失去调查意义。样方地的大小也应根据调查对象的大小和分布情况而定。在森林中对某种树的调查与在草地上对某种草的调查样方大小是不同的。一般而言,对于分布不规则的种群,多个小样方取样比少数大样方取样的效果更好。

② 被测植物的选择。一般而言,样方地中的植物数目不该过少。如果样本数量少于30个时,会造成过低的估计,产生误差。另外,单子叶植物通常是丛生或蔓生,叶片一般呈条形或披针形,叶脉一般是平行脉,地上部分往往难以辨别是一株还是多株,其种群密度统计比较复杂。双子叶草本植物容易辨别个体数目,叶脉一般是网状脉。因此,双子叶植物、灌木与乔木的统计则相对简单、容易操作。为了提高课堂教学的高效性、培养学生重点掌握样方法的操作技能,教师可以在课前将校园内样方地中被测植物的形状、名称等相关知识以图片的形式事先发给学生预习,以减少因学生识别植物而花费较多的课堂时间。

③ 材料器具。绳子、一次性筷子(代替竹桩)、卷尺、笔、计算器、纸、植物分类图鉴、时间安排表、实验数据统计表。

④ 学案。考虑到学生识别植物有困难,教师需要把事先准备好的植物分类图鉴,即样方地中出现的植物物种图片和名称等内容、地形图(样方地的具体位置)、时间安排表,即具体调查所需时间和返回课堂的时间节点等、实验数据统计表以及样方法的实施细则以学案的形式课前发给学生,让学生在课前先预习实验原理和方法。同时要强调学生注意以下几点:第一,样方法的操作过程、估算种群密度时尽量不能掺入主观因素。因为采用的是小样本,在估算时就有误差。第二,取样的关键是要做到随机取样。刻意选择有较多被测植物的地方,无意中增大了选择该植物的统计频率,所以可能会造成统计数值偏大。常用的取样方法有“五点取样法”和“等距取样法”两种。“五点取样法”适用于调查地段为正方形、植物个体分布较均匀的地形情况,“等距取样法”可适用于地段为长条形,如长条形草地。教师选取典型的两种地形,可以让学生分别体验这两种取样方法。不管样方大小如何,也无论采用这两种取样方法的哪一种,最终都要对样方中个体进行正确计数。确定样方位置后,

用卷尺量好距离。一般调查双子叶草本植物的样方面积为 1 m^2 。采用“五点取样法”时,样方内的植物个体数量统计遵循“样方内部个体全部统计、压在边界上的植物只统计相邻两边及其相邻的那个夹角”。至于是哪两边和夹角,则是随机的。“等距取样法”需将样方地段按纵向分成若干等分,由抽样比率决定距离或间隔,然后按这一相等的距离或间隔抽取样方。例如地段总长50 m,如果要等距抽取5个样方,那么抽样的比率为 $1/5$,抽样距离为10 m,然后再按需要在每10 m的前1 m内进行取样。第三,取样时教师需提醒学生相关安全事宜。比如,调查样方地需要留意地面的凸起物、毒虫等危险性生物;要爱护植物,不人为破坏植物等。

(2) 活动内容

① 分组。一般5人一组,每块样方地安排两组同学,三块样方地共六组,分别编为A1、A2、B1、B2、C1和C2。为了节省课堂时间,课前请各小组的组长带领组员根据学案自学内容选取并圈好样方地。

② 校园实践。在引入环节,教师出示校园植物样方地的图片,并请同学们大胆地猜测:“三块样方地中哪个物种多样性最高呢?”并请学生通过实验来验证自己的猜想。接着带领学生去校园指定的样方地点进行采样,并通过小组合作的形式对实验结果进行统计和分析。教师要注意以下方面:学生采样时要关注学生的操作方式是否得当,及时纠正;随时留意学生的安全,以免发生意外伤害事故;通过协调组员的分工情况,提高小组合作学习的效率。

③ 交流与讨论环节。按照既定时间表的安排,师生按时回到课堂展开交流与讨论。首先,请各小组展示实验数据。根据学生的数据提问:“为什么同一样地不同小组的实验数据会不一样?”引导学生总结实验操作时人为因素和实验方法等因素造成的误差。此时,教师可以适当补充“重要值”的概念,即草坪植物的计数有其独特的方式,并告知学生其实在实际生态学研究的时候,还有其他的指标可以用来估算草坪植物的数目。通过交流与讨论,让学生们感悟到在从事科学的研究时科学方法和科学态度的重要性。

(3) 活动建议

根据校园植物的生长情况,建议选择三块样方地:富含乔木和灌木的样方地A,大小为 $2.6\text{ m}\times 2.6\text{ m}$;草坪植物选为样方地B,大小为 $50\text{ cm}\times 50\text{ cm}$;沙坑植物为样方地C,大小为 $50\text{ cm}\times 50\text{ cm}$ 。当然,在选择样方地时也要注意避开凸起物、被落叶覆盖的暗坑、毒虫等安全隐患。有人会认为,样方地计数是很容易的,其实不然。在户外的植物分布及特点都有其不确定性。比如样方地B的草坪植物的计数问题就是个难题。因为除非将植物连根拔起,否则根本难以计数。之所以把草坪植物选为被测植物,主要是可以考查学生发现问题和解决问题的能力,而不是简单照搬教材,培养学生的“质疑”精神。

这个活动的教学内容看似不多,但教学环境复杂,耗时会较长。因此,“控时”和“控班”能力是完成教学既定目标的保证。为了能在有限的四十分钟内实现课内、外的教学活动,教师需要在课前做好以下准备工作:①发放植物分类图鉴,让学生做好预习。②选好样方地。教师可以事先选择校园内具有代表性的样方地,在既定的区域内安排学生随机取样。③发放地图。教师可以在课前让小组成员了解此实验将要开展调查研究的地点。④合理分组。在课前,教师需要根据学生的学情,指导学生分组并选好组长。此外,可以根据不同的学情,课前就直接安排学生在预习教学内容的同时,以小组为单位设计活动记录报告。⑤发时间安排表。教师在课前把预设的时间安排表发给学生,要求

学生严格按照时间安排完成调查活动后准时回到课堂。

4. 动物种群数量的模拟调查——“标志重捕法”活动方案

标志重捕法是一种科研工作者常用来在开放式环境中统计动物种群数量的调查方法。此法是在样地内用笼子捕捉某种动物，标记后原地释放，经过一定时间再捕捉，以捕到标记动物的百分数来推测该样地内某种动物种群的数量。由于在城市开放环境内用标记重捕法开展调查活动有一定的困难，为此采用模拟活动替代。参考方案如下：

(1) 活动准备

材料器具：大小相同的塑料小球 100 个、不透明带盖大盒子、记号笔。

(2) 活动内容

① 将塑料小球全部倒入大盒子，摇匀；随机从盒子内取出若干塑料小球，用记号笔做好标记，并统计数目(用 M 表示)。

② 将带标记的塑料小球 M 个(代表第 1 次捕获后被标记的动物数)放入盒子内，摇匀；随机从盒子内取出若干塑料小球，并统计塑料小球总数(用 n 表示，代表第 2 次捕获的动物数)和带标记的塑料小球数(用 m 表示，代表第 2 次捕获的动物中带标记的动物数)。

③ 计算： N (代表被调查的区域内模拟动物数) $= (M \times n) \div m$

④ 重复步骤②和③若干次，并将数据分别填写在表 1-5 中。

表 1-5 用标志重捕法估测种群数量调查表

实验次数 (次)	实际数量 (个)	捕获数目(个)			估算种群 数量 N (个)
		第 1 次(M)	第 2 次总数(n)	第 2 次标记(m)	
1	100				
2	100				
...	...				

(3) 分析和讨论

请设计实验检测上述模拟实验估算值的可靠性；如果模拟实验估算值与理论值存在较大的偏差，请分析导致实验误差的可能原因。

第2节 用数学方法描述种群数量的变动规律

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 建立数学模型解释种群的数量变动规律,提升使用科学方法总结生态学规律和机制的能力。
- (2) 分析导致自然界物种的种群变动的原因,提升环保意识和可持续发展意识。

这两项目标是依据《课程标准》2.1.2 设定的。目标(1)培养学生能构建合适的数学模型,运用归纳与概括的方法,阐述种群数量变动规律(水平 3)。目标(2)要求运用进化与适应观、平衡与稳态观等生命观念,针对保护本土动植物、关注我国濒危物种种群数量的变化等现实问题,提出可行性方案或举措,提高学生运用种群数量变化的规律解决实际问题的能力,树立生态文明的社会责任意识(水平 4)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 2.1.2 而选取的,教材通过系列生物学事实来阐明和举例说明(表 1-6)。

表 1-6 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
种群增长有“J”型和“S”型两种基本形式	当外来物种进入气候适宜、没有敌害的新环境,种群会快速增长
	当自然资源和空间有限时,种群数量会达到饱和,保持在相对稳定的水平上
	当环境因子的变化存在一定的周期性且在物种耐受范围内,生物种群数量会表现出一定的规律性波动
	如果环境条件的改变过于剧烈或者突然,会导致种群数量剧烈下降,甚至最终灭绝

3. 学习内容

本节主题是通过构建数学模型解释种群数量变化的现象,解释种群数量变动的规律,构建生物学概念。

本节引言设置“在自然界中,不同生物的种群数量变化”的情境,教材围绕“种群数量变化有哪些规律? 种群特征与种群数量的变化有何关系?”等问题展开。通过上一节的学习,学生已了解到种群

的概念、种群数量会变动以及环境因子会影响种群数量的变动。那么,种群数量的变动有什么规律?为此,教材在课前活动设计了“惊人的繁殖速度”讨论活动。以身边的植物小天蓝绣球种群数量增长的生物学现象为例,提示学生运用数学方法推算该种群在理想状态下今后5年的数量增长情况,并绘制增长曲线,让学生感受到生命现象的规律可用数学语言表达,初步体验如何用简单的数学模型解释生物学问题,为进一步学习数学模型的构建奠定基础。同时,还引发学生思考在自然环境中,种群的繁殖速度会怎样变化,从而引出新课的学习。

本节分3个目,从“J”型曲线的种群增长率分析,到“S”型曲线的种群增长率分析,最后引导学生概括出自然种群的数量是变动的。

第1目:“J”型曲线的种群增长率保持不变。教材呈现了课前活动构建小天蓝绣球种群数量变化的数学模型的步骤、方法和数据,引导学生归纳出在没有天敌和其他灾害且自然资源和空间充足的无限环境中,种群数量会呈“J”型增长。那么,什么样的种群增长会呈现“J”型增长?这种增长趋势会对其他生物造成影响吗?教材通过思维训练“如何控制入侵物种的种群大暴发?”,启发学生探讨物种入侵的原因、应对措施等,提高学生运用“J”型曲线分析和解决实际问题的能力。

第2目:“S”型曲线的种群数量会饱和。教材第一段提出了在自然环境中,由于资源和空间是有限的,种群的“J”型增长是很难维持的。那么种群数量如何变化呢?通过激发学生的认知冲突,教材以科学史的形式,介绍苏联生态学家高斯的大草履虫实验,启发学生结合广角镜“‘S’型曲线的数学模型”计算公式,寻找种群“S”型曲线的种群数量变化规律。为了能让学生更直观、更深入理解种群数量变化的规律。

第3目:自然种群的数量是变动的。教材呈现了“不同年份新疆北部地区小家鼠的种群数量变化”图文资料,引发学生辩证地思考种群数量是否一直稳定在K值?由于受气候、食物、天敌、传染病等因素的影响,大多数种群的数量总是在波动的。当种群长久处于不利条件下,种群数量甚至会出现持续性或急剧下降乃至消亡。此时,教材以白垩纪末期恐龙的灭绝事件为例,进一步帮助学生运用稳态与平衡观、系统观等生命观念,深入理解生物与环境相互作用的复杂关系。

教材安排了探究·实验1-1“探究培养液中酵母种群数量的变化规律”,让学生通过实验归纳得出:在自然界,由于资源、空间的限制,种群数量最终会趋于稳定,呈现“S”型增长。本实验涉及抽样检测、显微镜观察、微生物培养等实验方法,培养学生设计实验、制定计划、实施计划、处理和分析数据、分析结果、得出结论、表达和交流等科学探究能力。在探究实验中,学生亲历了研究真实种群的方法,加深对种群数量变化的理解,提高了观察和实验探究的能力。同时,也培养学生耐心细致、严谨求实的品质。教材在探究实验后还设计了拓展探究活动,要求学生设计一个能让试管(或三角瓶)中的酵母种群数量维持在一个相对稳定的水平的实验方案,提高学生运用种群“S”型增长曲线解决实际问题的能力。

二、教学建议

本节内容建议3课时。其中,课堂教学2课时,实验与活动1课时。

1. 课堂教学建议

(1) 建立简单的数学模型,认识生命现象

数学模型是用于描述一个系统或其性质的数学形式,是联系实际问题与科学的研究的桥梁,具有解释、判断、预测等重要功能,也是发现问题、解决问题和探索新规律的有效途径之一。学生在构建、分析数学模型的过程中有效促进建构生物学概念。然而,数学模型的建构对于高中生而言是有一定难度的,教师需要借助问题情境,逐渐帮助学生学会数学模型建构的一般方法。

首先,教师结合教材课前活动,提出问题情境:假如小天蓝绣球每年可繁殖 3 株后代,那么 5 年后的增长情况如何?启发学生建构数学模型 1:坐标图。以时间(年)为横坐标,种群数量(千株)为纵坐标,绘制小天蓝绣球种群增长曲线。建立简单数学模型的优点在于更“直观”。此时,教师补充介绍一些通过建立和应用数学模型将不同科学领域问题同数学相结合而促成的重大科研成果。随后,引导学生建立数学模型 2:表达式。教师提出设计情境:如果要计算 20 年甚至 50 年小天蓝绣球种群数量增长情况的话,能否从坐标图中直接、准确地得出结果?用什么方法能够更快、更准确地得出结果呢?此时,教师启发学生用数学表达式的形式来表示,使学生认识表达式也是数学模型的一种形式,其优点在于更“准确”。通过上述活动,学生对种群数量变化有了感性和理性的认识。

接着,教师组织学生结合曲线和公式,描述种群数量增长的规律,引导学生推理构建种群的“J”型曲线并提问:在什么条件下,生物种群才会呈现上述增长趋势?建构数学表达式一定准确吗?等,引导学生明确刚才建立的数学模型都是基于一个假设前提,即种群增长不受种群密度的制约。因此,建构的数学表达式还必须经过实验的检验与验证。在上述问题讨论的基础上,教师再引导学生归纳与概括建立数学模型一般包括以下步骤:①观察、提问;②作出假设;③分析数据,用恰当的数学形式(函数、公式、曲线等)对事物的性质进行表达,即建立数学模型;④进一步实验、观察等,对已有的数学模型进行检验或修正。此活动不但初步培养学生通过构建数学模型,感受生物学现象和规律可用数学语言(即函数或曲线图等)来表达,更重要的是指导学生熟悉构建数学模型的一般方法,切身体会数学模型是用来描述一个系统或它的性质的数学形式。利用数学模型对生命现象进行量化,以数学关系描述生命现象,再运用逻辑推理、运算等方式研究生命现象,有利于让学生从量的变化中了解事物的本质。通过加强与数学学科间的横向联系,也有利于学生理解科学的本质、科学的思想方法和跨学科的科学概念和过程。

最后,教师提出问题:“‘J’型增长有什么规律?受哪些条件限制?种群的数量变化都以‘J’型曲线的趋势增长吗?哪些生物种群会以这种方式增长?为什么?他们对其他生物会造成威胁吗?”等,引导学生尝试阐释“J”型曲线变化趋势发生的条件。此时,教师可启发学生运用必修 2 中达尔文进化论关于“繁殖过剩”和“生存斗争”的内容,即生物繁殖出的后代比可能存活下来的后代多,因此必定存在生存斗争。这种竞争广泛存在于同种个体之间、不同物种个体之间和生物与其生存的自然环境之间。同时,也要让学生明白自然界的资源和空间是有限的。当种群密度增大时,种内竞争就会加剧,以该种群为食的捕食者数量也会增加,这就会使该种群的出生率降低、死亡率增高。当死亡率增加到与出生率相等时,种群的增长就会停止,有时会稳定在一定的水平。接着,教师组织学生利用教材思维训练中关于海蟾蜍种群数量变化开展讨论,并启发学生思考“种群特征与种群数量的变化有何关系?”,引导学生思考生物入侵的危害以及如何运用种群增长规律提出防控措施等。

根据学情,教师还可以引用大量实例,如温箱中培养的细菌、人口爆炸、传染性疾病暴发等,引导

学生讨论种群数量呈指数增长的原因及防治措施。

(2) 通过“实证”活动,解释生命现象

教师可创设问题情境:如何通过实验验证种群数量无限增长是有条件的呢?首先,引导学生结合上一节所学的内容,归纳与概括影响种群数量的因素,如影响种群数量变化的主要内因(出生率与死亡率、迁入率与迁出率)和外因(食物、气候、资源、种内斗争、种间捕食、寄生、竞争等)。接着,提出问题:在现实的生态系统中研究一个种群的数量动态变化难度较大,那么我们该如何开展研究呢?引导学生通过控制实验条件的方法来研究种群数量的动态变化规律。随后,教师带领学生通过探究培养液中酵母种群数量的变化规律来开展如下实验:①组织学生作出合理假设;②通过讲授或微课视频等形式介绍实验原理、材料器具、实验步骤等内容,指导学生设计实验探究方案,并实施实验(参见本节“实验与活动建议”);③运用信息技术手段高效处理数据,并根据实验数据用恰当的数学形式对酵母种群数量的变化规律进行表述,即建立数学模型;④创设问题情境,展开实验讨论。综合实验结果,在一定培养条件下,固定体积培养液中接种少量酵母后,酵母种群数量增长有什么规律?让学生分析在不同培养时间段酵母种群数量变化趋势不同的原因。在10 mL的培养液中能维持的酵母种群最大个体数是多少?如果增大培养液的体积,种群相对稳定的个体数会变化吗?为什么?通过上述问题情境,引导学生分析当环境、资源有限时,种群数量变化的趋势和规律以及环境容纳量的概念等。最后,教师组织学生讨论各小组实验误差产生的原因及改进措施等,培养学生的批判性思维和创造性思维。根据学情,教师还可以组织学生完成教材中的拓展探究活动“设计方案,让试管中的酵母种群数量维持在一个相对稳定的水平”,帮助学生深入理解种群数量变化的规律,提高实验设计与实施的科学探究能力。

(3) 构建数学模型,表征和解释种群数量变动的规律

师生对探究实验的结果进行交流和分享,总结种群数量不能无限增殖的实证。实证1:探究培养液中酵母种群数量变化规律。教师组织学生结合曲线和公式中描述的种群数量增长规律,引导学生推理构建种群“S”型增长曲线。实证2:高斯的草履虫实验。教师呈现科学家高斯的实验过程及结果,引导学生探讨种群“S”型增长曲线的斜率变化特点,归纳种群数量增长的规律。运用演绎与推理的科学思维将其推广为一般种群,引出环境容纳量的概念,引发学生探讨“大草履虫的数量为什么维持在环境容纳量左右?大草履虫增长速率最快的是曲线上的哪个点?”等。由于学生具备初中数学二次函数的相关知识储备,不难分析出当种群数量达到环境容纳量一半时,种群的增长速率达到最大。

最后,组织学生对“J”型和“S”型曲线进行比较,并对造成两条曲线差异的原因进行分析,例如环境阻力等。教师组织学生运用比较与分类的思维方法,对两种种群增长模型的增长规律、限制条件、影响因素、实践应用等进行比较,帮助学生进一步深入理解数学模型的生物学含义。

(4) 运用种群数量变动的数学模型,解决实际问题

教师可设计冲突情境:“当种群的数量达到环境容纳量后,是不是就不再变化了?”引出大熊猫栖息地遭到破坏后,由于食物的减少和活动范围的缩小,其K值就会变小。这是大熊猫种群数量锐减的重要原因。教师还可以启发学生结合第1节前沿视窗的相关内容,引导学生探讨保护大熊猫的有效策略,例如建立自然保护区,给大熊猫良好的生存空间;改善栖息地的生态环境,从而提高环境容

纳量是保护大熊猫的根本措施等。

接着,结合教材提供的图1-12新疆北部地区小家鼠种群数量变化曲线图这一具体事例,启发学生归纳与概括影响种群数量波动和下降的主要因素,运用稳态与平衡、遗传与进化的生命观念探讨种群数量保持平衡状态的原因及意义。教师在引导学生分析教材图1-12时要注意指出,自然种群数量变动中,“S”型增长和“J”型增长均可出现,但不像数学模型所预测的光滑、典型,常常还可表现为两类增长型之间的过渡型。由于环境限制作用是突然发生的,在此之前,种群增长不受限制,所以“J”型曲线可视为一种不完全的“S”型增长(或后者的一个阶段)。

接着,启发学生运用“S”型曲线中环境容纳量的概念,针对我国农牧业资源保护、濒危生物保护与有害生物防治、防范生物入侵等现实问题献计献策,提高学生运用数学模型解决生产实践问题的能力。通过此活动不但能让学生明白种群系统研究阶段不仅要描述种群的动态变化,而且也要预测和控制种群的动态变化,提高社会责任意识。根据学情,也可结合必修2遗传与进化的相关概念,解释在长期进化过程中,种群会出现哪些生存对策。

最后,再次提出冲突情境:“种群的数量变化一直保持规律性吗?如果种群数量出现了不规则波动这说明了什么?”等,引发学生探讨“具有不规则或无周期性波动的生物都可能会出现种群的暴发”。此时,教师可以出示害虫、害鼠及有害植物等具体事例,让学生分析引发这些种群暴发的原因,并提出可行的预防措施。最后,教师设计冲突情境“为什么有的种群会走向衰亡?”引导学生运用进化与适应的生命观念探讨得出:在自然选择下,不适应环境改变的生物种群数量会出现持久性下降,即种群衰落甚至死亡。同时,引发学生探讨导致野生动植物衰亡或灭绝的可能原因。此时,教师也可以出示长江鱼类种群现状的具体事例,激发学生保护生态环境,保护特有、珍稀和野生生物的社会责任意识。

2. 实验与活动建议

探究·实验1-1 探究培养液中酵母种群数量的变化规律

此实验的目的是让学生通过观察培养液中酵母种群数量的变化,探究种群变化规律,进而对数据进行统计与处理,尝试构建数学模型并绘制变化曲线图,结合跨学科的知识探究生物学现象的本质。教师可提出问题“在密闭条件下一定体积的培养液中,酵母种群在5天内数量将会怎样变化?”“需要怎样的生长条件才能让酵母种群维持这样的变化趋势?”引导学生先预测结果,围绕问题作出合理的假设,再实施实验、获取分析数据、得出结论。

探究的基本思路参考如下:配制液体培养基→接种酵母→适宜条件下培养→定期取样→测定酵母的数量→记录数据→统计数据并作图分析。

制定计划:对班级同学进行分组,各小组制定详细的任务分工表,明确连续5天定时观察和记录的人员名单及程序等。

实施实验:由于此探究实验周期性较长,需至少连续观察5天,且对培养基的配制、接种、显微计数等实验技能有一定的要求。为此,建议以小组为单位,组织部分学生先进行培养基配置、接种等实验准备,通过微视频等形式呈现显微计数法(主要操作步骤参见《实验与活动部分》)。

获取分析数据、得出结论:实验前,组织学生先针对实验操作讨论“如何培养酵母?如何对酵母

进行计数？如何从培养液中取样？如果一个小方格内菌体过多，难以计数，应如何处理？对于压在中方格线上的酵母应如何计数？在实施实验过程中是否要反复多次？”等问题。随后，根据酵母数量变化曲线，建立种群增长的数学模型，即“S”型曲线，对种群的增长速率和自然增长率进行分析。教师也可组织学生思考“有限条件下酵母种群增长呈现的‘S’型曲线有何特点？与‘J’型曲线有何不同？哪些因素可能影响酵母种群数量增长？”等，从而探讨种群数量变化的规律。

思考与讨论：实验可作为种群研究的基础工作，在生产实践中具有重要应用价值。根据学情，可引导学生进一步探究温度、酸碱度、糖浓度、通氧量等变量对酵母种群增长的影响等问题。

3. 栏目使用建议

(1) 思维训练“如何控制入侵物种的种群大暴发？”

以海蟾蜍为例，引导学生根据种群数量增长的“J”型曲线的数学模型，尝试以具体入侵物种为例，演绎与推理入侵物种种群大暴发的原因，提出相应的防控措施，提高学生关注社会议题和保护生态环境以及人与自然和谐发展的社会责任意识。

(2) 广角镜“‘S’型曲线的数学模型”

为学生提供公式，有助于学生理解逻辑斯蒂曲线的生物学含义。由于此公式需要学生具备一定微积分的数学知识，可根据学情有选择地拓展。

(3) 科学史话“逻辑斯蒂函数”

学习“S”型曲线的科学史，有助于学生沿着科学家探索世界的脚步，理解科学的本质和科学的研究思路和方法。可在学生构建“S”型数学模型时，结合引入此栏目内容。

三、拓展资料

1. 种群的“J”型增长模型

在理想状态下，也就是种群在“无限”的环境中，即环境中空间、食物等资源是无限的，种群增长率不随种群本身的密度而变化，这类增长通常呈现指数增长，可称为与密度无关的增长，又称为“J”型增长。但离散增长的种群（如一年生植物）和连续增长的种群（一年繁殖数代或一年繁殖一代，而寿命在一年以上的种群）的指数增长模型与之有所差异。

(1) 种群的离散增长模型

种群的离散增长模型也可称为几何增长模型。微生物、单细胞的原生动物等往往进行连续的分裂生殖。很多一年生的植物、甲壳动物等无脊椎动物、鱼类等在产卵或产子后就死亡了，世代不重叠。由于它们个体往往较小，所需资源及空间相对较少，因此彼此之间的影响很小，它们的数量增长不受密度限制。

最简单的单种种群增长的数学模型，通常是把世代 $t+1$ 的种群 N_{t+1} 与世代 t 的种群 N_t 联系起来的差分方程： $N_{t+1}=\lambda N_t$ 或 $N_t=N_0\lambda^t$ (N 为种群的大小， t 为世代， λ 为种群的周限增长率，即该种群数量是一年前种群数量的倍数)。 λ 是种群离散增长模型中具有意义的参数，其生物学含义为：若 $\lambda>1$ ，种群的数量呈增长趋势；若 $\lambda=1$ ，种群的数量不增不减；若 $\lambda<1$ ，种群数量呈下降趋势；当

$\lambda=1.2$ 时, 种群的增长趋势呈“J”型(图 1-4), 即种群数量开始时增长很慢, 当种群基数逐渐积累很大时则增长得很快。

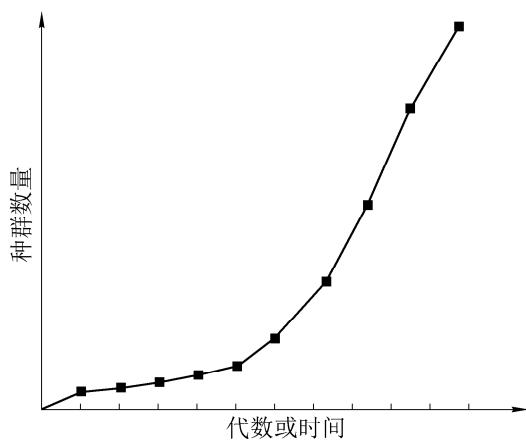


图 1-4 种群的离散增长模型中种群数量与代数或时间的关系曲线

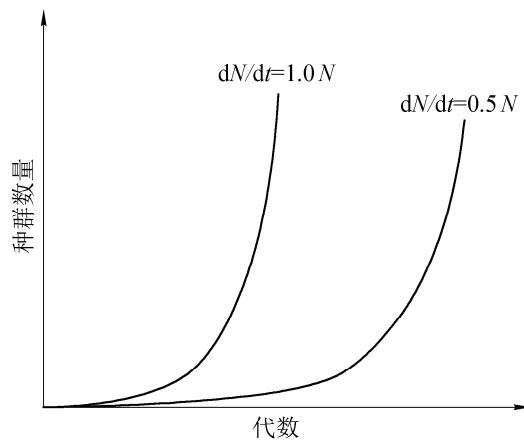


图 1-5 种群的连续增长模型中种群数量与代数的关系曲线

(2) 种群的连续增长模型

有些生物是连续进行增殖的, 而且没有特定的繁殖时期。在这种情况下, 种群的数量变化可以用微分方程表示为: $dN/dt=rN$ 其指数式为: $N_t=N_0 e^{rt}$, 式中 dN/dt 表示种群的瞬时数量变化, e 为自然对数的底, r 为种群的瞬时增长率。如果以种群大小(N_t)对时间(t)作种群增长的曲线, 可见其呈“J”型(图 1-5), 曲线是陡还是缓取决于 r 值的大小。其生物学含义为: 当 $r>0$ 时, 单种种群数量将按指数曲线的形式无限增长; 当 $r<0$ 时, 单种种群数量呈指数式下降; 当 $r=0$ 时, 单种种群数量相对稳定; $r=-\infty$, 种群灭亡。在无限制(食物、环境资源等不受限制)的条件下, 增长率 r 为一恒值, 则单种种群的数量呈指数增长。

2. 种群的“S”型增长模型

种群的离散增长模型和连续增长模型都假定种群增长不受密度影响, 即个体之间基本互不干扰, 对资源和空间不存在竞争和抢夺。此时, 种群指数增长实际上是一种无限增长。但在自然界中, 上述情况不太容易发生, 种群增长都是有限的, 因为种群的数量总会受到食物、空间或其他资源的限制(或受到其他生物的制约), 而个体之间或多或少都会有影响, 即种群增长往往与密度有关, 种群的出生率和死亡率都随着种群密度的变化而变化, 因为种群密度大时, 种群内个体之间竞争资源的斗争也就更为激烈。由环境资源所决定的种群限度称为环境容纳量。环境容纳量(K)可以引入种群增长方程, 因为随着种群数量的增加, 种群增长率就会下降, 当种群大于或等于环境容纳量时, 种群就会停止增长。描述这种情况下最出色的模型是与密度有关的种群连续增长模型, 又称为逻辑斯蒂增长模型。

(1) 逻辑斯蒂模型的假设

与密度有关的种群连续增长模型是基于以下的假设: ①有一个环境容纳量(通常以 K 表示), 即环境对特定种群有一个容纳极限。当达到这一极限时, 即当 $N_t = K$ 时, 种群为零增长, $dN/dt = 0$,

种群数量不再增加。且这一环境容纳对特定生物而言是始终不变的,即不随季节或气候的改变而改变。②假定种群的密度影响是按比例的,即每增加一个个体就产生 $1/K$ 的抑制影响。如假设某一空间仅能容纳 K 个个体,每一个体利用了 $1/K$ 的空间, N 个个体利用了 N/K 的空间,而可供种群继续增长的“剩余空间”就只有 $(1-N/K)$ 。且这种影响对所有个体都起作用。③密度制约作用随种群内新个体的出生就立即产生,即密度制约没有时滞作用。④种群中的所有个体都能够繁殖后代,且在它们出生后就可立即繁殖。⑤种群没有迁入和迁出个体。其中前两个假设最为重要。

(2) 逻辑斯蒂模型的微分方程

描述与密度有关的种群连续增长模型的微分方程为逻辑斯蒂方程: $dN/dt = rN(1-N/K)$, 式中 dN/dt 表示实际种群的瞬时数量或密度改变量(与种群本身所具有的增长率 r 不同, r 是种群本身的特性,而 dN/dt 是实际的效果)。在开始增长到种群数量达到 K 的过程中,由于系数 N 在变大,但 $(1-N/K)$ 一直在变小,所以在开始时,种群的数量或密度改变量或增加量是逐渐变大的;当 N 达到或接近 $K/2$ 时,改变量达到最大;超过这一时期以后,由于 $(1-N/K)$ 变得很小,种群数量改变就很小并越来越小;当 N 达到 K 时,种群数量不再改变。简单地说,若 $K > N$,则种群增大;若 $K < N$,则种群呈负增长,密度从大变小;若 $K = N$,则达到一个稳定的平衡种群值。

如果用种群的瞬时数量(dN/dt)对时间作图就得到图 1-6 所示的曲线。将逻辑斯蒂方程微分式变成积分式后,得到: $N_t = K/(1 + e^{-rt})$ 。式中 N_t 表示种群数量,以它对时间作图就得到“S”型曲线(图 1-7)。

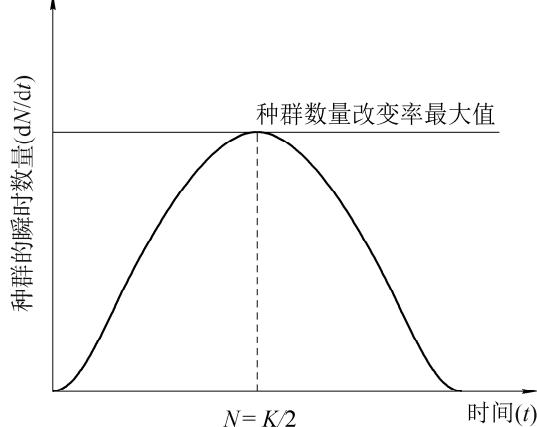


图 1-6 与密度有关的种群连续增长模型中种群的瞬时数量(dN/dt)随时间(t)的变化曲线

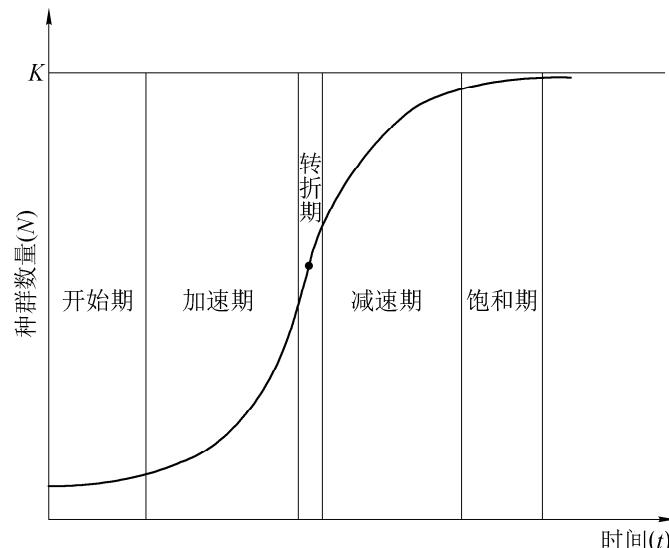


图 1-7 与密度有关的种群连续增长模型中种群数量(N_t)随时间(t)变化的“S”型曲线及其不同时期

(3) 逻辑斯蒂曲线的含义

逻辑斯蒂种群增长曲线常划分为 5 个时期(图 1-7)。①开始期:也可称为潜伏期,种群个体数很少,数量改变或增长缓慢。②加速期:种群中的个体数增加,密度增长逐渐加快。③转折期:当个体数达到饱和密度一半(即 $K/2$)时,种群数量改变值或增加值最大。④减速期:个体数超过 $K/2$ 以

后,密度增长逐渐变慢,但种群数量仍在上升。⑤饱和期:种群个体数达到 K 值而饱和,种群数量不再增加,种群数量或密度改变量为 0。

从曲线可以看出,在种群增长早期阶段,种群数量 N 很小, N/K 也很小,因此 $1-N/K$ 接近于 1,所以抑制效应可以忽略不计,种群增长实际上为 r/N ,呈几何增长,种群数量上升很快。然而,当 N 变大时,抑制效应增加,直到当 $N=K$ 时, $1-N/K$ 变成了 $(1-K/K)=0$,这时种群的增长为零,种群达到了一个稳定的平衡状态,种群数量几乎不再改变。

逻辑斯蒂方程描述这样一个过程:种群密度会被环境容纳量所制约。当种群的密度低时,其增长接近指数增长,但其净增长率同时因种群的增长而降低,直至增长率为 0。换言之,在种群密度与增长率之间存在着依赖于密度的反馈机制。

因此, r 和 K 这两个参数在种群研究中具有重要的生物学和生态学意义: r (瞬时增长率)表示物种潜在增长能力,是生殖潜能的一种度量。而 K (环境容纳量),是物种在特定环境中的平衡密度,用来衡量在特定环境条件下种群密度可能达到的最大值。

根据学情,教师也可带领学生运用数学知识推导为什么个体达到 $K/2$ 时,种群数量改变值或增加值最大。由于此时大部分学生还没有微积分的知识储备,可利用如下基础函数解释:

$$y=ax^2+bx+c=a(x+b/2a)^2+(4ac-2b^2)/4a(a < 0), \text{ 将图中的曲线方程进行转化:}$$

$$\therefore dN/dt=rN(1-N/K)=-r/K \cdot N^2+rN$$

$$\text{设 } a=-r/K, b=r, c=0$$

$$\text{当种群数量改变值最大时,即 } (x+b/2a)=0$$

$$\therefore x=-b/2a$$

即当 $-r/2 \cdot (-r/K)=K/2$ 时,种群数量改变值最大。

(4) 逻辑斯蒂模型在现实生活中的应用

逻辑斯蒂模型是许多两个相互作用种群增长模型的基础,是渔业、牧业、林业等领域确定最大持续产量的主要模型。模型中两个参数 r (瞬时增长率)和 K (环境容纳量),已成为生物进化对策理论中的重要概念。因此,逻辑斯蒂模型在生产实践中被广泛应用。

① 生态旅游区环境容纳量的确定。逻辑斯蒂增模型可用于生态旅游区环境容量确定,若生态旅游区内游客人数超过 K 值,就会造成环境和资源被超量滥用,可能导致生态旅游区生态环境的破坏。

② 最适捕捞量的确定。在人工渔业养殖业中,如果捕捞量过大,鱼塘的个体数太少,就会影响种群的增长;相反地,如果捕捞量过少,池塘里的生物种群密度过大,环境恶化,鱼群的数量增长也会下降。人们如何既获得最大生产量,又不破坏资源,使鱼类种群达到最大增长率并能保持持续产量呢?利用学生已有的函数知识推导可知,当捕捞量达到该鱼类种群环境容纳量一半的水平($K/2$),可使得该种群保持最大增长率。另外,捕捞时还需注意鱼类种群的年龄结构和性别比例,如果种群的年龄结构是旺盛增长型则有利于种群的数量增长。因此,人们需适当多捕捞老龄的个体和雄体,留下幼龄和壮龄个体,并保持雌雄个体的适当比例。

③ 濒危生物保护与有害生物防治。许多自然种群的数量都呈现出“S”型变化规律。教师可出示大熊猫化石分布范围和现在分布范围的对比图,让学生思考为什么大熊猫的数量出现锐减?引导学生结合 K 值的相关概念,说出保护濒危生物的根本措施。

④ 防范生物入侵。白蛾、澳大利亚野兔、水葫芦等生物入侵都可根据数学模型对其种群数量进

行预测，并提出防范措施。

3. 种群的数量变动

一个种群进入新栖息地，经过增长，一般会出现种群规则的或不规则的波动。

(1) 种群数量波动

种群波动一般是指种群的数量随时间的变化而上下摆动的情况，它不仅出现在自然增长型种群中，也出现在反馈控制的其他增长型种群中。种群的波动是由内因（主要指决定种群繁殖特性的因素）和外因（主要指影响种群动态的食物、天敌、气候等）不断变化引起的。

内因：出生率、死亡率、迁入率、迁出率、年龄结构和性别比例等特征，是种群统计学的重要特征，它们影响着种群的动态。

外因：①食物。食物对种群的生育力和死亡率有直接或间接的影响，主要通过种内竞争的形式体现。当食物短缺时，种群内部会发生激烈的竞争，使种群中的很多个体不能存活或生殖。如果食物的数量和质量都很高，种群的生殖力就会达到最大，但当种群增长达到高密度时，食物的数量和质量会下降，结果又会导致种群数量下降。②天敌。当每个猎物的平均被捕概率随着猎物种群密度增加而增大的情况下，天敌才能发挥调节作用。③气候。特别是极端的温度和湿度条件下，超出种群忍受范围的环境条件可能对种群产生灾难性的影响，因为它会影响种群内个体的生长、发育、生殖、迁移和散布，甚至会导致局部种群的毁灭。种群数量的急剧变化常常直接同温度、湿度的变化有关。

由于环境条件的变化不同，生物种群具有不同的波动规律。一类主要由冻害、干旱等引起的数据波动（通常是剧烈的变化），表现为非周期性、少见的数据波动；另一类主要由季节性波动和年波动引起，表现为周期性的波动。季节性波动主要是环境的季节性变化引起的。年波动主要是多年周期因素和种群间影响造成的。

影响种群数量波动的内外因常常是联系的，并且通常通过种群的自我修饰和补偿来适应外界环境因素的干扰。

(2) 种群数量在不同年间的周期性波动

1996 年，我国科学家杨春文等研究发现，黑龙江镜泊湖林区的棕背鼠数量在 1975—1990 年曾出现过 5 次数量高峰年，表现出 3 年或 4 年出现一次数量高峰年的周期性变动规律（图 1-8）。

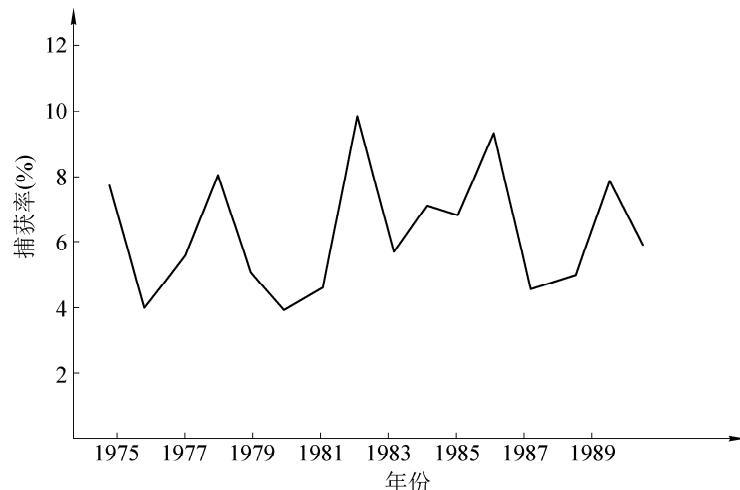


图 1-8 1975—1990 年间棕背鼠数量的周期性变化

(3) 种群数量在不同年间的不规则波动

1965年,我国科学家马世骏根据我国1000年中有关东亚飞蝗危害和气象资料的关系,明确了东亚飞蝗在我国的大发生没有周期性现象(过去曾认为是有周期性的),同时还指出干旱是大发生的原因。通过分析还明确了黄河、淮河等大河三角洲的生草地,若遇到连年干旱,使土壤中蝗卵的存活率提高,是导致东亚飞蝗大发生的主要原因。但干涝灾害与东亚飞蝗发生之间的关系还因地而异。

(4) 种群的暴发

种群数量具有不规则或无周期性波动的生物都可能出现种群的暴发,即一些生物种群在相对短的时间内发展出极大的数量,并往往对环境造成危害和影响。赤潮是在一定环境条件下,海洋中某些微生物(浮游植物、原生动物或细菌等)短时间内暴发性繁殖或高密度聚集,在单位水体中达到一定生物量且引起水色异常的一种现象。类似的现象还有由蓝细菌(旧称蓝藻)引起的水华等。

(5) 种群平衡

种群数量变动取决于迁入率和迁出率、出生率和死亡率4个因素的变化。在自然条件下,由于多种因子(如气候、食物、天敌等)的综合作用,且在长期进化的过程中,不同的生物采取不同的适应环境的策略有利于自身繁衍与发展,并能与环境协调一致。从数量上看,很多种群在长期内都保持一个动态的平衡状态,尤其在大型动物及有花植物中。

(6) 种群的衰亡

生物在不适应环境的情况下,种群数量会出现持久性下降,即种群衰落,甚至死亡。由于人类对野生动植物的过度捕猎、采集或破坏其栖息地,很多生物已经或面临着种群衰亡或灭绝。

① 物种灭绝:生物灭绝最可能的原因是竞争失败,或者说生物已不适应环境的变化而被淘汰。直接原因主要有生境碎片化、种群数目太小等。

② 大灭绝:关于大灭绝的原因,有多种假说,其中主要是星球碰撞说、周期性灾变说、突变型灾变说及环境改变说。地质历史上曾发生若干次大灭绝事件,其中最大型的有5次(表1-7)。

表1-7 地质历史记载的五次大灭绝事件

大灭绝事件	距今年代(百万年)	灭绝的海洋动物科的比例(%)
晚奥陶纪	439~440	22
晚泥盆纪	360~380	21
晚二叠纪	220~230	50
晚三叠纪	175~190	20
晚白垩纪	60~65	15

(7) 生物入侵

由于人类有意识或无意识地把某种生物带入适宜其栖息和繁衍的新地区,该生物种群不断扩大,分布区逐步稳定地扩展,这种过程称为生物入侵。我国科学家曾在2007年对我国外来入侵生物的现状及其预防进行过综述:据资料显示,全球因生物入侵造成的经济损失高达数千亿美元;目前入侵我国的外来生物有400多种,其中危害较大的有100余种,在世界自然保护联盟公布的全球100种

具有威胁的外来物种中,我国已有 50 余种,每年造成的经济损失至少有 1000 亿元人民币。

(8) 种群调节

对于调节自然种群数量的因素,到目前至少有 22 种假说,如捕食假说、自我调节假说、食物假说、复合因子假说、多态行为假说、社会生物学假说、远交假说、衰老-母体效应假说等。关于种群调节的多种假说可以按强调因素的不同而分为两大类:强调种群外因的外源性种群调节理论和强调种群内因的内源性种群自动调节理论。

第3节 群落是多物种种群形成的复杂空间结构

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

描述群落是一个由多物种组成的有机整体，具有水平和垂直结构，以及随时间改变的动态特征。

从系统的角度认识到生命之间相互作用、相互联系的本质，从而树立正确的环境意识和生命意识。

该项目标是依据《课程标准》内容要求 2.1.4 设定的。要求学生归纳与概括群落的结构和特征，深化结构与功能观(水平 3)；培养学生从系统视角，归纳与概括生物群落是在各种生物长期适应环境和彼此相互作用的过程中形成的，深化生物与环境相互作用的系统观(水平 3)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 2.1.4 而选取的，教材通过系列生物学事实来阐明和举例说明(表 1-8)。

表 1-8 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
群落是多个物种种群组成的有机整体	植物通常是决定群落外貌的主要部分；除植物外，群落中也包含动物、微生物等
	群落的组成和结构随环境的差异存在规律性的变化
	物种丰富度也是衡量、比较不同群落的重要特征
	在影响群落组成的环境因子中，气候是最基本也是最重要的影响因子
	群落中各物种之间存在着复杂的相互作用
	通过捕食、种间竞争、寄生等相互作用的物种双方至少有一个受害；通过共生相互作用的物种双方至少有一方受益
群落具有水平和垂直结构	每种生物在群落中都有一定的分布空间，形成群落的空间结构
	大多数群落在垂直方向上有分层现象
	物种组成的变化、土壤理化特性、小地形、风、水分布等许多局部环境条件的变化会导致群落植被的分布在水平方向上形成斑块状的镶嵌结构
群落结构可随时间改变	气候的周期性和昼夜的节律作用于生物，都会导致群落随时间而发生变化

3. 学习内容

种群、群落分别是生态系统的不同层次。在种群水平上,主要探讨物种内部或外部的影响因素,而到了群落水平,更多地需要了解物种之间的相互关系。教材着力引导学生用系统的角度,分析群落的结构和特征,理解群落具有的垂直结构和水平结构等特征是生物长期进化与适应环境的体现。同时,也让学生认识到群落是动态发展的,会随着时间而改变,这种改变一方面来自群落内不同物种之间、生物与环境之间的相互作用;另一方面,是生物进化与适应的结果。通过核心问题的探讨,如群落应研究哪些内容?群落的组成、种间关系、无机环境等怎样影响群落的特征等?强调群落不仅仅是一定空间内各种生物的集合,而是通过种内的斗争、种间共生、竞争、捕食、互利共生等关系建立起来的有机整体。教材通过介绍生物群落的组成、特征、结构等概念,使学生掌握和应用生物群落的生态规律和原理,培养学生对生物群落的利用、改造、管理等能力,认识群落生态理论在保护自然环境、维护生态平衡、提高群落生产力中的作用。根据生命系统是一个统一的整体这一思想,教材从“群落的物种组成”“种间关系”和“群落的空间结构”三个层级展开。

本节引言设置“城市生态环境建设”的情境,围绕学生熟悉的社区中林绿地植物的分布规律展开。课前活动设计“热带雨林里的空中群落”,根据学生已有的地理学知识,以局部到整体的思路带领学生从热带雨林的案例入手,分析热带雨林中物种的分布特点,思考种群和群落的区别,通过归纳与概括等,建构出群落的相关概念,引导学生从群落的水平,探讨生态学研究的问题。同时,引导学生尝试分析造成不同的热带雨林中群落差异的原因,为学习群落的物种组成埋下伏笔。

教材分3个目,从群落的组成及影响群落组成的环境因子,到群落中各物种之间复杂的相互关系,最后概括群落的空间结构。

第1目:群落是多个物种种群组成的有机整体。从群落的物种组成角度出发,以课前活动“热带雨林里的空中群落”为情境,先引发学生思考热带雨林中有哪些物种分布、种群和群落的关系等。让学生初步认识到种群、群落是两个层次的系统,使学生认同探究视角的重要性,理解系统的研究方法。接着,结合教材介绍了不同类型的群落,如我国长白山针叶阔叶混交林及重庆缙云山亚热带常绿阔叶林两种群落的图文资料,引导学生通过分析、比较不同生物群落中的物种组成,明确物种组成是区别不同群落的重要特征,理解群落的物种组成不是固定不变的。通过对不同群落的比较,学生不难发现上述两种群落中植被组成的差异主要受我国南北气候差异的影响,从而引出环境因子会影响种群中每个物种的自然分布,也会影响群落的组成与结构。为了能让学生进一步理解生物与环境的相互作用是群落动态变化的根本原因,教材呈现了北半球不同纬度鸟类丰富度的变化图,引导学生读图分析,归纳与概括不同气候带对物种丰富度作用的规律,理解气候是影响群落组成最重要的环境因子。

第2目:种间关系将群落物种联系在一起。利用广角镜“旅鼠种群动态对极地水鸟繁殖成功率的影响”和思维训练“种间关系”中双小核草履虫和大草履虫实验以及家兔、家猫对黄领秧鸡种群的影响等生态学案例,引导学生运用演绎与推理、归纳与概括等科学思维构建种间关系的概念图,厘清组成群落的各个物种之间的关系,明确群落中各物种之间是相互联系的,群落中所有物种都是相互依赖、相互作用而共同生活在一起的一个有机整体。

第3目:群落具有一定的空间结构。由于群落的空间结构这一概念比较抽象,教材设计了探究活动“调查城市常见鸟类生态位”,引导学生从观察身边的鸟类分布现象入手,通过科学的方法调查

鸟类的生态位,思考“群落中动物在垂直方向上的分布是怎样的?各个群落中生物所生活的环境条件有什么不同?影响生物垂直分层的原因是什么?”等,从而形成群落空间结构的概念,有利于学生将抽象的概念形象化、具体化,也有利于学生运用生态学研究的思路与方法,尝试分析当地自然群落中某种生物的生态位,树立保护生态系统的意识和责任。随后,教材呈现了生态学家观察到的部分鸟类物种在栎树林不同层中被观察到的次数统计表,引导学生学会分析数据,运用结构与功能观总结群落的垂直结构。接着,教材通过引导学生从生物适应环境的角度,比较与分析北方针叶林和沼泽在水平方向上形成斑块状的镶嵌结构及生物学意义。最后,在厘清不同群落空间结构及结构特征后,教材从群落动态变化的角度出发,通过问题串,让学生思考并理解群落的演替是普遍存在的,影响群落演替的因素有内因(种群变化),也有外因(环境变化),归纳与概括出群落的组成与结构,阐述群落中的生物具有与环境相适应的形态结构和生理特征,引发学生运用稳态与平衡观、进化与适应观阐释群落动态变化的意义。

探究·实验 1-2: 探究土壤中动物类群的丰富度。该实验提升了学生动手能力,同时,要求学生能运用分类、统计等科学方法,从物种的组成上描述群落的特征。

探究·活动 1-3: 调查城市常见鸟类生态位。该活动主要培养学生观察、记录、统计的科学探究能力。通过调查身边环境中的鸟类的种类、占据的空间位置、不同生物之间的关系等,提高学生运用群落的结构特征解决实际问题的能力,并树立人与环境和谐共处的意识。

二、教学建议

本节建议 3 课时。其中“群落是多个物种种群组成的有机整体”“种间关系将群落物种联系在一起”1 课时,探究·实验 1-2“探究土壤中动物类群的丰富度”1 课时,“群落具有一定的空间结构”及探究·活动 1-3“调查城市常见鸟类生态位”1 课时。

1. 课堂教学建议

(1) 结合地理学知识,理解群落的概念,认识人与自然和谐发展的重要性

群落生态学是农业、林业、畜牧业等群落调控的理论基础,在土地利用、自然保护等领域都有重要指导意义。然而,群落的概念相对比较抽象,为此,教师首先要充分调动学生已有的地理学知识,引导学生通过列表比较,地球上几种生态系统中群落的环境特点、物种类型及特征等,说出不同群落在物种组成上的差别,认识到群落的物种组成是区别不同群落类型的重要特征。教师通过图片、视频等形式呈现热带雨林、温带草原等群落的植被样貌及典型动物,引导学生说出不同群落的差异、归纳与概括群落的重要特征、比较种群和群落特征的差别、体会不同生物群落中物种丰富度存在差异,并分析造成不同群落物种丰富度差异的原因。最后,呈现同一地区不同季节的群落或同一地区同一季节不同群落外貌的图片或视频,引发学生思考:“群落是不变的吗?哪些环境因子会影响群落的变化?人类活动会让群落发生变化吗?”等,启发学生说出群落的组成和结构会随着环境条件的差异存在规律性变化,揭示生物与环境的相互作用是群落动态变化的根本原因,并运用稳态与平衡观解释群落变化的生态学意义,明确人类活动对群落稳定性和生物多样性的影响,引导学生形成人与自然和谐发展的理念。

(2) 分析实例,厘清群落中的种间关系

教师提出问题:“群落是生物种群随机聚集起来的吗?组成群落的物种互相之间有什么关系?”,结合教材思维训练提供的案例,探讨种间关系。

首先,引导学生结合种群生长曲线的概念,分析教材图1-20的曲线,让学生描述两种草履虫混合培养后种群数量的变化趋势,并思考:“实验前期,为什么两种草履虫的数量都增加?实验后期,为什么大草履虫的数量不断减少甚至全部消失?双小核草履虫的数量为什么能继续增加?双小核草履虫种群混合培养时为什么比单独培养时的环境负荷量低?”等,让学生从中辨析种间斗争和种内斗争的概念。接着,通过分析教材图1-21,阐述黄领秧鸡、家兔和家猫三者数量变化的循环因果关系,比较种间关系和捕食的区别。此时,教师追问:“影响黄领秧鸡数量变动的环境因子还有哪些?”引导学生从系统的角度认识到种群数量变化是由不同物种之间的相互作用、种内斗争及非生物因素三者相互作用的复杂结果。此外,教师也可以组织学生阅读广角镜中关于“旅鼠种群动态对极地水鸟繁殖成功率的影响”,让学生明白在自然界中,捕食者和猎物种群是长期共存的。在进化过程中,捕食者如果捕食太多猎物,使猎物数量大量下降,最终因猎物数量不足导致捕食者种群数量也会下降甚至消亡。因此,捕食者和猎物之间的密度关系随着时间的变化倾向于保持稳定。通过分析与讨论,启发学生运用稳态与平衡、进化与适应的生命观念尝试解释种间关系的实例,阐明捕食者与猎物之间的复杂关系是经过长期协同进化逐步形成的。随后,通过引导学生分析种间竞争和捕食的特点和区别,以及对野生动物资源管理的启示等,明白种群关系对维持群落的稳定具有重要意义,影响群落稳定的因素除生物因素外还有非生物因素以及人类的活动,启发学生运用稳态与平衡的生命观念,为野生动物保护献计献策,提高社会责任意识。最后,结合教材表1-4,采用构建概念图的方式,组织学生对群落中各物种的种间关系类型、定义、互相作用等方面进行梳理与比较,并举例说明。

在群落中不同的种间关系的教学中,有如下建议:在“捕食关系”的教学中,教师需引导学生结合实例或“广角镜”中的案例,运用进化与适应的观点理解在长期的进化过程中,捕食对于双方的意义、捕食者的存在对群落中的种间关系带来的影响、捕食者与被捕食者发展出一些有效捕食行为和反捕食行为,使两者协同进化等。在“竞争关系”的教学中,教师可引导学生结合实例归纳出竞争不仅是对食物的相互争夺,还包括对资源和空间的相互争夺。在种间竞争中,竞争结果的不对称性是种间竞争的一个共同特点。也就是说,两个具有相同生态要求的物种在同一个分布区内如果发生竞争时,总是导致一个物种排除另一个物种。但是,如果在两个物种重叠的分布区内,它们的生态要求如果发生分化,即发生生态分离,在食物、居住地或筑巢地点的选择上略有不同,那么这两个物种就有可能在重叠的分布区内长期共存。在“寄生关系”的教学中,教师需强调由于寄生生物的多样性,其对寄主生活的适应也有多样性。寄生生活的关键是转换宿主个体。自然界中寄生生物与宿主之间的关系是极为复杂的,需全面分析寄生生物与宿主种群间的相互动态:①各种寄生生物对宿主的影响是不同的,寄生生物对一些生物的影响可能是致命的,但对另一些生物可能是无害的,其危害程度取决于寄生生物的致病力和宿主的抵抗力。②寄生生物的致病力和宿主的抵抗力随环境条件而改变。③同一种宿主同时会被若干种寄生生物所危害,同一种寄生生物也危害不同宿主。④宿主和寄生生物相互关系与其他生物因子和非生物因子有关。对复杂的寄生生态进行全面了解,是控制许多疾病的关键。此处的教学,教师可以结合必修1“病毒”的相关知识以及选择性必修1“稳态与平衡”中“免疫”的相关概念,进一步引导学生运用“稳态与平衡”的生命观念解释种间寄生的生态学现象,并

对疾病的预防、防控等措施展开讨论。在“共生关系”的教学中,教师可结合案例引导学生认识到互利共生多见于生活需要极不相同的生物之间,是自然界中普遍存在的一种现象。有些互利共生仅表现在行为上,如鼓虾和隐鳌蟹之间的共生。鼓虾是一种盲虾,营穴居生活。隐鳌蟹利用其洞穴作为隐蔽场所,但要为鼓虾引路导航。有些互利共生则是相互依赖的,如动物与消化道中的微生物之间的共生、人类与农作物或家畜的关系是典型的互利共生关系。

(3) 探究土壤中动物类群的丰富度,树立保护生物与环境的意识

物种丰富度是衡量、比较不同群落的重要特征。教材设计了探究土壤中动物类群的丰富度实验,引导学生从种群的组成上建构群落概念,从物种的组成上描述群落的特征和类型,明确物种组成是区别不同群落的重要特征,群落的物种组成不是固定不变的,培养学生动手实践的能力,初步掌握分类、数据统计、随机调查等科学方法。有条件的学校,教师可组织学生开展对物种丰富度的户外调查,认识土壤群落的物种组成,体会群落丰富度是区别不同群落的重要特征,初步学会区分不同群落的方法。教师还可以引导学生运用此实验习得的科学思维和方法,鼓励参与环境保护的实践活动,尝试对治理与保护当地生态环境献计献策,形成生态文明的意识。此实验不但有利于学生初步学习生态学研究中取样、统计、物种丰富度调查等方法,也有利于学生在探究过程中体会到物种丰富度也是衡量、比较不同群落的重要特征。更重要的是,学生通过这次体验活动,能激发他们关爱校园环境、关注生态环境的热情,树立环境保护、动植物保护的责任意识。

由于此实验比较耗时,建议可组织部分学生开展课前的探究活动,并通过视频记录过程;在课中组织全体学生观看视频片段、讨论实验数据、分析实验结果。最后,教师可启发思考:“土壤小动物出现哪些分层现象?运用进化与适应的生命观念,尝试解释土壤小动物出现分层现象的原因”等,为第3课时学习“群落的空间结构”奠定基础(具体内容参考拓展资料)。

(4) 以探究活动为载体,描述群落的空间结构

条件允许的学校,可以先组织学生开展探究活动“调查城市常见鸟类生态位”,以现象→本质→现象的思路,通过让学生观察、发现身边的生物学现象,运用生态学知识,设计实施活动方案,统计数据后分析、讨论探究结果。学生开展此探究活动,有利于学生学习生态学研究方法,能针对当地生态环境中常见鸟类生态位信息的调查,切实地认识到群落中的垂直分布情况。更重要的是,学生运用生态学研究的基本方法对当地生态环境展开调查,并能运用生态学的原理以及生命观念,通过实证,针对当地生态环境的保护等问题提出建议或可行的措施。由于本活动的开展耗时较久,建议课下组织部分学生开展活动,并用视频形式记录;课上采用观看视频、数据分析、结果讨论的形式开展。

接着结合教材表1-5,组织学生通过对不同种鸟类在栎树林不同层中被观察到的次数,尝试用图表的形式表述栎树林中各种鸟类的分布情况,思考:“在群落中,鸟类如何分层?为什么不同物种的鸟,其觅食生境范围不同?取食种类不同?哪一种鸟类的觅食生境范围大?取食种类多?种间关系如何?在群落中起到什么作用?”等,引导学生运用进化与适应观理解在群落中,每个物种都有其独特的地位和作用,生态位的分化是群落物种之间及生物与环境之间协同进化、长期适应的结果。

那么,群落中的植物是否也有分层现象呢?此时,教师可以出示动、植物群落分层的案例,充分结合学生已有的地理学知识,让学生举例说明地球上不同类型的群落中动、植物的分布特点,分析与讨论造成群落垂直分布或水平分布的主要原因及生态学意义。

在“群落的垂直结构”的教学中,教师引导学生认识:①大多数群落都具有清晰的层次性,群落的

层次性主要是由植物的生活型和生长型所决定。植物的生活型是指植物长期适应外界环境而在外貌上反映出来的植物类型。例如,森林群落的外貌主要取决于生活型的组成,该群落中常见的生活型植物有乔木、灌木、藤本、蕨类等。通过对植物群落生活型的研究,既可以发现控制和影响群落的主要气候因素、植物群落与环境之间的关系,又可以了解群落组成种的外貌特征随着地理位置或生境的改变而发生的变化。植物的生长型是植物响应当前所处生境形成的外部形态类型,是根据植物的可见结构分成的不同类群,例如蓖麻在温带为草本,而在亚热带则为灌木。植物的生长型反映植物生活的环境条件,相同的环境具有相似的生长型,是趋同适应的结果。②陆生群落中的动、植物都具有垂直分层现象,某些水生动物也有分层现象,如浮游动物,白天多在较深的水层,夜间则上升到表层活动。③植物之间竞争阳光是决定森林分层现象的一个重要因素。此外,温度、水分等生态因素对动植物的分层有直接影响。④群落垂直分层现象是群落中各种群及种群与环境之间相互竞争和选择的结果。它不仅能缓解植物之间争夺阳光、空间、水分和矿质营养的矛盾,而且由于生物在空间的分层排列,扩大了利用环境的范围,提高了同化功能的强度和效率。

在“群落的水平结构”的教学中,教师可结合实例引导学生认识到:①植物群落水平结构的主要特征是镶嵌性,它是由植物个体的水平方向上的不均匀分布造成的,可形成许多小群落。②小群落的形成是由于生态因子的不均匀性,如小地形和微地形的变化、土壤湿度和盐化程度的差异、群落内部环境的不一致以及动物活动和人类影响等。生物本身的生物学特性,尤其是植物的繁殖与散布特性等,对小群落的形成也具有重要作用。③每一个小群落具有一定的种类成分和生活型组成,因而它不同于层片,而是群落水平分化的基本结构单位。每一个小群落就像一个斑块,它们彼此组合,形成了群落的镶嵌性。④森林群落的镶嵌性,常由于林内光斑与暗斑的分布、草本层和苔藓层在不同树龄树冠下的差异、小地形的起伏、腐朽树桩和倒木及残落物积累的不均匀性等所引起。某些情况下草原群落的镶嵌性还可能由于挖土动物的活动而引起。此外,也可能由于个别植物种的超常生长繁殖而引发。环境因子的不均匀性,是生物镶嵌分布的主要原因。地形和土壤条件的不均匀性引起植物在同一群落中镶嵌分布的现象更为普遍,群落环境的异质性越高,水平结构就越复杂。

最后,教师可以组织学生运用群落的结构与功能,针对当地某生物资源的保护、生态农业规划等提出建议。

2. 实验与活动建议

探究·实验 1-2 探究土壤中动物类群的丰富度

土壤动物的监测和研究是监测环境质量的一种有效手段。土壤群落中各物种之间存在着复杂的相互作用。本实验的开展有利于培养学生从观察身边的生物学现象入手,通过发现问题、做出假设、设计与实施实验、分析与讨论,以及对实验装置的改进与创新等过程,能基于实证,通过归纳与概括、演绎与推理等,清晰地理解群落的概念及特征,直观地建构物种丰富度的概念,为学习群落中物种的种间关系打下基础。

(1) 实验准备

- ① 确定课题。根据感兴趣的问题,结合可行性,确定课题。
- ② 设计方案。可根据校园实际情况,根据土壤不同条件,在校园内选择若干样方地,也可就某一

块样方地开展试验;条件允许的情况下也可组织学生考察校园周边、居住小区等地点的环境。因此,根据学生能力、兴趣和实际情况,可确定样方地为:校园(草坪、绿植区、荒地等)、公园、小区、行道树旁和自然保护区。若考虑到要让学生充分理解群落的空间结构特征,建议该活动的调查对象尽可能包含多个生境类型,每种生境中至少对土壤进行3种深度取样调查。为提高本模块实验效率,建议该实验可与探究·活动1-3“调查城市常见鸟类生态位”探究·活动4-1“调查身边的环境问题”探究·活动4-2“探讨身边的生物多样性保护现状”等活动在户外同一地点分组进行,再根据教学进度分批次进行分析与讨论。

③实验装置的准备。购买或制作土样采集器、制作诱虫器。

④分组与分工。由于本实验持续时间较长,可组织部分学生以课外小组的形式完成调查实验。根据土壤条件不同,分成若干组;每组分工内容包括实验方案的设计、实验工具的选择与改良、编制采样记录表、样品采集、实验数据记录与处理等工作。

⑤开展预实验。首先,可组织学生分别取表土层的0~15cm耕作层和15~30cm犁底层两层进行预实验,可发现土壤动物主要分布在0~15cm耕作层。同时,结合土壤分层理论,进一步确定将距地表15cm厚的表土层作为研究对象,因为该土层疏松多孔,干湿交替频繁,物质转化快,易于小动物生存。

(2) 实验实施

①采集土样。参考尹文英研究时选用的方法,即在特定的样方地范围内,选取面积为5m×5m或者3m×3m的采样面1个,然后在其对角线上取3个20cm×40cm采样点,用环刀各取土样1份。若利用本实验开展“群落空间结构”的教学,可进一步对每个采样点分浅表层(0~5cm)、中表层(5~10cm)和深表层(10~15cm)3层分别用环刀各取土样1份,并填写采集记录表(注明采集地点、采集人和采集时间)。

②收集土壤动物。对于体积较大的土壤动物可指导学生选用手拣法;体积较小的土壤动物可指导学生使用土壤动物分离装置进行收集。通过人工热源,建立温度和干、湿梯度,利用土壤动物避光、趋湿的特点,使土壤动物下移,落入盛有酒精的烧杯中,个体较大的土壤小动物肉眼即可见。根据调查的实际情况,也可采用简易收集法:将土样放在有一定高度的容器内,以防止小动物逃走,用解剖针拨找小动物,同时用放大镜观察发现体型较大的小动物,用包着纱布的镊子取出来,体型较小的小动物用改进后的吸虫器收集。

需要注意的是,指导学生小组在相同时间段对所选生境进行采集和取样;由于本实验在户外开展,需要向学生强调安全注意事项,并在调查方案中增加安全预案,同时,需提供医疗防护用品、劳动手套等,以防止发生环刀划伤、虫咬等意外事件;在户外取样时,应尽可能减少对绿地的破坏,取样后要回填土壤,注意保护环境;采集到的土样不宜久放,应尽快开展后续实验,以防止土壤中的动物死亡。

③观察、分类与记录。由于学生缺乏动物分类学基础,在对土壤小动物鉴定中会遇到困难。为此,教师先组织学生参阅《中国土壤动物检索图鉴》《中国亚热带土壤动物》《中国昆虫生态大图鉴》《常见昆虫野外识别手册》等,教师指导学生设计制作“常见土壤小动物类群汇总表”,包括动物的形态特征和示例图片。根据各类群典型的分布特征,将土壤动物细分到“纲”或“目”。接着,组织学生对照汇总表,直接或借助放大镜、实体镜等观察,将收集到的土壤动物进行分类并做好记录。若遇到无法定名的土壤动物,可标记为“待鉴定”。

教师也可以引导学生从体型大小对土壤动物进行分类。目前,国际上通用的分类标准如下:

• 大型土壤动物:体长超过 2 mm,一般指肉眼可见的各类动物,例如蜈蚣、马陆、蜘蛛、蚯蚓、大中型昆虫等;

• 中型土壤动物:体长在 0.2~2 mm 范围内,例如螨类、弹尾虫等;

• 小型土壤动物:体长小于 0.2 mm 的微小动物,例如原生动物、线虫等。

在学生进行鉴定的过程中,教师需提醒学生设计鉴定结果统计表进行记录(表 1-9):

表 1-9 鉴定结果统计表

采集地点	采集深度	动物类群	合计(目)	动物数量	合计(个)
	0~5 cm				
	5~10 cm				
	10~15 cm				

④ 数据统计:根据学情,教师指导学生采用多种数据记录的方法。在对小动物进行分类统计前,把目测估计法中多度等级进行量化,明确每个等级的数量范围,以及对应的不同土壤小动物的丰富度(表 1-10)。

表 1-10 多度等级量化

序号	多度等级	数量范围(个)	对应丰富度
1	非常多	大于 10	非常高
2	多	9~10	高
3	较多	7~8	较高
4	较少	5~6	较低
5	少	3~4	低
6	很少	1~2	很低

在教师的指导下,学生设计实验结果汇总表(表 1-11)。

表 1-11 实验结果汇总表(供参考)

种类	第 1 组				第 2 组				第 3 组			
	采样地点:草坪 采样深度:				采样地点:绿植区 采样深度:				采样地点:荒地 采样深度:			
统计次数	1	2	3	平均值	1	2	3	平均值	1	2	3	平均值
蚂蚁												
鼠妇												
甲虫												

(续表)

统计次数	1	2	3	平均值	1	2	3	平均值	1	2	3	平均值
...												
动物总数												
动物种类												
多度等级												
丰富度												

(3) 分析和讨论

在课堂上,教师可先安排各小组成员汇报调查的具体过程和结果,以及在调查过程中遇到的问题和收获。接着,组织全体学生根据实验数据开展讨论,可分析比较不同生境土壤动物群落丰富度,探讨不同生境群落丰富度水平分布差异形成的原因;分析比较同一生境不同土层深度土壤动物群落丰富度并分析形成差异的原因;根据对校园土壤小动物丰富度的调查,对校园生态环境的建设提出建议等。

探究·活动 1-3 调查城市常见鸟类生态位

对鸟类生态位的研究对于群落生态学及整个生态学的研究都具有重要意义。本活动建议教师引导学生运用进化与适应观,尝试解释不同鸟类的生态位出现差异现象的原因及对生物群落稳定产生的意义;通过资料查阅,对白头鹎和麻雀的形态特征、食性、栖息地等进行归纳与概括;通过对鸟类生态位的调查活动,初步学会样地建立方法、鸟类调查的一般方法;通过设计样地调查路线、设计并实施实验方案、如实记录并分析实验结果提高保护鸟类、保护生态环境的责任意识。

(1) 活动准备

① 确定样地。鸟类的活动范围很大,既在水平空间移动,也在垂直空间移动,建议选择校园绿地、校园附近的绿地或公园等地作为样地。为提高本模块活动效率,建议该活动可与探究·活动 1-2“探究土壤中动物类群的丰富度”探究·活动 4-1“调查身边的环境问题”探究·活动 4-2“探讨身边的生物多样性保护现状”等活动在户外同一地点分组进行,再根据教学进度分批次进行分析与讨论。

② 调查。通过资料分析,明确需要针对哪些环境因子进行生态位调查。通过查阅《中国鸟类分类与分布名录》等资料,对本次活动需要调查的白头鹎和麻雀的形态结构、习性、食性、栖息位置等进行分类与比较,或制作鸟类分类比较表。根据学情,也可就当地常见的其他鸟类的生态位进行调查。

③ 分组与分工。由于本活动持续时间较长,可组织部分学生以课外小组的形式完成调查。根据调查样地不同,分成若干组;每组分工内容包括活动方案的设计、记录、实验结果统计表设计、实验数据记录与处理等工作;各小组在选定群落、样带或样点后,要注意记录群落类型、面积,并对样带和样点进行编号,同时要合理安排记录的时间和记录员,按时开展调查活动。

④ 器材准备。望远镜、计算器、铅笔、橡皮、标签、指南针、相机、记录表格等。

(2) 调查方法选择

鸟类野外观测一般有样线统计法、样点统计法和样方统计法三种。

样线统计法：又称样带统计法，即在研究区设置一定长度(L)（如3~5 km）和宽度(W)（如单侧宽度0.05 km）的样带，观察者沿样带均速(2~3 km)行进，用望远镜记录见到的鸟类种类、个体数量(N_i)、栖落位置及集群状况等，统计所有鸟类的总个体数 TN 。为避免重复统计，只记录向后飞的鸟，不记录向前飞的鸟。此方法可以计算出单位面积上所遇到每种鸟的相对密度 RD_i （即单位面积中鸟类物种 i 的个体数占所有记录鸟类个体总数的百分比）， $RD_i = (N_i / TN \times L \times W) \times 100$ 。

样点统计法：在鸟类秋冬季节集群分布时常采用样点统计法，即在调查区或群落内随机选择一定数量的统计点，在鸟的活动高峰时段逐点进行相同时间（一般5~10 min）的统计。也可以样点为中心划出一定大小的样方（如250 m×250 m），进行相同时间的统计。此方法也可计算出单位面积上所遇每种鸟的相对密度。

样方统计法：适于在鸟类繁殖季节进行。一般是设置一定面积和数量的样方（100 m×100 m或50 m×50 m），在早晨或傍晚计数样方内的种类、数量或鸟巢数，记录其在植物群落内出现的空间位置，如停歇位置距地面的实际高度，或按其在林冠层、灌木层、草本层或地面的出现进行分层记录。统计时可分别就其物种组成、物种丰富度和个体数量在整个植物群落内及在群落垂直空间的分布进行分析。

(3) 实施建议

以校园开展样线统计法为例，首先，在校园3处划定样地，每个样地设计一条宽5 m、长100~200 m的样带（根据样地大小可设计不同样带）。接着，沿样带中线行进（行进方向两边各2.5 m），借助望远镜观察、记录所见到的白头鹀和麻雀的个体数量和第一次见到它们所在的栖息高度（栖息地高度划分为林冠上层、林冠中层、林冠下层、灌木层、草本层和地面等6个垂直层次）、栖息地点（乔木、灌木、草地、人行道、建筑等）、食物种类（昆虫、果实、种子、芽、面包等）。调查时间为上午5:00~7:00，下午16:00~18:00。对于面积小，呈块状的农田和灌木群落，采用样点统计法进行调查。相同群落均选择3处样点，分别在上午5:00~7:00，下午16:00~18:00进行观察，观察时间为10~20 min，记录所调查农田或灌木群落内所见鸟的种类、个体数量和栖落高度。

(4) 分析和讨论

由于本实验主要目的是通过了解、记录某种鸟类的生态位，提高对保护鸟类群落的意识，为此，教师在课上可以先请学生代表介绍活动实施的过程，展示各小组的调查结果。接着，教师引导学生分析教材中的活动评价中的思考题。根据学情，教师也可以激发学生深入思考拓展问题：“鸟类的食物生态位策略有何异同？鸟类群落物种多样性和均匀性怎么调查？”等，启发感兴趣的同学尝试运用数学方法对生物学开展定量研究。

3. 栏目使用建议

(1) 广角镜“旅鼠种群动态对极地水鸟繁殖成功率的影响”

本栏目建议在“种间关系”的课堂教学中，让学生探讨旅鼠种群动态对极地水鸟繁殖成功率的影响，运用进化与适应、稳态与平衡的生命观念解释种间的捕食关系，及其对于生态系统稳定的意义，

加深理解捕食者与被捕食者是长期共存的关系。

(2) 思维训练“种间关系”

本栏目可作为“种间关系”课堂教学的引入,以介绍生态系统研究的科学史展开,激发学生思考种间关系的类型、特征以及对于野生动物资源管理的启示。此活动不但能发展学生的科学思维,同时也启发学生对实际生产实践中的问题展开讨论并提出建议,加强生态文明观念和意识。

三、拓展资料

1. 群落的基本特征

(1) 具有一定的外貌

组成群落的各种植物常具有极不相同的外貌,根据植物的外貌可以把它们分成不同的生长型,如乔木、灌木、草木和苔藓等。对每一个生长型还可以作进一步划分,如把乔木分为阔叶树和针叶树等。这些不同的生长型将决定群落的层次性。一个植物群落,其植物个体的高度和密度,决定了群落的外部形态。在植物群落中,通常由其生长类型决定其高级分类单位的特征,如森林、灌丛或草丛的类型。

(2) 具有一定的种类组成

每个群落都是由一定的植物、动物和微生物种类组成的。群落的物种组成是区分不同群落的重要特征。一个群落中物种的多少和每个种群的数量,是度量群落多样性的基础。

(3) 具有一定的群落结构

生物群落是生态系统的一个结构单位,它本身除具有一定的种类组成外,还具有一系列结构特点,包括形态结构、生态结构与营养结构。例如,生活型组成、物种的分布格局、成层性、季相、捕食者和被捕食者的关系等。但其结构常常是松散的,不像一个有机体结构那样清晰。

(4) 形成一定的群落环境

生物群落对其居住环境产生重大影响。例如,森林中能形成特定的群落环境,与周围的农田或裸地大不相同。

(5) 不同物种之间的相互影响

群落中的物种有规律地共处,即在有序状态下共存。生物群落是生物种群的集合体,但不是一些物种随意组成便成为一个群落。一个群落必须经过生物对环境的适应和生物种群之间的相互适应、相互竞争,并形成具有一定外貌、种类组成和结构的集合体。

(6) 有一定的动态特征

生物群落是生态系统中有生命的部分,生命的特征就是不断运动。群落也是如此,其运动形式包括季节变化、年际变化、演替和演化。

(7) 具有特定的群落边界特征

在自然条件下,有的群落有明显的边界,有的群落边界不明显。前者见于环境梯度变化较陡,或环境梯度突然中断的情形,如陆地和水环境的交界处。一个湖泊的水体生物群落与其周围的陆地生物群落之间具有很明显的分界线;在高山地带,森林群落和高山草甸群落之间的分界线也很明显。

但是,沙漠群落和草原群落之间、草原群落和森林群落之间、针叶林群落和阔叶林群落之间,边界很难划分。

此外,群落也有自养和异养之分。自养群落中总是含有能进行光合作用的植物,因此能够利用太阳能合成有机物;异养群落中没有进行光合作用的植物,因此必须依靠从外界输入有机腐屑等物质才能维持群落中生物的生存,如某些温泉和地下河。

群落也有大小之分,大的如南美洲亚马孙河谷的热带雨林、横贯北欧和西伯利亚的针叶林、地中海的水生群落等;小的如森林中的一根倒木、一眼温泉、树洞中的积水等。

2. 群落的组成

(1) 种类组成

组成生物群落的种类成分是形成群落结构的基础,也是鉴别不同群落类型的基本特征。因此研究群落生态学一般都从分析群落的种类组成开始。为了解一个群落或一个地区中的物种组成,可以调查其所拥有的所有物种名录。为了减少工作量,调查群落的物种组成可以用取样调查的方法。例如,将一块大的群落划分成若干小区块,再随机调查有代表性小区块中的物种数目,并由此估算出总的群落物种数量。一般来说,如果一个群落的物种数越多,则表示这个群落相对较稳定、结构较复杂、自我调节能力较强。组成群落的种类越丰富,其最小面积(基本上能够代表或包含某个群落中植物种类的低限面积)越大。植物群落的最小面积比较容易确定,但动物群落的最小面积较难实测,常采用间接指标(如根据大熊猫的粪便、觅食量等指标)加以统计分析,确定其最小面积。

不同种类的群落中的地位和作用各不相同,群落的类型和结构因而也不同。根据各个物种在群落中的作用而划分群落成员型。在植物群落研究中,划分的群落成员型有:优势种、建群种、亚优势种、伴生种、偶见种或稀有种。在动物群落中,不同动物个体社会等级的确立,与植物群落中的成员型有可比之处。

(2) 数量特征

有了群落完整的生物名录,只能说明群落中有哪些物种。如要进一步阐明群落特征,还必须研究不同物种的数量关系。对种类组成进行数量分析,是近代群落分析的基础。目前,物种个体数量指标有:多度、密度、盖度、频度、高度、重量、体积;物种的综合数量指标有:优势度、重要值、种的综合优势比。在动物群落研究中,多数采用数量或生物量作为优势度指标,水生群落中的浮游生物多以生物量为指标。

3. 群落的结构

(1) 群落的垂直结构

环境的逐渐变化导致对环境有不同需求的动植物生活在一起,这些动植物各有其生物型,其生态幅度和适应特点也各有差异,它们各自占据一定的空间,并排列在空间的不同高度和一定土壤深度中。群落的这种垂直分化就形成了群落的层次,称为群落垂直成层现象。每一层片都是由同一生活型的植物所组成。群落的垂直结构,主要指群落成层现象。群落的成层现象保证了生物群落在单位空间中更充分地利用自然条件。

① 陆生植物成层现象。陆生群落的成层结构是不同高度的植物或不同生活型的植物在空间上垂直排列的结果。陆生植物的成层现象包括地上和地下部分。决定地上部分分层的环境因素主要是光照、温度等条件，而决定地下分层的主要因素是土壤的物理化学性质，特别是水分和养分。因此，成层现象是植物群落与环境条件相互关系的一种特殊形式。环境条件越丰富，群落的层次就越多，层次结构越复杂。环境条件差，层次就少，层次结构也就越简单。

以森林群落为例，森林的林冠层吸收了大部分的光辐射，而林冠下为那些能有效利用弱光的下木所占据。穿过乔木的光，有时仅占到达树冠的全光照的十分之一，但林下灌木层却能利用这些微弱的并且光谱组成已被改变的光。在灌木层下的草本层能够利用更微弱的光，草本层往下还有更耐阴的地被层（图 1-9）。

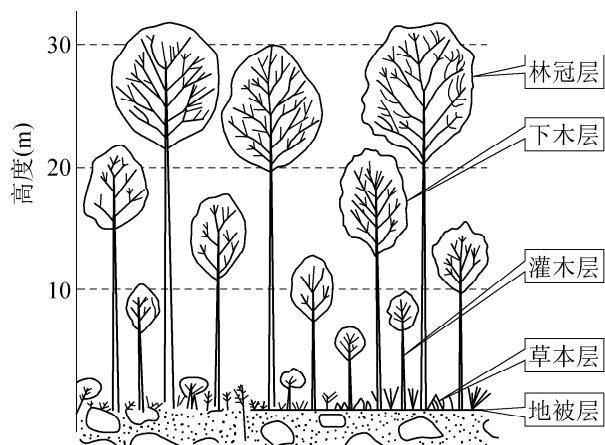


图 1-9 森林群落的垂直成层性

② 动物的成层现象。动物之所以有分层现象，主要与食物有关，因为群落的不同层次提供不同的食物；其次，还与不同层次的微气候条件有关。许多动物可同时利用几个不同层次，但总有一个最喜好的层次。例如，在欧亚大陆北方针叶林区，在地被层和草本层中，栖息着两栖类、爬行类、鸟类（丘鹬、榛鸡）、兽类和各种鼠形啮齿类；在森林的灌木层和幼树层中，栖息着莺、尾莺和花鼠等；在森林的中层栖息着山雀、啄木鸟、松鼠和貂等；而在树冠层则栖息着柳莺、交嘴和戴菊等。

③ 水生群落中的成层现象。水生群落在水面以下不同深度分层排列。水生群落中，生态要求不同的各种生物也在不同深度的水体中占据各自的位置，而呈现出分层现象（图 1-10）。它们的分层，主要取决于透光状况、水温和溶解氧的含量等。一般可分为漂浮生物、浮游生物、游泳生物、底栖动物、附底动物和底内动物等。多数浮游动物一般是趋向弱光的。因此，它们白天多分布在较深的水

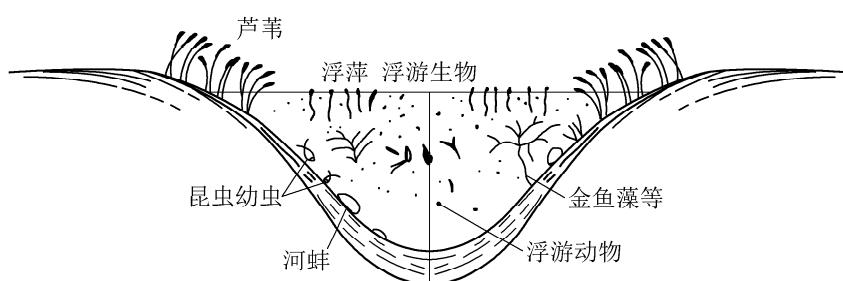


图 1-10 淡水湖泊生物的垂直分布

层,而在夜间则上升到表层活动。此外,在不同季节也会因光照条件不同而引起垂直分布的变化。

此外,在淡水养殖中,通过放养生态位不同的鱼类,也能形成层次丰富的垂直结构,有利于充分利用饲料资源,提高鱼塘的生产力;农田生物群落也因作物的种类、栽培条件的差异,形成不同的层次结构。

(2) 群落的水平结构

动物群落因其自身的生物学适应范围,随着栖息环境的布局面有相应的水平分布格局。群落的水平结构是指群落在水平方向上的配置状况或水平格局,生物种群在水平方向上的镶嵌性,也称作群落的二维结构,具有这种特征的植物群落叫做镶嵌群落。每一个斑块就是一个小群落,它们彼此组合,形成了群落的镶嵌性。群落内部环境因子的不均匀性,如小地形或微地形的变化,土壤湿度和盐渍化程度的差异以及人与动物的影响等,是群落镶嵌性的主要原因。同时,群落内部植物环境(如上部遮阴不均匀等)也是出现镶嵌群落的因素,植物种类本身的生物学特点也有重大作用,特别是种的繁殖、迁移和竞争等特征,对形成小群落也有重要作用。自然界中群落的镶嵌性是绝对的,而均匀性是相对的。

4. 种间关系

(1) 种间相互作用的类型

根据种间关系的性质,可以分为三种类型:正相互作用(一方得利或双方得利)、负相互作用(至少一方受害)、中性作用(双方无明显的影响)(表 1-12)。

表 1-12 两种群相互作用性质分析

相互作用类型	对种群的影响		相互作用的一般特征
	甲种群	乙种群	
无影响	0	0	彼此不受影响
竞争	—	—	互相抑制,两种群均受伤害
偏害作用	—	0	甲种受害,乙种无影响
寄生	+	—	甲种受益,乙种受害
捕食	+	—	甲种捕食受益,乙种被捕食受害
偏利(寄居)	+	0	甲种有利,乙种无影响
原始合作	+	+	互相有利,但不是必然的
互利共生	+	+	互相作用、互相依赖

注: +代表正相互作用,有利作用;—代表负相互作用,有害作用;0代表无影响。

(2) 种间正相互作用

生物种间的正相互作用包括原始合作、互利共生和偏利共生。

① 原始合作。原始合作指两个生物种群生活在一起,彼此都有所得,但两者之间不存在依赖关系。例如,蟹与肠腔动物的结合,肠腔动物覆盖于蟹背上,蟹利用腔肠动物的刺细胞作为自己的武器和掩蔽的伪装,腔肠动物利用蟹为运载工具,借以到处活动得到更多的食物。

② 偏利共生。偏利共生亦称共栖,指种间相互作用对一方没有影响,而对另一方有益。偏利共生可以分长期性和暂时性的。例如,某些植物以大树作附着物,借以得到适宜的阳光和其他生活条件,但并不从附着的树上吸取营养。在一般情况下,对被附着的植物不会造成伤害,它们之间构成了长期的偏利共生关系。但若附生植物太多,也会妨碍被附生植物的生长,这说明生物种间互相关系类型的划分不是绝对的。暂时性偏利共生是一种生物暂时附着在另一种生物体上以获得好处,但并不使对方受害。例如,林间的一些动物和鸟类,在植物上筑巢或以植物为隐蔽所等。

③ 互利共生。互利共生指两个生物种群生活在一起,互相依赖,互相得益。共生的结果使得两个种群都发展得更好,互利共生常出现在生活需要极其不相同的生物之间。例如,异养生物完全依赖自养生物获得食物,而自养生物又依赖异养生物得到矿质营养或生命需要的其他功能。

(3) 种间负相互作用

竞争、捕食、寄生及偏害等都属于负相互作用。负相互作用使受影响的种群的增长率降低,但并不意味着有害。从长期存活和进化论的观点来看,负相互作用能增加自然选择率,产生新的适应。捕食与寄生作用对于缺乏自我调节能力的种群常常是有利的,它能防止种群过密,使种群避免自我毁灭。

① 竞争。竞争指两个或两个种群争夺同一对象的相互作用。竞争的对象可能是食物、空间、光及矿质营养等。竞争的结果可能是:两个种群形成协调的平衡状态,或者一个种群取代另一个种群,或者一个种群将另一个种群赶到别的空间中去,从而改变原生态系统的生物种群结构。一般可把竞争分为干扰竞争和利用竞争两种类型。

苏联生态学家高斯(G. F. Gause)曾开展关于两个物种利用同一食物资源时产生的种间竞争现象的研究。首先,他用实验方法观察两个物种之间的竞争现象,将在分类和生态学上极相似的两种草履虫——双小核草履虫和大草履虫作为实验材料,以一种杆菌为饲料,进行培养。当单独培养时,两种草履虫都出现典型的逻辑斯蒂增长,当混合在一起时,开始两个种群都有增长,但双小核草履虫增长快些。16天后,只有双小核草履虫生存,大草履虫完全消亡(图 1-11)。由于实验条件可以保

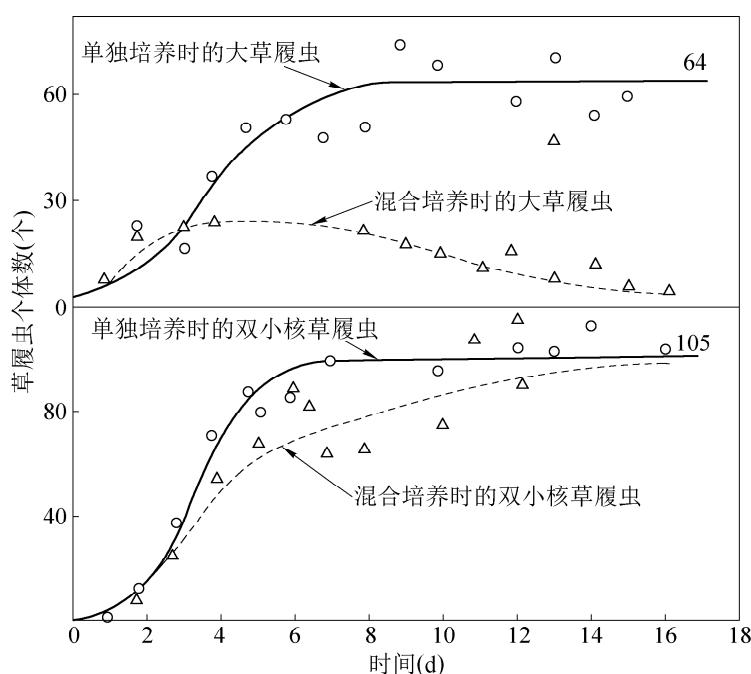


图 1-11 两种草履虫单独和混养时的种群动态

证,两种草履虫之间只有食物竞争而无其他关系。高斯的解释是,大草履虫的消亡是由于其增长速度(内禀增长率)比双小核草履虫慢。因为竞争食物,增长快的物种排挤了增长慢的物种。

② 捕食。广义上,指所有高一营养级的生物取食和伤害低一营养级的生物的种间关系。狭义概念的捕食者和被捕食者种群作用模型是洛特卡(A. J. Lotka)和沃尔泰勒(V. Volterra)提出的,它的基本内容是:对于被捕食者,可以假定在没有捕食的条件下,种群按几何级数增加: $dN/dt = r_1 N$;对于捕食者,可以假定在没有被捕食者的条件下,种群按几何级数减少: $dp/dt = -r_2 p$ 。式中, p 为捕食者密度, r_2 为捕食者在没有被捕食者时的瞬时死亡率。假定捕食者和被捕食者共存于一个有限的空间内,那么被捕食者的种群增长率就会因由捕食者而降低,这个降低因素还随捕食者密度而变化,因此被捕食者的种群方程可描述为: $dN/dt = (r_1 - \alpha p)N$;同样,捕食者种群的增长率也将依赖于被捕食者的种群密度,捕食者种群方程可描述为: $dN/dt = (-r_2 - \beta N)p$,式中, α 是测度捕食压力的常数,即平均每一捕食者捕食猎物的常数。可以假设如果 $\alpha=0$,那么 $-\alpha p N$ 这一项等于零,就表示被捕食者完全逃脱了捕食者的捕食。 α 值越大,就表示捕食者对于被捕食者的压力越大。因此, α 可以被称为捕食压力常数, β 是测度捕食者利用被捕食者而转化为更多的捕食者的效率常数。这个值越大,捕食效率越大,对于捕食者种群的增长的效应也就越大。因此, β 可以成为捕食效率常数。在一个生态系统中,捕食者与被捕食者一般保持着平衡,否则生态系统就不能存在。

③ 寄生。一个物种从另一个物种的体液、组织或已消化物质获取营养并对宿主造成危害,称为寄生。更严格地说,寄生生物从较大的宿主组织中摄取营养物,是一种弱者依赖于强者的情况。捕食者通常杀死猎物,而寄生者则多次地摄取宿主的营养,一般不“立即”或直接杀死宿主。在寄生和捕食之间还存在着一种拟寄生。例如,寄生蜂将卵产在昆虫幼虫内,随着发育过程逐步消耗宿主的全部内脏器官,最后剩下空壳,一般称为拟寄生生物。拟寄生是一种介于寄生和捕食之间的种间关系。

寄生生物在适应宿主方面表现出极强的适应性。其宿主可以是植物、动物,也可以是其他寄生生物。例如,在致病细菌中生活的病毒或噬菌体,在这种场合可称为超寄生。有的寄生生物能在动物尸体上继续营寄生生活,如铜绿蝇,可称为尸养寄生生物,它们实际已成为食死生物或食碎屑生物。寄生生物有的是永久寄生,有的是暂时寄生,其间有一系列过渡。蜱、蚊等从体表吸取宿主血,停留时间不长;蛭、八目鳗可延续若干昼夜;寄生在蟾蜍肺中的棒线虫以寄生时代和自由生活时代相交替。

第4节 群落演替是生物与环境相互作用的结果

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 阐明和辨析群落初生演替和次生演替的过程。利用群落演替原理解释身边的生命现象。
- (2) 分析生物具有的与所在群落环境相适应的形态、生理和分布特点,从而树立生物的进化与适应观。

这两项目标是依据《课程标准》内容要求 2.1.5 和 2.1.6 及相关活动建议设定的。目标(1)要求运用比较与分类、归纳与概括等科学思维方法,演绎与推理、归纳与概括出群落演替现象的类型、过程和机制,并能运用群落演替原理,解释群落演替的相关现象(水平 4)。目标(2)要求运用结构与功能观、进化与适应等生命观念,举例说明群落中的生物对环境的适应性,养成保护环境、维护生态平衡的习惯,并能提出人与环境和谐相处的合理化建议(水平 4)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 2.1.5 和 2.1.6 而选取的,教材通过系列生物学事实来阐明和举例说明(表 1-13)。

表 1-13 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
演替是一个群落替代另一个群落的过程	初生演替会经历裸岩阶段、地衣阶段、苔藓阶段、草本植物阶段、灌木阶段、森林阶段
自然群落演替包括初生演替和次生演替两大类	原生群落受自然或人为破坏后再次发生的演替,称为次生演替

3. 学习内容

本节的主题是“群落的演替”。是学生在学习了群落具有垂直结构和水平结构等特征的基础上,深入理解群落可随着时间而改变。教材从“群落的自然演替有两种类型”和“生物具有与群落环境相适应的特征”两个层级展开。

本节引言设置“群落是一个动态系统”的情境,教材围绕处在不同环境下,群落的动态变化展开讨论。学生通过必修 2 的学习,初步具有生物进化的观念,能从分子和细胞水平认识生物的适应性是长期进化的结果。基于本章前几节的学习,学生已初步学会在生物群体水平上,认识生物与生物、生

物与环境之间的相互作用关系,能列举种群的数量特征,初步学会通过模型与建模来建立数学模型解释种群的数量变动,并能举例说明影响种群特征的因素,能描述群落的基本特征等,这都为开展本节课的教学奠定基础。

为此,教材在课前活动设计了“大金山岛的变迁”讨论活动。以上海南部最大的岛屿大金山岛的变迁作为引入,结合案例分析,在群落层次上分析大金山岛上群落的发展规律,分析群落受到自然环境影响后出现的恢复机制,为学习群落演替的类型、过程,以及群落受到自然或人为因素破坏后出现的恢复机制等做铺垫。

本节分 2 个目,从群落的自然演替类型,到分析生物具有与群落环境相适应的特征。

第 1 目:群落的自然演替有两种类型。群落的演替有几种类型,本节内容主要按演替发生的起始条件划分,着重介绍群落演替的两个类型,即初生演替和次生演替。教材以上海南部最大的岛屿大金山岛自然变迁这一具体的实例作为本节课的引入,让学生能结合本地群落演替的过程,初步认识到任何一个群落都不会静止不变,而是随着时间变化处于不断变化和发展之中,认识到群落有演替的现象存在,学会以“动态发展观”来看待问题,培养学生运用群落演替原理解释生物学现象的能力。

第 2 目:生物具有与群落环境相适应的特征。首先,教材引导学生通过比较我国水生植物群落、陆生植物群落和森林群落等不同生物群落中生物的主要特征,分析不同群落中的生物具有与环境相适应的形态、结构和生理特征,理解群落的形成是物种与物种、物种与环境相互适应和影响的结果,启发学生运用进化与适应观、结构与功能观等生命观念,从植物形态结构、生理特征和空间分布几方面,举例说明生物具有与群落环境相适应的特征是长期进化适应环境的表现,进一步形成进化与适应观、稳态与平衡观等生命观念。

二、教学建议

本节内容教学建议 1 课时。

1. 课堂教学建议

(1) 通过分析当地群落演替的现象,探讨群落演替的本质

通过前三节内容的学习,学生已学会从生物群体的角度,运用生物与环境相互作用的系统观认识到群落中的物种组成、每种生物的种群数量、群落的结构等,也明白群落不是静止不变的,而是处在不断变化和发展的过程中。那么群落作为一个动态的系统,它是怎样变化的?有哪些变化规律?受哪些因素影响?首先,教师引导学生带着问题学习课前活动“大金山岛的变迁”。大金山岛位于上海南部,结合火山爆发、地质结构等相关知识,通过资料及文献调查,演绎与推理大金山岛群落经过上亿年演替过程中的重要阶段。接着,教师可以出示相关视频、文献、图片等资料,组织学生完成教材中的思考与讨论题,引导学生推测大金山岛群落演替过程,初步认识群落演替现象。

由于群落演替的概念比较抽象,以大金山岛作为主线,教师提出问题:如果植被受到人类或自然力(野火、暴风和洪水泛滥等)破坏后,还需经历数百年才能演替出群落吗?为什么会出现顶级群落等?引导学生探讨群落演替的概念和规律。同时,要注意引导学生紧密结合“动态发展观”,用历史

变迁的眼光来推测大金山岛群落演替的过程，并提示学生始终围绕生物之间、生物与环境之间的联系与相互作用，以动态发展的角度认识生物群落受各种生物与非生物因素影响，且随环境因素的改变而变化，理解群落是不断发展的动态系统，群落演替体现的是群落内物种组成、群落结构和优势物种的更替。从学生相对熟悉的大金山岛切入，有利于帮助学生深入理解本地生物群落演替现象背后的本质，初步构建群落演替现象与本质之间的关联。

（2）针对群落演替的实例，构建群落演替的模型

群落演替是群落动态变化的一个重要特征。通过前几节的学习，学生认识到种群出生率和死亡率的变动、气象状况、水文状况、人类活动等原因都会引起群落出现逐年或逐季的波动，初步建立了生物与环境相互作用的系统观。这为构建群落演替的模型奠定基础。

关于群落初生演替的教学，教师可以结合教材课前活动栏目“大金山岛群落变迁”的案例，依次引导学生分析群落演替的起点和过程，归纳群落演替的方向和规律，通过表格或概念图的形式表征群落初生演替过程中各阶段出现的物种及生物种类的变化、各阶段生物种间关系的变化、群落结构和物种丰富度的变化、土壤条件变化等，帮助学生构建群落初生演替的模型，并分析影响群落初生演替的主要因素。教师要注意帮助学生辨别群落演替各阶段出现的物种，从纵向和横向比较物种间的关系。通过建模活动，让学生形象地认识到群落初生演替是群落中各种群之间相互关系形成的过程，也是群落环境的形成过程，只有在生物与环境之间达到平衡统一，才能从一个裸地上形成一个稳定的群落，加强学生认识生物与环境相互作用的系统观。

群落的演替会持续发生大规模变化吗？此时，教师可出示视频或图例资料，引导学生运用稳态与平衡的生命观念分析与解释顶级群落的生态学意义。学生通过讨论能认识到在群落演替的过程中，生物群落的结构与功能发生着一系列的变化，通过复杂的演替、达到最后成熟阶段的群落是与周围环境取得相对平衡的稳定的群落。发展到成熟阶段的生物群落具有调节气候、增强土壤保蓄能力的作用，形成了一个良好的稳定的生态环境。通过探讨交流，使学生学会用动态发展的眼光看待群落，加深对群落演替概念的理解。

关于群落次生演替的教学，教师可以创设生活化情境：房屋拆迁后很长一段时间没有被建设，在这块荒地上，会发生怎样的群落演替过程？教师逐一引导学生思考“哪些植物会首先定居在荒地上？群落演替过程中土壤条件如何变化？群落的结构和物种丰富度发生了怎样的变化？”等，探讨次生演替的过程、方向和规律，并构建群落次生演替的模型，概括次生演替的概念。接着，教师出示“2019年澳大利亚森林火灾”案例，引导学生讨论：当遇到大火或人为因素严重破坏后，这一地区有可能恢复原来群落的结构吗？群落再次从初级阶段向高级阶段演替还需要经历数百年吗？讨论引起次生演替的内因和外因，让学生明白引起次生演替的外力有火灾、病虫害、严寒、干旱、冰雹等自然因素和人类经济活动。大多数次生演替是在人类的干扰作用下开始的。如果群落被过多地破坏，将会失去土壤基础和种子库，那么群落演替的进展则会变得漫长。随后，教师呈现世界年平均温度分布图、世界年平均降水量分布图及群落类型分布图，让学生明白影响群落的内、外因素都处于变化中，所以群落是一个不断变化的动态系统，群落演替是生物与生物之间、生物与非生物环境之间协同进化的结果，人类活动应顺应自然界的规律，走可持续发展之路。

最后，引导学生从起点、经历时间、演替速度、实例等方面比较初生演替和次生演替，运用进化与适应观分析，培养学生运用比较、归纳的方法，概括两种群落演替的异同，加深对群落动态变化的

理解。

教师在教学中要注意以下问题：第一，群落的波动和群落的演替不同，群落在短期内的变化称为群落波动，而其在长期内的变化和演进称为群落演替，即生物群落在较长时期内，先前的群落被后来更高级的群落所替代的现象和状况。或者说演替是指植物群落随时间变化的生态过程，也就是一定地段上的生物群落由一个类型变为另一类型的质变，这个变化是有序、有方向的。第二，演替一方面是指某一地区一定时间内动物、植物和微生物群落相继定居的顺序，如弃耕农田经过百年之后可以观察到的变化。另一方面，它可以指在一定时期生物群落相互取代、不断变化的过程。第三，经过群落演替之后的结果是，在某种特定环境中，原生群落受到破坏或新的次生裸地形成后，物种随着时间的推移相继定居和相互更替的许多生物群落形成的特征序列。第四，无论是初生演替或次生演替，生物群落总是由低级到高级、由简单到复杂的方向发展，经过长期不断演化，最终达到一种相对稳定的状态。

（3）分析实例，辩证地看待人类活动对群落演替的影响

教师创设问题情境：“非洲草原会演替为热带雨林吗？弃耕后形成的群落中出现了一些原本农田群落没有的生物，这些生物是从哪里来的？弃耕的农田为什么不直接长出乔木？如果人类对弃耕的农田进行合理开发和利用，该群落会发生怎样的变化？引入的外来物种会代替原来的农作物成为群落中的主要植物吗？”等，帮助学生理解群落演替各阶段为何会出现群落的替代，分析群落演替的内在因素，让学生理解生物与环境间、生物与生物间是相互作用的过程，及这些作用的结果在演替中的重要意义。同时，也使学生理解群落的演替过程会受到外界自然环境和人类活动因素的影响，可以有不同的发展速度和发展方向。在问题情境逐一被揭开的过程中，引导学生层层递进、深入探究群落演替的原因，厘清群落演替的外因和内因。

接着，教师组织学生讨论人类开展群落演替研究的意义，让学生明白发展到不同阶段的生物群落的结构、功能及生态意义都不同，这对指导人工群落的构建及调控具有重要意义。人类活动对群落演替的影响是有利还是有害呢？教师引导学生辩证地、理性地看待人类对群落演替的影响，引导学生正确看待人类生存和发展与群落演替之间良性发展的关系，了解群落演替概念在实际生产实践中的应用。此时，教师可以为学生提供实例，例如高原地区云杉采伐后改变了云杉浅根系所导致的容易倒伏性的实例；热带雨林地区长期开发建设导致生态遭严重破坏的实例；人类引种不当导致外来物种入侵的实例……并请学生运用稳态与平衡观，提出保护生态环境的有效措施。通过此活动，有利于培养学生运用批判性思维对社会议题展开讨论，并能运用生态学重要概念或原理，通过逻辑推理阐明个人立场，做出决策。

在分析人类活动对草原、森林、水域生物群落的影响时，教师要把握：第一，人类活动往往是有目的、有意识地进行的，可以对生物之间、人类与其他生物之间以及生物与环境之间的相互关系加以控制，甚至可以改造或重建起新的关系。第二，人类可以砍伐森林、填湖造地、捕杀动物，也可以封山育林、治理沙漠、管理草原。人类活动往往会使群落演替按照不同于自然演替的速度和方向进行。通过此活动，不但有利于树立学生正确的价值观，也有利于形成珍爱生命、人与自然和谐发展以及可持续发展的观念，养成保护环境、维护生态平衡的习惯，并能提出人与环境和谐相处的合理化建议。

（4）通过构建群落演替的动态模型，阐释生物对环境的适应

教师创设问题情境：群落中的各物种是如何适应群落环境呢？帮助学生深化结构与功能、进化与适应观，并尝试运用这些观念分析和解释生物适应环境的特征。例如，以教材提及的水生植物群

落和陆生植物群落为例,通过分析荷、莲、菱角、红杉、水杉、孔雀海棠等植物适应环境的特征,引导学生从群落生物的形态结构、生理特征和空间分布几个方面探讨各类型群落中生物适应环境的证据。那么,是否在群落中存在的优势种都是最早在群落演替过程中出现的物种呢?激发学生探讨群落演替中的取代是“取而代之”还是“优势取代”的问题。此时,教师出示引发学生思维碰撞的案例:拟谷盗在种群发展中产生大量的代谢废物和一些对自身存活很不利的有毒物质,成为抑制种群增长的重要因素。但同时,却使一些微生物物种的数量繁盛起来,最后排斥取代了拟谷盗。这个案例说明什么?通过讨论,培养学生的批判性思维。由于每个阶段的动植物都是与当时的环境条件相适应的,所以群落演替中的取代是“优势取代”。最后,教师指出,群落演替研究过程中存在的不同观点,至今没有一种完整理论解释群落演替的机制,让学生体会到生物学是不断发展的,要用发展的眼光看待问题,并要在前人的基础上不断地突破和创新。

2. 栏目使用建议

第一个“学习提示”引导学生辩证地思考“火”在生态系统群落演替过程中的不同作用;第二个“学习提示”帮助学生理解菱角和悬铃木叶片的相对大小。在教学中,建议教师参考这两个“学习提示”栏目,同时搜集更多相关的事证据,帮助学生理解和建构概念。

三、拓展资料

1. 群落的波动

演替是一个群落代替另一个群落的过程,是朝着一个方向连续的变化过程。而波动是短时期的可逆的变化,其逐年变化方向常常不同,一般不发生新种的定向代替。有些波动变化是相当大的,如果不知道它可恢复到原来面貌,往往误认为是演替。波动是一种摆动性的变化,有些波动仅在各组分数量比例上或生物量上发生一些变化,外貌上变化不明显。

波动的原因有以下3种情况:①环境条件的波动变化。例如,多雨年与少雨年、突发性灾变、地面水文状况年度变化等。②生物本身的活动周期。例如,种子产量的波动(大小年),动物种群的周期性变化及病虫害暴发等。③人为活动影响。例如,放牧强度的改变等。

在群落波动中,其生产力、各组分的数量比、群落的外貌与结构都会发生明显变化。处于演替过程中的群落,波动会影响演替变化,它可促进或阻碍一个群落被另一群落所代替的过程。每一个群落类型都有其特定的波动类型,为了认识其群落的全貌,需要研究其波动特点。不同的气候带内,群落的波动性不同,环境条件越是严酷,群落的波动性越大。虽然群落波动具有可逆性,但这种可逆是不完全的。一个生物群落经过波动之后的复原通常不是完全地恢复到原来的状态,而只是向平衡状态靠近。群落中各种生物的生命活动产物有一个积累的过程,土壤就是这种产物的一个主要积累场所。这种量上的积累一定程度就会发生质的变化,从而引起群落的演替,使群落基本性质发生改变。

2. 影响群落演替的主要因素

生物群落的演替是群落内部种内和种间关系与外界环境中各种生态因子综合作用的结果,影响

群落演替的主要有如下因素。

(1) 植物繁殖体的迁移、散布和动物的迁移活动

每当植物群落性质发生变化时,栖居其中的动物群落实际上也在适当调整,使得整个生物群落内部的物种又以新方式联系起来。

(2) 群落内部环境的变化

这种变化由群落本身生命活动所造成,与外界环境条件的改变无直接关系。有些情况下,群落内部物种生命活动造成了不利于自身的生存环境,以致原有的群落解体,而为其他生物的生存提供了有利条件,从而引起演替。另外,由于群落中植物种群特别是优势种的发育而导致群落内光照、温度、水分状况改变,也可为演替创造条件。

(3) 外界环境条件的改变

决定群落演替的根本原因在于群落内部,但外部环境条件如气候、地貌、土壤和火等因素常可成为引起演替的重要条件。无论长期的还是短暂的气候变化,都会成为演替的诱发因素。地表形态(地貌)的改变会使水分、热量等因子重新分配,从而影响到群落本身。大规模的地壳运动(冰川、地震、火山活动等)可使大范围生物毁灭,从而使演替从头开始。小规模的地表形态变化(如滑坡、洪水冲刷)也能改变生物群落。火也是重要的诱发演替的因子,火烧可以造成大面积次生裸地,演替可从裸地上重新开始。影响演替的外部环境条件并不仅有上述几种,凡是与群落发育有关的直接或间接生态因子都可称为演替的外部因素。

(4) 种内和种间关系的改变

群落内部种内和种间直接或间接的相互作用和影响,它们的关系随着外部环境和群落内环境的改变而不断地变化、调整。这种情形常见于尚未发育成熟的群落。处于成熟、稳定状态的群落在接受外界条件刺激的情况下也可能发生种间数量关系的重新调整,进而或多或少改变群落特性。

(5) 人类的活动

人类活动作用巨大而迅速。如人为火烧、采伐森林、开垦土地等,都可使生物群落发生巨变。生境破坏和环境污染可致生物群落不可恢复的毁灭。而人类经营、抚育森林、管理草原、治理沙漠等使群落演替按照不同于自然发展的道路进行,甚至建立各种人工群落,人为控制演替的方向和速度。

3. 群落演替的类型

群落演替从不同角度划分,有多种分类。

(1) 根据起始基质的性质划分

根据起始基质的性质,群落演替可划分为原生演替和次生演替。原生演替是在未被生物占领过的区域开始的演替,又称初生演替。如在岩石露头、沙丘、湖底、海底、河底阶地上的演替。从岩石或裸地开始的原生演替称为旱生原生演替;从河湾、湖底开始的原生演替称为水生原生演替。次生演替是指在原有生物群落被破坏后的地段上进行的演替。全伐后的森林迹地、火烧演替、弃耕地演替和放牧演替都属于次生演替。次生演替过程中若群落进一步被破坏称为群落退化或逆行演替;若破坏后的群落在保护中不断地恢复则称为群落复生。次生演替由于其起始基质上曾有植物生长过,在土壤中蕴藏着一个休眠种子和孢子的供应库,具有一定的适宜植物生长的土壤基础,所以演替比较

快,往往形成群落复生。然而,若群落破坏太大,失去了土壤基础和种子库,演替进展则会很缓慢,往往形成逆行演替。可见,群落复生的条件是土壤基础和种子库。

(2) 根据群落演替的主导因素划分

根据群落演替的主导因素,群落演替可划分为三类:①群落发生演替。常见于原生或次生裸地,也称群落发生过程;②外因性演替。是由于外界环境因素的作用所引起的群落演替。其中包括气候发生演替、地貌发生演替、土壤发生演替、火成演替和人为演替;③内因性演替或称内因动态演替。这种演替发生的主要原因是群落内不同物种之间的竞争、抑制或种类成分(主要是建群种)的生命活动,改变了生态环境。改变后的群落环境条件并不利于原来的成员,而为其他植物的更新创造了有利的生态环境,如此相互作用,使演替不断向前发展。一切源于外因的演替最终都是通过内因性演替来实现的。所以,内因性演替是群落演替的最基本和最普遍的形式。

(3) 根据演替进程时间的长短划分

按演替进程时间的长短,群落演替可划分为三类:快速演替、长期演替和世纪演替。

(4) 根据群落的代谢特征划分

按群落的代谢特征,群落演替可分为自养性演替和异养性演替。群落中各种植物在生命活动中,进行着积累生物量的光合作用或同化作用过程,也进行着消耗生物量的异化作用或呼吸过程,这两个过程代表了群落能量学的特征。

4. 初生演替

初生演替始于原生裸地或荒原(完全没有植被并且也没有任何植物繁殖体存在的裸露地段)上的群落演替。通常对原生演替系列的描述都是选择从岩石表面开始的旱生演替和从湖底开始的水生演替。无论是何种演替,在演替过程中群落基质的性质都持续改变,群落向该地区的顶级群落发展,达到与当地气候平衡的状态。

(1) 旱生演替

演替的起点是裸岩表面,生境特点是没有土壤,极端干旱,温度变幅极大。旱生演替系列一般过程如下:原生裸地→地衣植物阶段→苔藓植物阶段→草本植物群落阶段→灌木植物阶段→乔木群落阶段。

① 裸岩阶段。群落生长最初的地方,没有定居的生命。

② 地衣阶段。岩石表面无土壤,光照强,温度变化大,贫瘠而干燥。在这样的环境条件下,最先出现的是地衣,而且是壳状地衣。地衣分泌的有机酸腐蚀了坚硬的岩石表面,再加之物理和化学风化作用,坚硬的岩石下面出现了一些小颗粒,在地衣残体的作用下,该细小颗粒有了有机的成分。其后,叶状地衣和枝状地衣继续作用于岩石表层,使岩石表层更加松软,岩石碎粒中有机质也逐渐增多。此时,地衣植物群落创造了较好的环境,反而不再适合自身的生存,但却为较高等的植物类群创造了生存的条件。

③ 苔藓阶段。在地衣群落发展的后期,开始出现苔藓植物。苔藓植物与地衣相似,能够忍受极端干旱的环境。苔藓植物的残体比地衣大得多,苔藓的生长可以积累更多的腐殖质,同时对岩石表面的改造作用更加强烈。岩石颗粒变得更细小,松软层更厚,为土壤的发育和形成创造了好的条件。

④ 草本植物阶段。群落演替继续向前发展,一些耐旱的植物种类开始入侵。种子植物对环境的

改造作用更加强烈,小气候和土壤条件更有利于植物的生长。若气候允许,该演替可以向木本群落方向进行。

⑤ 灌木阶段。草本群落发展到一定的程度时,一些喜阳的灌木开始增多,它们常与草混生,形成“高原灌木群落”。其后灌木数量大量增加,成为以灌木为优势的群落。

⑥ 森林阶段。灌木群落发展到一定时期,为乔木的生存提供了良好的环境,喜阳的树木开始增多。随着时间的推移,逐渐形成了森林,最后形成与当地大气候相适应的乔木群落,形成的地带性植被即顶级群落。

经过群落的演替过程的各阶段,生物种类逐渐增加、种间关系更复杂、群落结构更加稳定、土壤有机物增加、土壤增厚。

(2) 水生演替

水生演替一般经历以下几个阶段:①浮游生物与浮游植物阶段,②沉水扎根植物阶段,③浮叶根生植物阶段,④挺水扎根植物阶段,⑤湿生草本植物阶段,⑥木本植物阶段。在刚形成的湖泊和其他水域,水往往很深,没有植物或只有一些浮游生物的活动,由于从岸上向水体冲击下去的土壤、石砾和各类生物体死亡之后沉淀,使湖泊或其他水域逐渐变浅,生物随之得到发展。由此可见,随着水生演替系列的发展,湖泊被逐渐填平。这个过程是从湖泊的周围向湖泊中央顺序发生的。在一个较成熟的森林中的池塘或湖泊中,从湖岸到湖心的不同距离处分布着不同的植物群落,它们基本代表了演替的几个重要阶段。

5. 群落演替典型事例与应用

(1) 典型初生演替事例

科研人员于1997年对我国腾格里沙漠植物群落的演替做过分析。基本过程如下:演替初期最先侵入的植物是沙蓬和臭蒿,此二者属流沙区的先锋种,并随沙面的固定、结皮的形成而逐渐退出。随后虫实开始侵入,草本总覆盖也稍有增加。沙面固定至第6年以后开始在地面较稳定的丘间低地出现画眉草和雾冰藜,并随固沙实践的推移其覆盖度逐渐增大,形成以画眉草、雾冰藜、虫实为主的一年生草本植物群落。这种群落结构持续15年左右,此时地表结皮良好,保水性更强,固定沙地开始有狗尾草和虎尾草的侵入,但虎尾草一般分布在较平坦的丘间低地和丘顶,而狗尾草一般分布于斜坡之上。相对而言,狗尾草比虎尾草更耐干旱和贫瘠,而虎尾草所要求的生存条件更高一些。演替进行30年以后,草本植物群落的覆盖度和多度达到最大值,群落的组成结构及各组分间相对关系也都趋于稳定,形成以画眉草和雾冰藜为主,伴生虫实、虎尾草和狗尾草等的一年生草本植物群落。

(2) 典型次生演替事例

① 美国东南部某农田弃耕后的恢复演替开始于一块次生裸地,土壤中还残留着农作物及农田杂草的种子和其他繁殖体。弃耕后的第一年内,首先出现的是飞蓬占优势的先锋群落。第二年,飞蓬的优势让位于紫苑,并且群落中出现了牧草和灌木共占优势的群落,并维持到大约弃耕后20年的时间。接着是针叶树侵入到群落中并逐步占据优势,形成松林群落。这一阶段将延续到弃耕后的100年左右。后来是栎-山核桃群落取代松林群落,成为当地成熟、稳定的群落类型。

在这个演替过程中,繁殖鸟类的变化和优势植物的取代顺序相平行。鸟类群落数量最急剧的变

化发生在优势植物的生活型改变的时候(从草本、灌木、针叶树到阔叶树)。没有哪一种植物或动物能在演替开始到末尾始终存在于群落中,各个物种的繁盛期都不相同。虽然植物是引起变化的最重要生物,但是群落中的鸟类也不是完全被动的。灌木和阔叶树阶段的主要优势植物,借助于鸟类和其他动物将种子传播到新的地区。

② 科研人员于1998年结合多年资料对广东鼎湖山自然保护区的森林次生演替进行过总结,认为该地植物群落演替的过程如表1-14所示。

表1-14 鼎湖山自然保护区森林次生演替过程

演替阶段	第一阶段	第二阶段	第三阶段	第四阶段	第五阶段	第六阶段
群落类型	针叶林	以针叶树种为主的针阔叶混交林	以阳性阔叶树种为主的针阔叶混交林	以阳生植物为主的常绿阔叶林	以中生植物为主的常绿阔叶林	中生群落(顶级)
代表性群落	马尾松群落	毛伟松-锥栗-荷木群落	锥栗-荷木-马尾松群落	藜蒴群落	黄果厚壳桂-锥栗-厚壳桂-荷木群落	黄果厚壳桂-厚壳桂群落

(3) 群落演替的实际应用

20世纪50年代以来,我国先后在黑龙江三江平原、新疆和华南地区有计划地组织大规模垦荒,在其他江河、荒原、沼泽和丘陵地区也开展了规模不等的垦殖活动。长期、大量的开垦逐渐导致水土流失,江河蓄洪能力下降,以及土地严重退化。这些生态问题逐渐引起各方面广泛关注,为此,我国运用生态学原理采取了一系列举措。例如,2003年1月,我国开始实施《退耕还林条例》,全国实施大规模退耕还林、退田还湖、退牧还草等重要政策。1999年开始在四川、陕西、甘肃三省试点施行退耕还林;1998年以来,为治理长江洪涝灾害,我国实施了“平垸行洪、退田还湖、移民建镇”的方针,这是历史上自唐宋以来第一次从围湖造田转变为大规模的退田还湖;“退牧还草”将采取禁牧、休牧和划区轮牧3种形式进行,实行草场围栏封育,适当建设人工草场地和饲草料基地,大力推行舍饲圈养,力争使退化的草原得到基本恢复,天然草场得到休养生息,变过牧超载为以草定畜,达到草畜平衡,实现草原资源的永续利用,建立起与畜牧业可持续发展相适应的草原生态系统。

6. 演替的结果——顶级群落

如果一个群落或演替序列同环境处于长期平衡状态,只要不加外力干扰,它将永远保持原状,这一状态的群落做顶级群落。顶级群落是生态演替的最终阶段,是最稳定的群落阶段,其中各主要种群的出生率和死亡率达到平衡,能量的输入和输出以及产生量和消耗量也都达到平衡。以下为顶级群落的各种类型。

(1) 亚顶级

亚顶级是达到气候顶级以前的一个相当稳定的演替阶段。例如,内蒙古高原典型草原气候顶级是大针茅草原,但松厚土壤上的羊草草原是在大针茅草原之前出现的一个比较稳定的阶段,为亚顶级。

(2) 偏途顶级

偏途顶级也称为分顶级或干扰顶级,是由一个强烈而频繁的干扰因素所引起的相对稳定的群

落。例如，在美国东部的气候顶级是夏绿阔叶林，但因常受火烧而长期保留在松林阶段；再如，内蒙古高原的典型草原，由于过度放牧使其长期停留在冷蒿阶段。

(3) 前顶级

前顶级也称先顶级。在一个特定的气候区域内，由于局部气候比较适宜而产生的较优越气候区的顶级。例如，草原气候区域内，在较湿润的地方，出现森林群落就是一个前顶级。

(4) 超顶级

超顶级也称后顶级。在一个特定气候区域内，由于局部气候条件较差（热、干燥）而产生的稳定群落。例如，草原区内出现的荒漠植被片段。

当群落与环境达到平衡状态时，演替过程结束，这时候群落的结构最为稳定，能自行繁殖。

7. 演替的原因

一般认为自然植被演替的根本原因是群落内部的矛盾，即群落中植物种群间、植物与动物以及微生物间、植物与环境间的矛盾。群落演替的原因非常复杂，既有群落内部的也有外部环境改变所导致的，如表 1-15 所示。

表 1-15 导致森林演替和植被变化的各种原因和条件

导致演替的主要原因	导致植被变化的主要原因
内源发生演替 土壤发育：腐殖质含量 泥炭的积累 枯落及其分解 pH 变化 养分变化 植被结构：阴影 竞争 种子库 更新 外来种入侵	人类影响 生境变化：皆伐 排水 灌溉 农业：物种引进 物种灭绝 牧草动物 作物生长 污染：杀虫剂 化肥 工业污染物
外因发生演替 气候变化：降水和干旱 极端温度 土壤发育：沉积物积累 湖泊淤积 侵蚀 渗漏 排水 动物影响：放牧 传粉作用 践踏 增加营养 病原菌：土壤微生物 根际微生物	灾变 地质：火山喷发 地震 雪崩和滑坡 流星和陨石 海平面变化 气候：洪水 林火 大风
	季节性：干旱 高温或低温 低光照

1987年,皮尔特(S. Pickett)等将引起演替的原因按照影响大小分为3个层次,如表1-16所示。

表1-16 引起演替的3个层次原因

引起演替的一般原因	造成原因的主要过程和条件	影响过程和条件的主要因子
地点供应	大尺度干扰	大小、严峻程度、时间、传播或扩散
多样物种供应	扩散	景观配置
	繁殖体库	扩散体、干扰时距、土地利用
多样的物种品质	资源供应	土壤条件、地形、小气候、地点演化历史
	生态生理学	种子萌发条件、同化速率、生长速率、种群分化
	生活史对策	配置模式、繁殖时期和模式
	随机的环境胁迫	气候循环、地点历史、先锋物种
	竞争	竞争者、竞争者识别、群落内干扰、捕食生物和食草生物
	他感作用	土壤特性、微生物、邻近植物
	食草、疾病和捕食	气候循环、消费者循环、植物品质和防御、群落组成、斑块

从上述因素可以看出,引起和控制演替的主要因素可能有环境变化造成的干扰和空间异质性,植物尤其是植物繁殖体的不断散布、扩散、迁移和繁殖,种间关系如竞争、捕食、共生等。当然,人类对环境的影响和干扰作用也不可小觑。

8. 演替机制模型

关于群落演替的模式主要有3种:有利模式、忍耐模式和抑制模式。

(1) 有利模式

有利模式,也称为正相互作用。该模式认为,许多物种会企图占据新的可利用的空间,不过能利用这些空间的物种很少,并且必须具备一些特殊的性质才能使自己定居。根据该模式,先锋物种改变了它们的生存环境,也使环境越来越不适宜自己,反而有利于后来物种的生长发育。也就是说,这些先锋物种的生长有利于下一阶段物种的侵入和定居。先锋物种在环境发生改变之后就自然消退,让位于后来的更适宜的物种。这种演替模式会持续下去,直到最后形成顶级群落。

(2) 忍耐模式

忍耐模式与有利模式的区别在于,侵入和定居的初期阶段并不是只限于几个先锋物种,顶级阶段占优势的物种的幼体也能够出现在先期演替阶段;占据先期演替阶段的物种不利于其自身的继续生存和发展,它们不会改变周围的环境或为后来物种侵入提供条件。演替后期阶段的物种只是能够忍耐初期不利环境的幸存者,顶级群落在不忍耐物种衰退之后形成。

(3) 抑制模式

抑制模式与忍耐模式相似,抑制模式假设在一个地区存活下来的任何物种都是在演替初期阶段就定居的物种。不过该模式认为,先期占据一定地区的物种改变了它们生存周围的环境,并且既不

利于初期演替物种又不利于后期演替物种。也就是说，早到达者会抑制后到达者的侵入，后来的演替物种只能在其他的受干扰的空间定居，演替结束于长寿和耐性强的群落阶段。

9. 外来物种对生物群落的影响

外来物种是一个生态系统中原来并不存在，但却借助人类活动越过不能自然逾越的空间障碍而进入该生态系统的物种。例如，云南高海拔水域中生物多样性减少的主要原因就是南方地区的鱼类被引入，导致外来鱼种入侵。

人类的活动有时会有意或无意地将一种新的物种引入到某一群落之中。在适宜的条件下，这些脱离了原有生物之间相互作用关系的新物种往往因为缺少天敌而大肆扩张，迅速成为优势种，打破原有群落的稳定性，对已有物种特别是珍稀濒危物种的生存带来危害，造成物种多样性下降，也对当地经济、社会造成危害。与人类对环境的直接破坏不同的是，外来物种入侵对环境的破坏及对生态系统的威胁是长期的、持久的。这是因为当一种外来物种停止传入一个生态系统时，已传入的该物种个体并不会自动消失，所以对于当地物种的灭绝往往是不可逆的。例如，1982年在南京中山陵附近首次发现原产美国的松材线虫传入我国，直到2001年，江苏、安徽等十多个省均有发生松材线虫危害，每年导致松树致死600多万株，造成的直接经济损失高达数十亿元。

外来入侵种的负面影响主要表现在以下几个方面：①破坏景观的自然性和完整性。例如，1901年原产南美的凤眼莲引入我国，20世纪60年代曾作为猪饲料推广后肆意生长。1994年在我国昆明发现该种覆盖面积约达 $1\times 10^7\text{ m}^2$ ，不但破坏当地水生植被，也对渔业和旅游业带来巨大损失，还严重破坏当地水生生态系统。②摧毁生态系统。例如，由于引种不当，会导致外来物种杀死或排挤当地植物，而依赖当地植物生存的动物也相继大量减少，引发生态系统物种单一化，导致诸如水土流失、火灾、虫灾以及当地特有生物资源丧失等严重的生态问题，最终导致生态系统崩塌。③危害生物多样性。例如紫茎泽兰、飞机草、小花假泽兰、豚草、小白酒草、反枝苋等可分泌某些化合物抑制其他植物发芽和生长，排挤本土植物、阻碍植被的自然恢复。④影响遗传多样性。例如加拿大一枝黄花可与假蓍(shī)紫苑杂交，入侵种与本地种的基因交流可能导致后者的遗传侵蚀。

第2章 生态系统的结构与功能

种群、群落和生态系统是三个不同的生态层次,生态系统是生物群落与非生物因素紧密联系形成的生态复合体,具有特定的结构和功能,且能呈现出相对稳定性。本章的学习由美丽富饶的长江口导入,从了解长江口生态系统各组分之间的联系及营养结构开始探索生态系统的成分和结构,通过分析生态学实例了解生态系统的能量流动、物质循环和信息传递等功能。在探索长江口等生态系统的具体学习过程中,帮助学生进一步形成和学会运用结构与功能观、进化与适应观等生命观念阐明生态系统的特征,用归纳与概括、演绎与推理等科学思维方法阐释生态系统的结构与功能,用更具环境保护的责任意识去关注生态系统的生存和发展。

一、本章对应的《课程标准》要求

1. 内容要求和教学活动

本章内容框架的确定和主要内容的编写是依据《课程标准》内容要求“2.2 生物群落与非生物环境因素相互作用形成多样化的生态系统,完成物质循环、能量流动和信息传递”。教材结合学科内在体系和教学目标,分4节进行描述和说明(表2-1)。

表2-1 第2章内容与《课程标准》要求对照表

教材内容	《课程标准》要求
第1节 生态系统各组分紧密联系成一体	2.2.1 阐明生态系统由生产者、消费者和分解者等生物因素以及阳光、空气、水等非生物因素组成,各组分紧密联系使生态系统成为具有一定结构和功能的统一体 2.2.2 讨论某一生态系统中生产者和消费者通过食物链和食物网联系在一起形成复杂的营养结构 2.2.8 分析特定生态系统的生物与非生物因素决定其营养结构
第2节 能量在单向流动中逐级递减	2.2.3 分析生态系统中的物质在生物群落与无机环境之间不断循环、能量在生物群落中单向流动并逐级递减的规律 2.2.4 举例说明利用物质循环和能量流动规律、人们能够更加科学、有效地利用生态系统中的资源 2.2.5 解释生态金字塔表征了食物网各营养级之间在个体数量、生物量和能量方面的关系 2.2.6 阐明某些有害物质会通过食物链不断地富集的现象

(续表)

教材内容	《课程标准》要求
第3节 物质在生态系统中循环利用	2.2.3 分析生态系统中的物质在生物群落与无机环境之间不断循环、能量在生物群落中单向流动并逐级递减的规律 2.2.4 举例说明利用物质循环和能量流动规律、人们能够更加科学、有效地利用生态系统中的资源
第4节 生态系统运行离不开信息传递	2.2.7 举例说明生态系统中物理、化学和行为信息的传递对生命活动的正常进行、生物种群的繁衍和种间关系的调节起着重要作用

根据《课程标准》教学提示中提出的活动要求,结合实际课时,本章安排了1个学生活动(表2-2)。

表2-2 第2章实验和活动与《课程标准》要求关系

活动名称	活动性质	《课程标准》要求
调查本地一个生态系统的能量流动或物质循环	学生活动	调查或探讨一个校园、公园、农田、森林、湿地或池塘生态系统中的能量流动

2. 学业要求

《课程标准》关于本章学习的学业要求是学生应能使用图示等方式表征和说明生态系统中物质循环、能量流动和信息传递的过程和特征,并对相关的生态学实践应用作出合理的分析和判断。对此,教材从以下几个方面进行落实。

生命观念: 教材从物质与能量观、结构与功能观角度,解释了生态系统是由生产者、消费者和分解者等生物因素以及阳光、空气、水等非生物因素紧密联系形成的生态复合体,举例说明了生态系统的物质循环、能量流动和信息传递功能。从宏观角度阐释了生态系统物质与能量的统一性。

科学思维: 教材通过分析不同生态系统的组分,归纳并概括出生态系统的结构和功能,发展学生的思维;通过分析能量沿着食物链流动时的传递、转化、散失,物质在生物群落与无机环境间的往复循环,信息在生物种群内部以及种群间的传递方式和过程,引导学生归纳并概括,演绎并推理生态系统功能及其特征,从而认识和了解生态系统,进而能提出生态保护建议。

科学探究: 教材通过探究·活动2-1“调查本地一个生态系统的能量流动或物质循环”,使学生能基于所学的知识,设计和制定恰当的调查方案,完成实验报告并交流,同时在小组合作过程中能进一步提高沟通协作的能力。

社会责任: 生态系统是由生物群落与非生物环境因素通过紧密联系所形成的有机整体,其组分的种类与数量,关系着生态系统的功能,乃至生态系统的相对稳定性。关注和了解生态系统的生存和发展,其实是关注人类生活的家园,是探讨可持续发展的前提,有助于学生根据生态系统的功能特点对科学、合理地利用生态资源提出有价值的建议。

二、本章与学科体系内容关系

1. 本章与其他章节之间的关系

本章内容是在学生已经学习了种群与群落这两个结构层次的基础上,进一步学习第三个层次即

生态系统。种群、群落和生态系统是紧密相连的三个层次,本册的概念建构也是螺旋上升的过程。本章的学习是第1章内容的延伸和递进,又是第3章探讨生态系统相对稳定性的前提,也是第4章探讨人类的生存和可持续发展、认识人和自然和谐发展的重要基础。

2. 本章各节之间的关系

本章主要学习生态系统的结构与功能。第1节围绕生态系统的结构展开,第2、3、4节分别阐述生态系统的三个功能,即能量流动、物质循环和信息传递。第1节“生态系统各组分紧密联系成一体”即生态系统结构的学习是进一步了解生态系统功能的基础,教材关于生态系统能量流动特征的介绍是基于食物链的能量流动过程而展开的,只有了解食物链这一营养结构后,才能去探索生态系统能量流动的过程和特点。第2、3、4节是并列关系,逐一呈现生态系统的功能,最后归纳并概括三个功能之间的联系。本章4节的设计是一种由结构到功能的呈现方式,最终表明生态系统由生物群落和无机环境组成,其内部的能量、物质及信息等通过相互作用、相互影响、相互整合,形成一个动态的生态复合体(图2-1)。

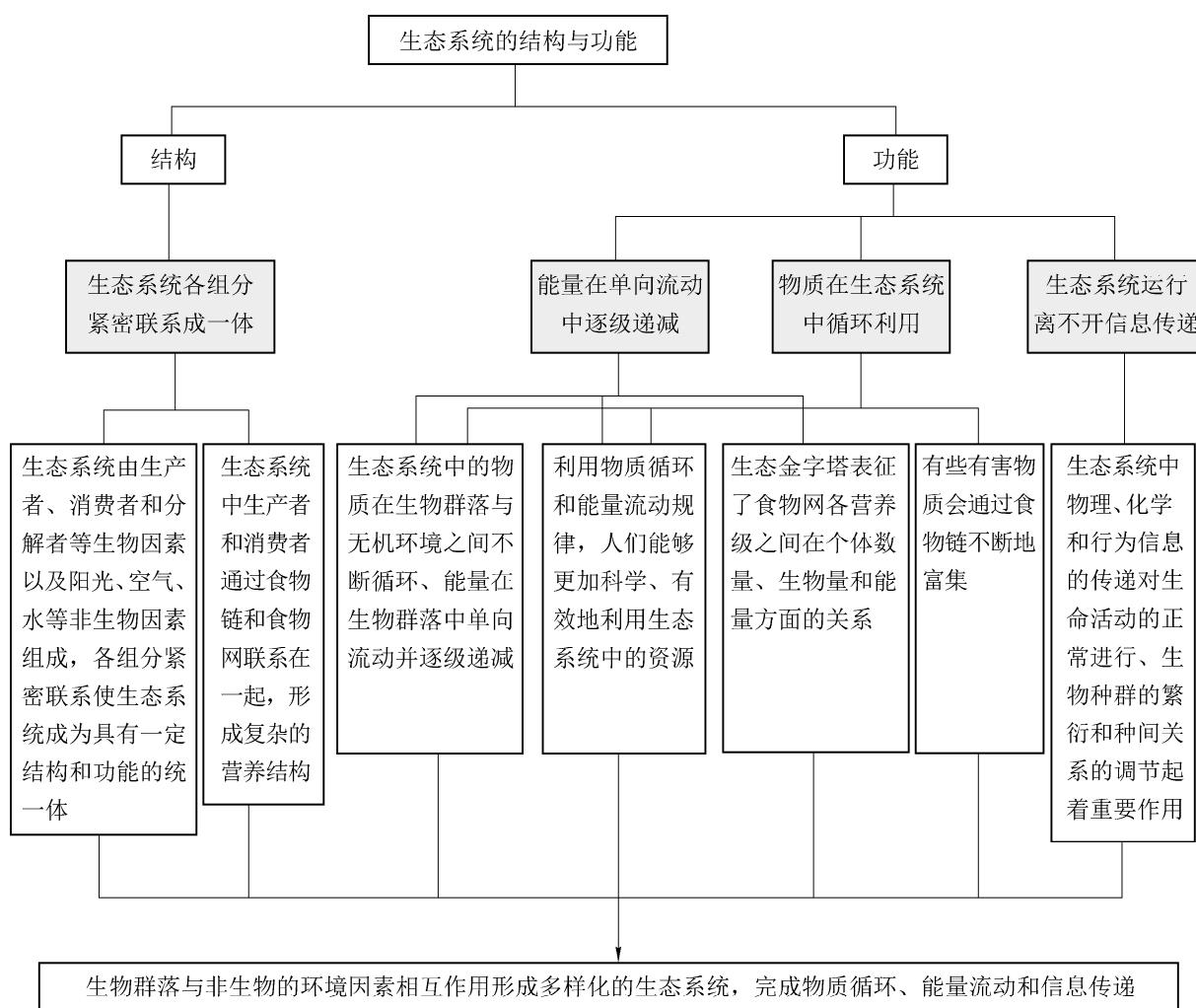


图2-1 第2章各节概念之间的关系

三、本章教学目标

在了解生物群落与非生物环境因素的相互作用的基础上,运用结构与功能观等生命观念阐明生态系统的结构,并能基于生物学现象和事实,阐述生态系统的能量流动、物质循环和信息传递的过程,归纳并概括三者的特点和联系,建构生态系统是由各组分紧密联系而形成统一体的概念。主动关注不同生态系统的能量流动、物质循环和信息传递,根据生态系统的特征,对相关生态系统的结构与功能作出合理的分析和判断,提出可探究的生态学问题及科学、有效利用生态系统中资源的建议。

四、本章课时建议

本章建议 7 课时,具体见表 2-3。

表 2-3 第 2 章课时安排

教 学 内 容	课时建议
第 1 节 生态系统各组分紧密联系成一体	1
第 2 节 能量在单向流动中逐级递减	2
第 3 节 物质在生态系统中循环利用	2
第 4 节 生态系统运行离不开信息传递	1
学习交流与评价	1

其中,第 3 节中的探究·实验 2-1“调查本地一个生态系统的能量流动或物质循环”1 课时。

五、本章评价建议

1. 评价内容

(1) 学生的生命观念

学生是否能运用结构与功能观、物质与能量观描述生态系统的结构,阐释生态系统的物质循环、能量流动和信息传递功能;在特定生态系统情境中,是否能分析和解决该系统中存在的问题。

(2) 学生科学思维的发展

学生是否能基于不同的真实生态系统情境,以及科学家的研究成果与数据等证据,通过归纳与概括、演绎与推理的思维过程去探索生态系统的成分和结构、物质循环和能量流动的过程和特点、信息传递的类型和方式。

(3) 学生科学探究的能力

学生是否能在“调查本地一个生态系统的能量流动或物质循环”活动中收集和记录数据、分析数据和得出结论等。

(4) 学生的社会责任意识

学生是否能客观评价特定生态系统的物质循环、能量流动功能,是否能适时审视自己所处的环境和自身行为对环境的影响,主动参与环境保护的宣传与活动。

2. 评价方式

(1) 自我评价

本章在每节设置了适量的自我评价题,其目的是帮助学生在学完本节内容后,进一步内化和巩固相关生物学概念,并在新情境中予以运用。例如,第1节的第1题创设了马尾松林的虫害防治情境,要求学生从食物链的角度予以分析(生命观念水平1)。第2节的第5题呈现了崇明东滩湿地的能量流动状况,提供了该湿地的部分能量值,要求学生运用有关能量流动的知识,去分析和评价崇明湿地的能量流动状况,并设计方案估算水域部分的能量流动过程(科学思维水平2、科学探究水平3)。

(2) 学业评价

本章设计了3道“学业评价”题,每道题都创设了一个特定的情境,学生需从情境中获取相关信息,调动和整合知识来解决一个综合性的复杂问题。

第1题:本题以池塘生态系统为例,要求学生分析其营养结构和能量的耗散,并基于能量流动的规律,分析该生态系统的物种数量变化(生命观念水平2、科学思维水平2)。

第2题:本题提供了科学家研究得到的实验数据,要求学生基于数据证据,用图示的形式说明水循环的过程,并通过演绎与推理等思维方法去分析水循环的变化对生态系统的影响(科学思维水平2、科学探究水平2)。

第3题:本题设定了生活在某种植物上的三种昆虫,界定了三者之间的关系,要求学生分析三者的种间关系,以及彼此之间的信息传递。考查学生对知识的掌握程度,以及是否能利用知识解决问题的能力(科学思维水平2)。

第1节 生态系统各组分紧密联系成一体

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 通过剖析生态系统具体实例,能够阐明其组成,并认识到各组分紧密联系使生态系统成为统一体。
- (2) 能够运用食物链和食物网概念,总结出生态系统复杂的营养结构,并能分析生物和非生物因素对营养结构的影响。

这两项目标是依据《课程标准》内容要求 2.2.1、2.2.2、2.2.8 及相关活动建议设定的。目标(1)是认识生态系统的组成,通过对具体生态系统的成分进行分析,认识生态系统由生物群落和无机环境构成,且两者之间相互作用、相互影响,有着密切的联系,帮助学生发展生命观念素养(水平 2)。目标(2)是认识生态系统的营养结构,通过分析生产者和消费者之间的食物关系,建立食物链和食物网概念,并能分析生物因素和非生物因素对生态系统营养结构的影响,推测各种生物种群的变化,帮助学生进一步发展科学思维素养(水平 3)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》概念 2 和内容要求 2.2.1、2.2.2、2.2.8 而选取的,教材通过系列生物学事实来说明(表 2-4)。

表 2-4 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
生物群落与非生物因素紧密联系形成具整体性的生态系统	生物群落与非生物因素相互作用形成能够自我维持的生态系统
	生态系统由生产者、消费者、分解者和无机环境组成
生产者和消费者通过食物链和食物网联系在一起,形成复杂的营养结构	生态系统中各种生物以营养关系彼此联系,形成食物链
	生态系统的营养结构通常是复杂的、交叉的食物网

3. 学习内容

本节内容关于生态系统的组成和结构,从引言用数字展现崇明岛的丰富物种,进而提出什么是生态系统这一核心问题。本节分为 3 目,先是建构了“生态系统”概念,再对生态系统的组成和营养结构进行了分析。

教材课前活动呈现了崇明西沙湿地生态系统情境,承接了节引言关于崇明岛的介绍,将学生的

注意力引入了具体的西沙湿地生态系统。通过分析该生态系统的组成成分，并建立各成分之间的联系，可初步认识生态系统的组成。

第1目：生物群落与非生物因素相互作用形成生态系统。以西沙湿地生态系统为例，通过课前活动的思考与讨论，学生了解到任何一种生物都不是孤立存在的，必须依赖于当地的无机环境，而生物的生存和活动也会改变西沙湿地的环境条件。由此认识到生态系统是由生物群落和非生物因素共同组成的体系，建立并明确“生态系统”概念。同时，本目还列举了不同类型的生态系统。

第2目：生态系统由生产者、消费者、分解者和无机环境组成。列举了一些非生物因素，说明了“无机环境”的含义；其次，分别说明了何为生产者、消费者和分解者，从同化作用的角度对生物成分进行了分类，也为后续了解生态系统的营养结构打下了基础。

第3目：食物链或食物网呈现出生态系统的营养结构。以东海生态系统的食物链和食物网为例，分析了生产者和消费者、消费者和消费者之间的食物关系，建构出“食物链”概念，进而引出“食物网”概念。在剖析东海生态系统营养结构的过程中，可认识到食物链越多，食物网越复杂，且这种复杂度与生态系统抗干扰能力密切相关。

二、教学建议

本节内容建议1课时。

1. 课堂教学建议

(1) 创设生态系统实例情境，认识生态系统的结构

策略一：通过课前活动“崇明西沙湿地生态系统的组成与结构”，引导学生分析西沙湿地的生物组成，并借“思考与讨论”的问题探讨，对生态系统的基本组成有一个初步认识，并认识到各组分之间有着一定的联系。使用该栏目情境的优势是可以持续关注一个地域的生态系统，因为本章引言是从长江口生态系统导入的，课前活动设置了崇明西沙湿地生态系统，正文则以东海生态系统为例来学习生态系统营养结构。长江口、崇明岛和东海三者的地理位置有着关联性：崇明岛地处长江口，而长江口在东海的西侧，长江最终流入东海，因此，学生自始至终围绕着同一个地域来学习和了解生态系统。这样关注的点比较集中，而且对于学生来说也有一定的地域亲切感，借此可以更深入了解家乡。建议在课堂导入时，呈现相关的地理位置图片，从宏观的空间位置切入，再深入剖析各种生态系统。

策略二：列出两个不同的生态系统，比如草原生态系统和淡水生态系统，通过观察和列举生活在两个生态系统的各种生物，以及组成该生态系统的非生物因素，归纳出生态系统的基本组成。这种类比的优势是可以让学生通过信息的提取和分析，自己归纳并概括出生态系统的成分，同时悟出尽管生态系统的外貌和物种组成很不相同，但结构基本相同。

策略三：先列举出一种动物，如东海生态系统中的鳀鱼，通过设问“鳀鱼维持生命活动需要哪些条件？”来引导学生思考，逐步勾勒出鳀鱼的生活环境，如鳀鱼的生命需要水、空气等无机环境，需要浮游生物等食物来源等；接着，再设问“东海中生活着多种水生生物，鳀鱼摄取的磷虾类以什么为食？是否存在捕食鳀鱼的生物？鳀鱼的粪便是怎么被处理的？”等问题，引出东海生态系统中的其他生物，包括生产者和分解者等，从而构建出东海生态系统。这种设计是从个体（或种群）出发，辐射出其

生存所关联的其他生物种群及无机环境，能凸显生物与非生物因素之间的关系，以及生物与生物之间的联系，便于建构“生态系统是一个统一体”概念。本策略选择的出发点是东海中的鳀鱼，贴近教材内容，但如果学生不熟悉东海生态系统各生物之间的食物关系，也可以选择陆地生态系统，如草原或森林生态系统中的生物。

（2）以同一情境贯穿课时，深入剖析生态系统的结构

本节课的重点是阐明生态系统的营养结构，解决教学重点的过程是建立在建构食物链概念以及对食物链和食物网进行分析的基础上，这就需要呈现出一条具体的食物链，便于学生根据已有知识和生活经验去做出分析和判断。这条食物链应是一条真实的食物链，非“甲→乙→丙”的虚拟模式，且应存在于课堂导入所创设的生态系统情境中。以一个生态系统实例贯穿于整节课，让学生始终置身于一个真实的生态系统中，可以促使其对此生态系统保持连续的关注。在整节课的推进过程中，学生先分析该生态系统的组分，随后挖掘出各种生物的食物联系，建立食物链和食物网，最后分析环境因素的变化对该生态系统的影响。在这一学习过程中，学生从认识生态系统的结构开始，到初步思考生态系统的结构与其稳定性的联系，最终审视自己与生态系统的关系，更能激发其生态保护意识。

2. 栏目使用建议

（1）课前活动“崇明西沙湿地生态系统的组成与结构”

该栏目创设了崇明西沙湿地生态系统情境，作为课的导入，设置了3个思考与讨论问题，建议组织学生进行讨论完成。第一个问题引导学生据图分析生态系统的生物成分，第二个问题让学生尝试建立各成分之间的联系，第三个问题让学生推测环境因素对生物成分的影响。三个问题层层递进，所涉及的内容都是本节学习的要点。学生在讨论和分析过程中，回答可能不准确，教师也不必及时纠错，可以让学生在正文学习过程中逐步自我反思先前的判断。

（2）学习提示

第一个“学习提示”提示学生注意生物因素与非生物因素的相互联系和作用，意在帮助学生建构“生态系统的整体性”概念；第二个“学习提示”提示学生注意食物网的复杂度关联着生态系统的稳定性；两者都意图促使学生形成结构与功能观。事实上这两个提示内容应是学生在学习过程中感受且感悟到的，可通过教师的教学设计，以及教学过程的组织而落实，在帮助学生构建概念的过程中形成观念，因而不提倡仅让学生关注总结性文字。

（3）前沿视窗“深海热泉生态系统中的化能合成生产者”

本栏目介绍了不需要太阳光的自养生物，展现了深海热泉这一独特的生态系统，并从分子层面解释了这些自养生物对能源的利用的特点，以拓宽学生的视野。同时，栏目简单介绍了我国科研人员对深海领域的研究，可增强学生的荣誉感和自豪感。本栏目内容可以作为课后阅读资料使用。

三、拓展资料

1. 生态系统的组分和属性

生态系统可被看作是由食物网中生物组成的能量转换器和养分处理器，食物网需要不断地输入

能量,以补充新陈代谢、生长和繁殖期间的能量损失。这些生物既可以是利用太阳能将无机碳转变为有机碳,从而获取能量的“初级生产者”(自养生物),也可以是将有机碳作为能量来源的“次级生产者”(异养生物)。具有同一类型生态系统功能的生物,可通过“功能群”对其进行粗略分类。例如,“食草动物”是异养生物,以自养生物为食;“食肉动物”也是异养生物,以其他异养生物为食;“食碎屑者”虽为异养生物,但以源于自养生物或异养生物的无生命有机质为食(图 2-2)。食草动物、食肉动物和食碎屑者统称为“消费者”。

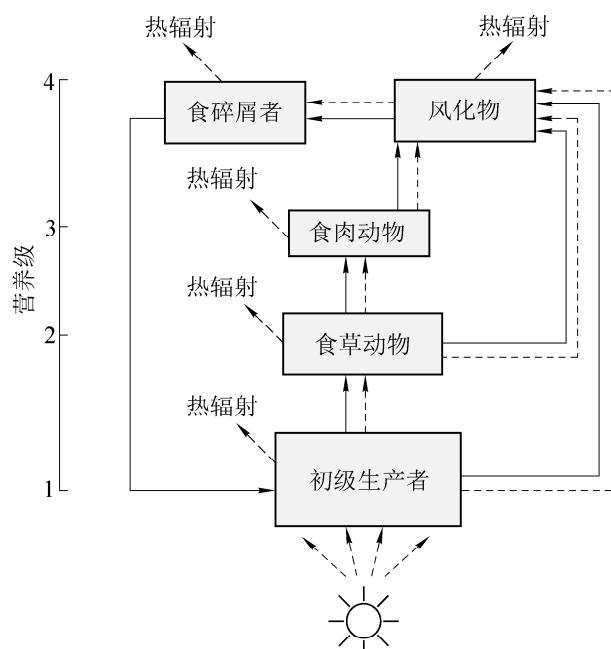


图 2-2 生态系统中的能量流动(虚线)和物质循环(实线)

根据生物的取食关系,对其进行分类是定义生物“营养级”的基础。第一营养级包括自养生物,第二营养级包括食草动物等。根据生物量(生物的重量或现存量),我们可以对构成营养级的生态系统组分进行量化;而依据速率,我们可以对系统组分间的能量流动和物质循环进行量化。

生态学家在量化生态系统动态时,为量化能量流,通常以碳为度量单位来描述物质流和能量。物质流和能量流有一个很重要的性质存在差异,即它们的再循环能力不同。生态系统中的化学物质通过生态系统组分可进行再循环。相反,能量只能通过生态系统一次,无法再循环(图 2-2)。大部分能量被转化为热量,最终从系统中散失。因此,只有不断输入额外的太阳能,才能保持生态系统的运转。

初级生产者通过光合作用将太阳能转化为化学能。在转化过程中,那些来自大气中的无机碳(CO_2)被转化为碳水化合物形式的有机碳($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)。总初级生产量是指某一特定时间内由光合作用所捕获的能量或固定的碳,净初级生产量等于光合作用所捕获的能量或固定的碳减去呼吸作用所消耗的能量或碳。次级生产者的生产量仅指单位时间内形成的能量或物质量。

2. 食物链和食物网

生态系统中的食物链不是固定不变的,它不仅在进化历史上有改变,在短时间内也有改变。动

物在个体发育的不同阶段,食物的改变就会引起食物链的改变。多食性动物、动物食性的季节性特点,或在不同年份中由于自然界食物条件改变而引起主要食物组成变化等,都能使食物网的结构有所变化。因此,食物链往往具有暂时的性质,只有在生物群落组成中成为核心的、数量上占优势的种类,食物联系才是比较稳定的。

一般地说,具有复杂食物网的生态系统,一种生物的消失不致引起整个生态系统的失调,但食物网简单的系统,尤其是在生态系统功能上起关键作用的物种,一旦消失或受严重破坏,就可能引起这个系统的剧烈波动。例如,构成苔原生态系统食物链基础的地衣,如果因大气中二氧化硫含量超标影响其生存,就会导致生产力毁灭性破坏,整个系统遭灾。

生态系统中一般均有两类食物链,即捕食食物链和碎屑食物链,前者以食草动物摄取植物体开始,后者从分解动植物尸体或粪便中的有机物质颗粒开始。生态系统中的寄生生物和食腐动物形成辅助食物链。许多寄生生物有复杂生活史,与生态系统中其他生物的食物关系尤其复杂,有的寄生生物还有超寄生,组成寄生食物链。

3. 食物链长度

当一条食物链被描述为含有四营养级时,通常它们是指植物、食草动物、食草动物的捕食者以及取食中间捕食者的顶级捕食者。假设顶级捕食者是一种鹰,那么,即便未取得数据,我们也几乎可以肯定鹰会受寄生生物(如跳蚤)的攻击,而寄生生物自身又会被病原体攻击。但通常,人们将这样的食物链描述为含有四营养级。实际上,人们对食物网的描述一般并不关注寄生生物。

长期以来,人们一直认为是能量限制了环境可支持的营养级数目。在到达地球的辐射能中,只有一部分被光合作用固定,成为食草动物可利用的活的食物或食碎屑动物可利用的死的食物。事实上,相比植物所固定的量,可被消费利用的能量要少得多,这不仅由于植物做功(生长和维持),还因为所有能量转化过程的效率都不高而出现能量损失。据此,异养生物间的每一取食环节都具有相同的现象:通常,某一营养级所消耗的能量约只有10%(最多50%,有时只有1%)可作为食物被下一营养级利用。因此,我们所观察到的只有3、4个营养级的格局,仅仅是由于可获得的能量不足以支持更高营养级捕食者种群的存活。

基于该假说,最明显且可被验证的预测有:①初级生产力更高的系统(如在低纬度地区)所能支持的营养级数目应当更多;②能量转化更为有效的系统也应当具有更多的营养级。但在自然生态系统中,很少有证据来证明这两个预测。例如,研究人员对32个已发表的食物网进行了分析,涉及的地区从沙漠、树林到北极湖泊和热带海洋,他们将22个来自低生产力生境($\text{小于 } 100 \text{ gCm}^{-2} \text{ a}^{-1}$)的食物网与10个来自高生产力生境($\text{大于 } 100 \text{ gCm}^{-2} \text{ a}^{-1}$)的食物网进行了比较,结果发现,食物链长度并无差异。在两种情形下,食物链长度的中间值均为2.0。此外,对95个以昆虫为主的食物网所进行的研究显示,热带食物网中的食物链并不比具低生产力(据推测)的温带和沙漠食物网中的长,而且这些由昆虫组成的食物链,也不比那些包含脊椎动物的长。

另一方面,一些研究是在较小尺度上开展(如在溪流中)或其资源有效性可通过实验进行控制,这些研究显示,食物链长度会随生产力的降低而变短,特别当生产力降低至低于 $10 \text{ gCm}^{-2} \text{ a}^{-1}$ 时更是如此。例如在一个实验中,群落简单地由蚊、蠓、甲虫和螨类组成,实验过程中,用注满水的容器模拟自然界的树洞,当将“自然”水平的能力输入(叶凋落物)减少10倍或100倍时,最大食物链长度将减

少一个环节,这是因为主要的捕食者(一种阿纳摇蚊属)通常不出现在低生产力的生境中。这表明,“食物链长度与生产力相关”这样简单的想法可实际应用于生产力最低的环境(生产力最低的沙漠、洞穴的最深处)。但要证明这一点比较困难,因为其他因素(环境的大小、隔离程度等)也可导致顶级捕食者不出现于该类环境中。

在一个生态群落中,起作用的不是单位面积上可利用的能量,而是总的可利用能量,即单位面积生产力乘以生态系统所占据的空间(或体积),这就是“生产空间”假说。例如,在一个小而孤立的生境中,无论局部的生产力如何,都不可能提供足够的能量使得高营养级的种群存活。另一方面,很少有研究将生态系统大小和局部生产力分开考虑,一些相关研究则显示生态系统的大小对食物链长度有影响,而生产力对其没有影响。

这样的结果表明,总能量的确很重要,但食物链长度更依赖于生态系统的大小而非单位面积的生产力。这或许意味着,生态系统大小以其他方式影响着食物链长度,而可利用能量产生的影响不能被检测到。一种可能是生态系统的大小影响物种丰富度,而更丰富的食物网趋于支持更长的食物链。

第2节 能量在单向流动中逐级递减

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

(1) 通过实例分析,能够揭示能量在生物群落中流动的特征,具备调查或探讨生态系统能量流动规律的能力。

(2) 能够运用生态金字塔知识,表征食物网各营养级间的关系,解释某些有害物质沿食物链富集的现象。

这两项目标是依据《课程标准》内容要求 2.2.3、2.2.4、2.2.5、2.2.6 及相关活动建议设定的。目标(1)是在学习生态系统能量流动基本过程的基础上,基于生物学现象和事实,归纳并概括能量流动的两个特点,并且根据能量流动规律,提出科学、有效地利用生态系统中资源的合理建议(水平 3)。目标(2)是运用生态金字塔表征食物网各营养级之间在个体数量、生物量和能量方面的关系,并通过列举生物学事实,阐明某些有害物质会通过食物链不断地富集的现象(水平 2)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》概念 2 和内容要求 2.2.3、2.2.4、2.2.5、2.2.6 而选取的,教材通过系列生物学事实来说明(表 2-5)。

表 2-5 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
能量在生物群落中单向流动并逐级递减	能量在生物群落中单向流动
	能量沿营养级逐步递减
生态金字塔是食物网各营养级关系的形象表征	能量金字塔可以展现出食物链每次传递时的能量散失
	生物量金字塔的形状一般与能量金字塔相似,但可呈倒置现象
	数量金字塔的形状一般与能量金字塔相似

3. 学习内容

本节内容关于生态系统中的能量流动,引言通过古诗词呈现太湖流域水乡的生态场景,提出鱼类生长需要营养和能量的问题,引入主题学习。本节分为 4 目,第 1 目和第 2 目介绍生态系统能量流动的基本过程和特点,在此基础上构建生态金字塔进入第 3 目的学习,第 4 目关于生物富集。课前活

动呈现了淀山湖渔业生产场景，并用数字标示出淀山湖鱼产量中草食性鱼类、肉食性鱼类的产量，引导学生分析不同鱼类捕获量差异的原因，从而展开能量流动的学习。

第1目：能量在生物群落中单向流动。以能量沿着食物链流动为例，阐述能量流动的起点以及流动的总量，分析能量在每一营养级生物的输入和输出，从而认识由于生物间特定的取食关系，能量在生态系统中只能单向流动，不能逆向流动。

第2目：能量沿营养级逐步递减。以菜粉蝶幼虫摄取青菜叶为例，分析能量从生产者向初级消费者流动过程中的分配途径和分配量，类比推理出能量在每一个营养级生物中都有同样的分配，从而呈现出能量在沿食物链流动时有着逐级递减的特点。

第3目：生态金字塔体现食物网各营养级间关系。列举能量金字塔、数量金字塔和生物量金字塔等生态金字塔，表明生态金字塔可以表征食物网各营养级之间的关系。同时，基于能量流动的特征，提示人类在利用生物资源时需要遵循能量流动的规律。

第4目：污染物通过食物链在生物体内富集。以有机氯农药沿食物链富集为例，阐述在自然界不能降解或是难以降解的污染物通过食物链富集的现象。

二、教学建议

本节内容建议2课时。其中，第1、2目1课时，第3、4目1课时。

1. 课堂教学建议

(1) 运用已有知识构建能量流动的一般模型，探索能量流动规律

本节所学习的能量流动是基于食物链的能量流动过程，能量在每一营养级的输入和输出过程基本一致。学生只要厘清能量在一个营养级的耗散，就能类比出每一个营养级的变化，由此建构出能量流动的一般模型(图2-3)，这个建构过程能帮助学生更好地认识能量流动的过程。

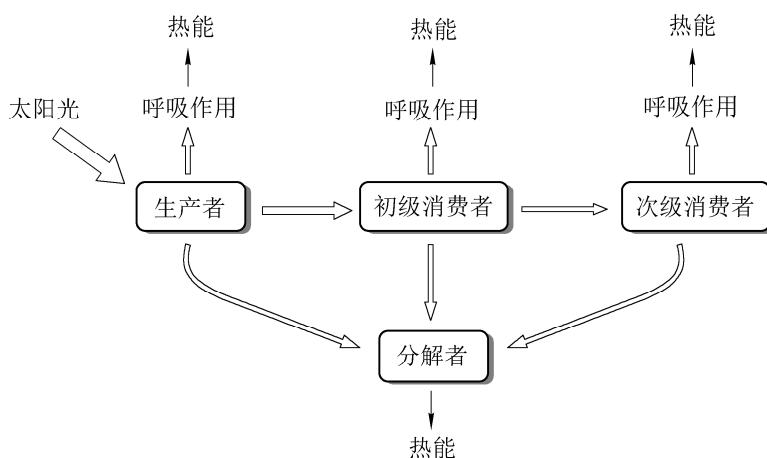


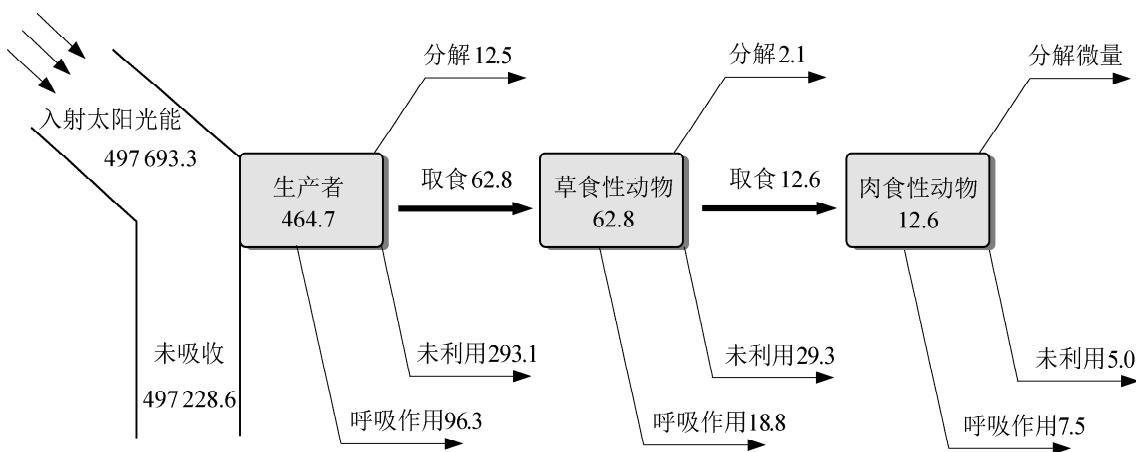
图2-3 能量流动的一般模型

学生已经习得细胞呼吸知识，知道生命活动需要能量驱动，能量在每一营养级的耗散是由于生物生存的需要。同时在上一节的学习中，已知道生物之间通过食物关系构建起特定的营养结构，因

此可以让学生利用已有知识完成建模过程。教师可以设置系列问题去引领,启发学生思考并解决问题,这个过程也是培养学生科学思维的过程。

(2) 基于能量流动的事实和证据,用科学思维方法解决问题

基于事实和证据,采用归纳与概括、演绎与推理、模型与建模等方法去阐释相关概念,是体现科学思维的过程。本节的学习内容正是很好的培养科学思维的载体。例如,对“能量沿营养级逐级递减”特点的认识,就可以通过资料信息归纳与概括。教材提供了菜粉蝶幼虫摄取青菜叶案例,学生可以从菜粉蝶幼虫生长、呼吸作用和粪便三个途径的耗散去总结出能量递减的事实。除此之外,教师也可以提供科学家的研究成果,如赛达伯格湖的能量流动资料(图 2-4),从数据的获取和处理中得出相应结论。



注: 图中数字为能量数值, 单位是 $J/(cm^2 \cdot a)$

图 2-4 赛达伯格湖的能量流动的定量分析

2. 栏目使用建议

(1) 学习提示

第一个“学习提示”的内容,是在分析能量逐级递减的基础上,提示学生思考食物链长短与能量流动之间的关系。此提示内容可以作为教学过程中一个问题,启发学生利用能量递减特点去思考,自己得出结论。第二个“学习提示”的内容,是对英吉利海峡生物量金字塔的补充,以避免学生将生物量与能量的关系混淆。可以指导学生阅读,引导学生思考和辨析生物量和能量的关系。

(2) 广角镜“物质能量的测定”

该栏目介绍了物质能量的测定方法。既然学习能量流动,那么能值是怎么计算出来的?这可能引发一些学生的疑问。栏目主要介绍了氧弹量热仪测定方法,以丰富学生的视野,此内容可以作为学生课后阅读资料。

(3) 科学史话“林德曼定律”

该栏目用简短的文字介绍了林德曼定律的由来。学生通过阅读,可初步了解林德曼这位年轻科学家的贡献,也可以对生态学的发展有进一步了解。

三、拓展资料

1. 生态效率

能量流动过程中各个不同点上能量之比值,可以称为传递效率。奥德姆(E. P. Odum)曾称之为生态效率,但一般把林德曼定律称为生态效率。

为了便于比较,首先要对能量流动参数加以明确。其次要指出的是,生态效率是无维的,在不同营养级间各个能量参数应该以相同的单位来表示。

摄食量(I): 表示一个生物所摄取的能量。对于植物来说,它代表光合作用所吸收的日光能;对于动物来说,它代表动物摄入食物的能量。

同化量(A): 对于动物来说,它是消化后吸收的能量,对分解者是指细胞外的细胞能量;对于植物来说,它是指在光合作用中所固定的能量,常以总初级生产量表示。

呼吸量(R): 指生物在呼吸等新陈代谢和各种活动中消耗的全部能量。

生产量(P): 指生物在呼吸消耗后净剩的同化能量值,它以有机物质的形式累积在生物体内或生态系统中。对于植物来说,它是净初级生产量。对于动物来说,它是同化量扣除呼吸量以后的净剩的能量值,即 $P=A-R$ 。

用以上这些参数就可以计算生态系统能量流动的各种生态效率,其中最重要的是下面 3 个。

(1) 同化效率: 指植物吸收的日光能中被光合作用所固定的能量比例,或被动物摄食的能量中被同化了的能量比例。

同化效率=被植物固定的能量/植物吸收的日光能,或等于被动物消化吸收的能量/动物摄食的能量,即 $A_e=A_n/I_n$,式中 n =营养级数。

(2) 生产效率: 指形成新生物量的生产能量占同化能量的百分比。

生产效率= n 营养级的净生产量/ n 营养级的同化能量,即 $P_e=P_n/A_n$ 。

(3) 消费效率: 指($n+1$)营养级消费(即摄食)的能量占 n 营养级净生产能量的比例。

消费效率=($n+1$)营养级的消费能量/ n 营养级的净生产量,即 $C_e=I_{n+1}/P_n$ 。

所谓林德曼效率,是指($n+1$)营养级所获得的能量占 n 营养级获得能量之比,这是林德曼的经典能量流动研究所获得的,它相当于同化效率、生产效率和消费效率的乘积,即林德曼效率= $(n+1)$ 营养级摄取的食物/ n 营养级摄取的食物,即 $L_e=I_{n+1}/I_n=(A_n/I_n)\times(P_n/A_n)\times(I_{n+1}/P_n)$,也有学者把营养级间的同化能量比值,即 A_{n+1}/A_n 视为标准效率。

2. 营养级和生态金字塔

食物链和食物网是物种和物种之间的营养关系,这种关系错综复杂,无法用图解的方法完全表示,为了便于进行定量的能量流动和物质循环研究,生态学家提出了营养级概念。一个营养级是指处于食物链某一环节上的所有生物种的总和。例如,作为生产者的绿色植物和所有自养生物都处于食物链的起点,共同构成第一营养级。所有以生产者为食的动物都属于第二营养级,第三营养级包括所有以食植动物为食的食肉动物。

生态系统中的能量流动是单向的,通过各个营养级的能量逐级减少,减少的原因是:①各营养级消费者不可能百分之百利用前一营养级的生物量,总有一部分会自然死亡和被分解者所利用。②各营养级的同化率也不是百分之百的,总有一部分变成排泄物而留于环境中,为分解者所利用。③各营养级生物要维持自身的生命活动,总要消耗一部分能量,这部分能量变成热量而耗散。生物群落及在其中的各种生物之所以能维持有序的状态,就得依赖于这些能量的消耗。也就是说,生态系统要维持正常的功能,就必须不断有太阳能等能量的输入,用以平衡各营养级生物维持生命活动的消耗,只要这个输入中断,生态系统便会丧失其功能。

由于能量流动在通过各营养级时会急剧减少,所以食物链就不可能太长,生态系统中的营养级一般只有四、五级,很少有超过五级的。

能量通过营养级逐级减少,如果把通过各营养级的能量,由低到高画成图,就成为一个金字塔形,称为能量金字塔。同样,如果以生物量或个体数目来表示,就能得到生物量金字塔和数量金字塔,三类金字塔合称为生态金字塔。

一般来说,能量金字塔最能保持金字塔形,而生物量金字塔有时有倒置的情况。例如,海洋生态系统中,生产者(浮游植物)的个体很小,生活史简短,根据某一时刻调查的生物量,常低于浮游动物的生物量。这样,按上法绘制的生物量金字塔就会倒置过来。当然,这并不是说在生产者环节流过的能量要比在消费者环节流过的少,而是由于浮游植物个体小、代谢快、生命短,某一时刻的现存量反而要比浮游动物少,但一年中的总生物量还是比浮游动物多。数量金字塔倒置的情况就更多一些,如果消费者个体小而生产者个体大,如昆虫和树木,昆虫的个体数量就多于树木。同样,对于寄生者来说,寄生者的数量也往往多于宿主,这样就会使数量金字塔的这些环节倒置过来。但能量金字塔则不可能出现倒置的情形。

第3节 物质在生态系统中循环利用

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

(1) 能够收集并分析水、碳等常见物质循环过程的资料,揭示物质在生物群落和无机环境之间不断循环的特征。

(2) 能够利用物质循环和能量流动的规律,为科学利用生态系统中各类资源提出合理建议。

这两项目标是依据《课程标准》内容要求 2.2.3、2.2.4 及相关活动建议设定的。目标(1)要求用文字、图示等形式呈现水、碳等物质在无机环境与生物群落之间往返的途径,进而说明物质循环的特征,体现出正确的科学思维方法(水平 2)。目标(2)促使学生关注生态系统中的物质循环和能量流动,能根据所了解的生态系统规律,为科学利用生态系统资源提出合理建议,体现社会责任素养(水平 3)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》概念 2 和内容要求 2.2.3、2.2.4 而选取的,教材通过系列生物学事实来说明(表 2-6)。

表 2-6 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
物质在生态系统中被生命活动循环利用	碳元素主要贮存在化石燃料、土壤、沉积物、海洋、生物体以及大气中,并在各组分间持续运动和交换
	水通过降水、蒸发和径流等形式完成全球范围的水循环
碳循环失衡能引发一系列全球环境问题	大气中二氧化碳浓度增加导致全球气候变暖

3. 学习内容

本节内容关于生态系统中的物质循环,引言以减排二氧化碳和全球气候变暖的关系导入,引导学生关注二氧化碳的含量变化,从而关注物质在生态系统中的循环。本节分为 3 目。第 1 目界定了物质循环的概念,第 2 目学习碳循环,第 3 目学习水循环。

课前活动提出了“大气中二氧化碳浓度增加与全球变暖”问题,呈现了全球大气中二氧化碳浓度与温度的长期变化趋势图,通过对图中数据的分析,认识到二氧化碳浓度与温度的升高呈正相关关

系,进而思考人类活动对环境的影响。

第1目:物质在生物群落与无机环境间不断循环。这一目内容表明组成生物体的基本元素在生物群落与无机环境之间存在着交换过程,说明生态系统中存在物质循环,从总体上说明物质是被反复利用的,是不断循环的。

第2目:二氧化碳的固定和释放是碳循环的关键环节。这一目内容分析了大气中的二氧化碳在生物体和无机环境之间循环的途径,并提出了人类活动增加大气中二氧化碳的现实问题。

第3目:降水、蒸发和径流是水循环的主要环节。这一目内容分析了水循环的主要途径,以及水循环对生态系统的生存和发展的意义。

探究·活动2-1“调查本地一个生态系统的能量流动或物质循环”是一个实践调查活动,主要调查生态系统的物质循环或能量流动。通过该活动,学生巩固和利用所学知识,对一个真实的生态系统的结构和功能运转做出合理判断和评价。

二、教学建议

本节内容建议2课时。其中,课堂教学1课时,实验与活动教学1课时。

1. 课堂教学建议

(1) 使用图示方式说明物质循环的过程,分析物质循环的特征

以碳循环为例,二氧化碳在生物群落与无机环境之间往返运动,很大程度上依赖于各种生物的生理活动,如:绿色植物的光合作用、动植物的呼吸作用等,这些知识是学生已经掌握的内容。因此,建议让学生根据已有知识基础,自己去探索大气中的二氧化碳是如何进入生物群落内部,如何进出生产者、消费者和分解者的等等,用关键词、箭头等表示出碳循环的过程图,如图2-5所示,教师给予补充和完善。

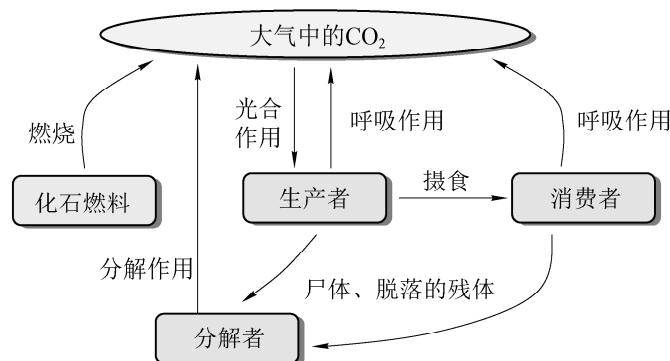


图2-5 碳循环的主要过程

构建出碳循环过程图后,可以借此图再剖析物质循环的特征。如碳在无机环境以二氧化碳的形式存在,在生物体内则以含碳有机物的形式存在。光合作用在把二氧化碳和水合成为有机物时也就固定了能量,即把光能转化为有机物中的化学能;而呼吸作用在把有机物分解为二氧化碳和水时也就释放出了其中的化学能。由此能认识到物质循环和能量流动是相伴发生的。但是,能量流动和物质循

环有一个重要的区别,即生物固定的太阳光能流经生态系统只有一次,并且逐渐以热的形式耗散,而物质在各生物成分中能被反复利用。因此学生自主构建和分析碳循环过程,通过探索能主动获取知识。

(2) 置身于特定情境,学习和运用物质循环知识解决情境中的问题

人类的活动可能影响全球的物质循环,物质循环的失衡会造成生态环境的破坏,进而影响人类正常的生产生活。如:森林砍伐、湿地开发、河流改道、建坝等活动都可能改变全球的或局部的水循环;人类通过燃烧石油、煤等燃料释放二氧化碳,二氧化碳过多释放就有可能改变大气组成,其中最重要的、最直接的可能就是产生温室效应。又如:人类从合成氮肥中获得巨大好处,但是过多使用氮肥不仅污染土壤和水体,而且能把一氧化二氮送入大气。一氧化二氮会增加大气中的紫外辐射,且与气候变暖有关。大气中的含氮化合物也与酸雨的形成有关,进而使土壤和水体的生物多样性下降。课堂上可创设有关物质循环失衡的真实情境,并对其进行深入剖析,如发生的原因、造成的影响、治理的方法、恢复原有生态环境的难度等,这可让学生更为强烈地意识到碳循环、水循环等的失衡与人类生产生活密切相关,能更好地审视人类活动对环境变化的影响,并把自己置身于其中来审视自身行为。

本节的课前活动创设了全球气候变暖情境,通过“思考与讨论”的分析,引导学生关注二氧化碳的来与去,因此可将课前活动与碳循环的学习整合在一起,并联合“思维训练”栏目的内容,对全球气候变暖这一真实情境问题做比较全面的探讨。除此之外,也可以另设情境,可多关注社会新闻事件,将碳循环或水循环的学习与现实生活联系起来。

2. 实验与活动建议

探究·活动 2-1 调查本地一个生态系统的能量流动或物质循环

(1) 活动准备

探究·活动“调查本地一个生态系统的能量流动或物质循环”的实施,可视具体情况以确定调查的主题是能量流动还是物质循环,也可以与学校的学农等社会实践结合进行。确定调查主题和调查对象后,应在课前做好充分的准备工作,如资料的搜集、调查的内容、访谈的问题、问卷的设计等。若因客观条件无法进行实地调查,也可以利用教材表 2-2 列出的“某湿地生态系统各功能群生物量”数据进行分析。

(2) 活动实施

在活动结果交流环节,应注重对所调查生态系统的当前状态进行评价。这个过程能反映出学生对生态系统物质循环和能量流动两大功能的理解和掌握程度,还能对运用所学知识解决问题的能力进行反馈。学生若能基于调查结果合理评价一个生态系统的当前状态,并提出可行性较强的科学建议,表明学生已具有较强的社会责任感。因此教师应设计好活动交流评价环节,推动学生用所学知识去解决问题。

3. 栏目使用建议

(1) 学习提示

第一个“学习提示”提示了物质循环与能量流动的不同,建议可让学生自己分析得出结论。第二

个“学习提示”提示了人类活动对物质循环的干扰可引发全球性环境问题。教学过程中可对此适当展开探讨,呈现出一些具体事实以更真切地审视和评价人类的活动。例如,分析氮污染使土壤和水体的生物多样性下降等事例,引导学生关注人类活动对物质循环的干扰,提升对人类活动与环境问题的思考深度。

(2) 思维训练“温度如何影响物质循环中的分解过程?”

该栏目围绕“温度如何影响物质循环中的分解过程”话题,呈现了科学家的研究事实和数据,通过“思考与讨论”的探讨,将二氧化碳浓度、温度和物质循环三者连接在了一起,挖掘了学习的深度,建议可联合课前活动和第2目的学习,在课堂教学中使用此栏目。

(3) 广角镜“水体富营养化和水华”

该栏目介绍了富营养化和水华现象,及其所造成的影响。可作为课外拓宽知识面的阅读。

三、拓展资料

1. 生态系统中的分解

生态系统中的分解是指死亡的生物体或有机物质的逐步降解过程,在此过程中,元素从有机物质中释放出来,即有机物质被还原为无机物并释放能量的过程。它与光合作用正好相反,光合作用是将太阳光能固定为化学能,而分解是将化学能转化并释放出热能;光合作用是将营养元素固定,而分解是释放出元素。

通过死亡生物体或有机物质的分解,生态系统使营养物质再循环,给生产者提供营养物质,维持大气中二氧化碳浓度,稳定和提高土壤有机质的含量,为碎屑食物链以后各级生物生产食物,改善土壤物理性状。

(1) 分解过程

① 碎化:把有机物质分解为颗粒状的碎屑,如动物的践踏或风吹日晒等使植物的枯枝落叶破碎为小块或细碎的颗粒等。

② 异化:生物体在新陈代谢过程中,自身的组成物质发生分解,同时放出能量。

③ 淋溶:可溶性物质被水淋洗出并溶于水,可被植物再次利用。

(2) 影响分解速率的因素

分解过程受多种因素影响,归纳起来主要有三点:理化因子条件、资源质量、分解者生物种类。三者的组合是分解速率快慢的关键。

① 理化因子条件:在温度高、湿度大的地带,有机质分解速率高。这是因为理化反应受温度的影响,温度越高反应越快;水是很多生化反应的介质,也是很多元素的溶剂,如果湿度大则会加快分解过程。与之相反,在低温干燥地带,分解速率低,也就是分解速度随纬度增高而降低,比如热带雨林>温带森林>冻原。因而热带雨林的土壤中有机物质并不多,大多是红土壤,而黑土壤分布在北京。

② 资源质量:资源的物理、化学性质影响分解速率。资源的物理性质包括表面特性和机械结构,资源的化学性质则随其化学组成而不同。通俗地讲,就是容易被分解的物质分解得快,比如,树

皮较西瓜难以被分解。再如，单糖的分解速率大于半纤维，后者又快于纤维素和木质素。

③ 分解者生物种类：分解者生物多的地区分解速率就高。在温度较高、水分充足的热带地区，分解者众多，故分解过程较快。同时，动物特别是无脊椎动物对分解过程起到重要的加速作用。无脊椎动物在地球上的分布随纬度的变化呈现地带性的变化规律，低纬度热带地区起作用的主要是大型土壤动物，其分解作用明显高于温带和寒带；高纬度寒温带和冻原地区多为中、小型土壤动物，它们对物质分解起的作用相对较小。

2. 元素循环的相互作用

碳、氮、磷、硫等元素的循环不是彼此独立的，实际上，自然界中的物质循环是相互关联和相互作用的，而且表现在不同的层次上。例如，在光合作用和呼吸作用中，碳和氧循环是互相联结的。海洋生态系统的初级生产速率受到浮游植物的氮/磷比影响，从而使碳循环与氮和磷循环联结起来。淡水生态系统中磷的有效性也受到底部沉积物中的硝酸盐和氧多少的间接影响。正由于这些联结，人类对碳、氮和磷循环的干预，将会使这些元素的循环变得很复杂，并且，其后果又常常是难以预测的。又如，由于大气中二氧化碳的增加，可能使光合作用速率上升，全球气候变暖，并伴随着出现光强度的减弱和土壤湿度的降低。植物在生理上对二氧化碳含量的反应，又与对温度的反应强烈相关，同时还受到氮的有效性所约束……由此可见，要了解人类活动对全球营养元素循环的影响，就必须充分了解这些元素循环的彼此相互作用。

3. 能量通量和养分循环之间的关系

在任何生物群落中，活物质的大部分是水，其余部分主要由碳构成（95%或更多），这是能量积累和存储的形式。当含碳化合物被活组织或其分解者代谢氧化成二氧化碳时，能量被最终耗尽。尽管我们在不同章节中讨论能量流和碳流，但在所有生态系统中两者是紧密联系在一起的。

当 CO_2 的一个简单分子在光合作用过程被吸收时，碳即进入群落的营养结构。假如 CO_2 进入净初级生产，就可以作为糖、脂肪、蛋白质分子的一部分而被消费。此过程遵循与能量相同的路线，接着被消费、排泄、同化，并可能随着某一营养部分而进入次级生产。当碳元素所在的高能分子被最终利用并为做功提供能量时，能量以热的形式耗散，碳则以 CO_2 的形式被再次释放到大气中。能量与碳的紧密连锁至此结束。

一旦能量转变成热，就再也不能被活生物体利用来做功，也不能用以生物量的合成了。其唯一可能的作用，就是有助于在瞬时维持高的体温。热最终将散失到大气中，不再参与循环。相反， CO_2 中的碳可以再次被光合作用所利用。碳和其他所有营养元素（如氮、磷等）能以大气中简单无机分子（ CO_2 ）或离子，或者溶解于水中的离子（硝酸盐、磷酸盐等）形式被植物利用。每种形式都可以进入到生物量的复杂有机含碳化合物中。最后，当含碳化合物被代谢为 CO_2 时，矿质营养再次以简单无机物的形式被释放。然后，另一棵植物可能将其吸收，于是营养元素的单个原子可以重复地通过一条又一条食物链。

每焦耳能量生来就只能利用一次，而作为生物量构建成分的化学营养元素，只是简单地改变它们所在分子的形式（如硝酸盐中的 N 变为蛋白质中的 N，然后再次变为硝酸盐中的 N）。它可被再次利用，并进行反复地循环。营养元素不像太阳辐射能那样可以获得固定不变的供应，一部分养分固

定到活生物量的过程中,将会减少群落中其余部分的养分供应。假如植物及其消费者最终没有被分解,那么养分供应会耗尽,地球上的生命也会终止。因此,异养生物的活动在引发养分循环和维持生产力上至关重要。

不是所有经分解作用释放的营养元素都必定会被植物再次吸收。养分循环从来都不是完全的,一些养分会以径流的形式从陆地输出,进入溪流(最终到达海洋),另一些则存在气体状态,如氮和硫,可释放到大气中。此外,一个群落可以不直接依赖邻近的被分解物质而获得额外的养分供应,如溶解在雨中或来自岩石风化的矿物质。

第4节 生态系统运行离不开信息传递

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 能识别生态系统中的信息传递，并判断其类型。
- (2) 能举例说出信息传递对生命活动、种群繁衍和种间关系的调节作用。

这两项目标是依据《课程标准》内容要求 2.2.7 及相关活动建议设定的。目标(1)是基于生物学现象和事实，要求学生正确判断和区分三种信息传递类型(水平 2)。目标(2)要求学生根据生物学事实，归纳并概括生态系统的信息传递对生命活动的正常进行、生物种群的繁衍和种间关系的调节所起的重要作用，并能举例说明(水平 3)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》概念 2 和内容要求 2.2.7 而选取的，教材通过系列生物学事实来说明(表 2-7)。

表 2-7 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
生态系统的信 息主要有物理信 息、化学信息和行 为信息	光、声、温度、湿度、磁场、机械振动等物理因素可引起生物之间的感应作用
	生物在生命过程中会产生一些可以传递信息的化学物质，且能被其他生物所接受并产生反应
	动物的某些行为可以用于同种或异种间的信息传递
信息传递是维持正常生命活动和 健康生态系统的重要条件	生物的生长和繁殖离不开信息传递
	信息能够调节生物的种间关系，以维持生态系统的稳定
	生产和生活中，可以利用信息传递来进行生物防治

3. 学习内容

本节内容关于生态系统中的信息传递，通过古诗词描绘的江南初春景色引出“春的信息”，进而提出如何感受到“春的信息”问题，从而进入本节学习。本节分为 3 目。第 1 目明确信息传递的事实及其重要性，第 2 目学习三种信息传递途径，第 3 目建立生态系统三个功能之间的联系。

课前活动“蜜蜂的‘舞蹈语言’”介绍了蜜蜂种群内可以通过舞蹈行为传递信息，这种信息传递方

式对传递蜜源信息有着重要作用,维系着蜜蜂种群的生存和发展,并通过两个思考题的讨论和分析,将学生引入本节学习。

第1目:生态系统正常运行需要信息传递。承接课前活动呈现的蜜蜂用“舞蹈语言”交流蜜源方位的事实,明确了生态系统的各组分之间和成员内部广泛存在着信息交流,定义了什么是信息传递。然后从生命活动的正常进行、生物种群的繁衍、种间关系的调节三方面阐述了信息传递的重要性。

第2目:生态系统中存在物理、化学、行为等多种信息传递。分别用多个例子说明了信息传递的三种类型,即物理信息、化学信息和行为信息。

第3目:信息传递、能量流动和物质循环相互依存并协同作用。阐述了能量流动、物质循环和信息传递三者之间的联系,表明三者是相互依存、不可割裂的。由此说明生态系统的各组成成分由功能联结,从而形成统一体。

二、教学建议

本节内容建议1课时。

1. 课堂教学建议

(1) 以案例情境导入三种信息类型的学习

策略一:通过课前活动“蜜蜂的‘舞蹈语言’”,展示出蜜蜂种群可以通过行为信息交流蜜源方位的事实,进而分析该行为对生态系统生存和发展的意义,从而导入正文的学习。使用此栏目时注意落实两点,一是从蜜蜂的“舞蹈语言”类比出自然界其他生物的行为信息,从而认识到行为信息在生态系统的众多生物中存在,且关联着生物的生命活动;二是从“舞蹈语言”这一行为信息巧妙引出其他信息类型,呈现出生态系统中的多种信息类型,以点带面辐射出不同的知识内容,表明信息交流广泛存在于生态系统中。

策略二:呈现一个包含物理、化学和行为三种信息传递的生物案例,全方位地呈现信息传递的类型和作用,展现出信息传递与该生物生命活动的关系。比如,蜜蜂的生命活动中会用信息素等化学物质进行化学信息传递、用摩擦翅肌等方式所发出的声音进行物理信息传递,以及用摇摆舞和圆圈舞等形式进行行为信息传递;鱼类会发出声音来警示或呼救、对光有一定的敏感性从而去摄食或躲避灾害等。学生通过阅读和分析相关案例,识别和提炼出三种信息类型,进而分析信息传递的重要作用。

策略三:创设一个生态农场的情境,该农场种植了多种农作物和果树,饲养了多种家禽和家畜等(所创设的农场布局须有利于后续的分析)。用图片或视频呈现出生态农场的场景后,教师用问题引导学生思考和讨论,要求学生举例说明生态农场中存在哪些信息类型,这些信息以何种形式传递等。师生互动过程中再一起将信息分类,并探讨信息传递的作用。使用此情境的一个优势是可以顺势引导学生运用信息传递事实来解决真实问题。比如,设置“如何利用信息传递来提高生态农场中各类产品的产量?”问题,可促使学生进行多角度的思考。学生利用已有知识可提出的方法包括:用一定频率的声波处理种子,提高种子的发芽率;用人工合成的各种化学信息素吸引传粉昆虫,提高农作物的传粉率和结实率;延长光照时间,提高家禽的产蛋率;释放人工合成的化学引诱剂,干扰害虫的正

常交尾；利用趋光性对害虫进行诱杀等。因此一个生态农场情境可串联起整节课，使得课题主线清晰。此外，这样的设计能让学生体会解决生产生活中实际问题的成就，增强社会责任感。

（2）基于现象和事实分析概括信息传递的重要作用

生态系统的信息传递对生命活动的正常进行、生物种群的繁衍和种间关系的调节起重要作用。学生不仅要认识到这一点，还要理解生态系统的信息传递与其他相关知识之间的联系和区别，并能在较复杂的情境中综合运用相关知识进行分析、判断和推理。教师可提供实例让学生分析，以问题引领学生通过自主学习、合作讨论等形式来了解和辨析信息传递的类型，及其在生态系统中的作用，并通过有意的设计让学生对已获得的知识进行再现和再认识，进一步巩固和内化知识。

除了教材列出的事例外，教师可以搜集和补充其他例子，尤其是应围绕自己所创设的情境去选择相应的事例。在呈现出大量的生物学现象和事实后，准确的问题设置可引导学生去提取信息，进而归纳并概括出信息类型，并说明其作用。学生在解决问题的过程中，充分表达和交流，修正和完善自己的观点，这一学习过程即是对科学思维的培养。

（3）梳理不同层次的信息传递，进一步建立稳态与平衡观

信息传递不仅仅存在于生态系统层次上，也存在于其他结构层次上。比如：细胞内遗传信息具有规律性的传递过程；细胞间可通过激素、神经递质等化学分子进行靶向性传递等，因此信息传递可以在细胞、个体、种群、生态系统等不同层次发生。对于学有余力的学生而言，教师在教学设计中可以有意落实这一点，帮助学生将前后知识进行并联和整合。学生在过往的学习中已了解其他层次的信息传递事实，这时候只需要一点提醒，不必花费很多课时，点到即可。这样的点拨，可以使学生认识到生命系统的各结构层次相互联系而成为统一的整体，各层次功能的协调离不开信息传递且依赖于信息传递，通过调控实现生命系统各层次的稳态，从而更好地建立稳态与平衡观。

2. 栏目使用建议

（1）学习提示

第一个学习提示提示信息交流的广泛性，第二个学习提示提示注意生态系统三个功能的联结与生态系统稳定性之间的关系。这两个“学习提示”都有助于学生在阅读正文时能关注概念的外延，而不仅仅局限在一个知识点上。

（2）思维训练“水蚤能探测到捕食者的出现”

该栏目提供了一个关于水蚤的有趣话题。水蚤即日常生活中人们所熟悉的“鱼虫”，其比较容易采集得到，培养比较简便，也易观察。建议将本栏目的“思考与讨论”作为小型自主研究课题推荐给学生，尤其是鼓励有兴趣的学生去思考落实。一方面可以评价学生的实验方案设计能力，另一方面利用学校或其他实验条件动手实践时，可增加学习的趣味性。

（3）生物学与社会“生态系统理论引领的崇明世界级生态岛建设”

该栏目较为详细地介绍了崇明岛的现状和发展。本册的学习中多次出现了崇明岛，在探索崇明东滩、西沙湿地等过程中，学生逐步系统地了解了种群、群落和生态系统。本栏目内容让学生的视线从生态知识的学习转为对家乡发展的关注，通过实例引导学生关注“水清土净，空气清新”的崇明生态岛建设，增添学生的责任感和自豪感，也让学生感受到生物学的学科应用价值。

三、拓展资料

蜜蜂的通讯行为

(1) 化学通讯

蜜蜂的嗅觉感受器可以使它们至少能区分和识别 700 种花朵的气味，并能识别很多种人工气味。每个蜂群都有自己独特的气味，当保卫蜂检查每一只返巢的采食蜂时以这种气味作为是否放行的依据。同物种成员所发出用于通讯的气味物质称为信息素，除几种信息素外，蜜蜂还有至少 3 种专门感受水蒸气、二氧化碳和油酸的感受器。油酸是蜜蜂死亡后所发出的一种腐败气味，工蜂嗅到这种气味后就会将尸体从蜂巢中移走并抛弃。刚死在蜂巢内的蜜蜂并不会被马上运出蜂巢，而是待它开始散发出油酸气味时才会被工蜂搬运走。

蜂王信息素由蜂后上颚腺分泌。该信息素能够抑制工蜂卵巢的发育，防止工蜂产卵；吸引工蜂前来喂食和照料自己；抑制新蜂后的产生；最后，是在婚飞期间对雄峰有吸引作用。蜂后靠释放信息素把蜂群中大量的随机行为整合成井然有序的社会生活。当工蜂接收到的该信息素数量明显减少时，它们便开始建造王室，以便培养新的蜂后。这种情况经常发生在蜂群发展得太大、蜂后的信息素不足以到达和控制整个蜂群的时候，也可能发生在蜂群过度拥挤以致在蜂后身边照料和喂养蜂后的工蜂不能将信息素传递到蜂群各处与所有工蜂共享时。在过度拥挤的蜂群中，王室的建造者很难有机会与蜂后身边的工蜂交换食物或嗅到它们的气味，这种情况将会诱发它们建造王室的行为，最终将会导致蜜蜂的分群。

报警信息素是外敌入侵时由守卫蜂释放的一种能够快速召集同伴以共同御敌的化学物质。工蜂可分泌两种报警信息素：一种由科氏腺释放，主要成分是乙酸异戊酯，它可以迅速激发同伴的蜇刺行为；另一种由上颚腺释放，主要成分为 2-庚酮，是一种较弱的报警信息素，主要作用是“标记”攻击目标，并诱导其他蜜蜂对入侵者进行攻击。

(2) 声音通讯

蜜蜂能借助摩擦翅膀发出声音，如果双翅是处于折叠状态，所发出的声音是嗡嗡声，与飞行时发出的声音不同。蜜蜂在分群之前的声音通讯是最为典型的。王室一开始建造，蜂后便开始减食以准备即将到来的婚飞，其间有一个等待新蜂后成熟的时期。在正常情况下，蜂群在新蜂后开始化蛹后不久就开始分群。但是遇到坏天气时，分群就可能被推迟，以致会使新蜂后发育到了接近羽化的年龄。当新蜂后已发育成熟而分群又被坏天气延误时，老蜂后就会多次停下来，不断用胸部挤压蜂巢发出特定的声响，先是一个持续 2 s 的长音，接着是一个约 1/4 s 的尾音，这种声响可以引起整个蜂群的共鸣，所有的工蜂都会停在原地不动并振动双翅。养蜂人常靠人为地制造这种声响，以便能较精确地统计工蜂的数量。

如果新蜂后已经发育到可以作出声音应答的年龄，它的应答声就会被整个蜂群感知到。这种应答是由大约 10 个短脉冲音组成的，意在告诉工蜂们：新蜂后必须被强制性留在巢室中。工蜂的表现则是停在巢室上强烈地上下摆动腹部，这种信号有助于使老蜂后暂不离开蜂巢并抑制老蜂后产卵。

首次分群后，蜂后与蜂后之间的信息传递就显得更加重要，如果蜂群发展得足够大，最早出现的

蜂后就会导致再次分群,此时其他的新蜂后可能即将羽化而出。工蜂发出的嘟哝声和尖音有助于使尚未羽化的蜂后滞留在它们的巢室中,直到避开蜂后与蜂后相遇的危险。

(3) 舞蹈通讯

舞蹈是在蜂箱内蜂房的垂直面上进行的,当一只侦察蜂发现了新的高质量蜜源地后就会飞回蜂箱,在蜂房的垂直面上舞蹈。如果蜜源地是在距离蜂箱 60 m 以内的短距离内,它所跳的舞蹈就是圆舞(图 2-6A)。由于蜂箱内是完全黑暗的,所以其他工蜂靠跟随侦察蜂和触摸侦察蜂而感受舞蹈所传递的信息。此外,侦察蜂所发出的振翅声对信息的传递也是不可缺少的。当被招募的工蜂领会了侦察蜂舞蹈的意图后便会飞出蜂箱去寻找该蜜源地,这种寻找并不是完全随机的,因为它们尝过了由侦察蜂反吐出来的花蜜,而且也嗅到了附着在侦察蜂身体上的气味,这种气味和味道能使它们识别和找到它们所要寻找的蜜源。

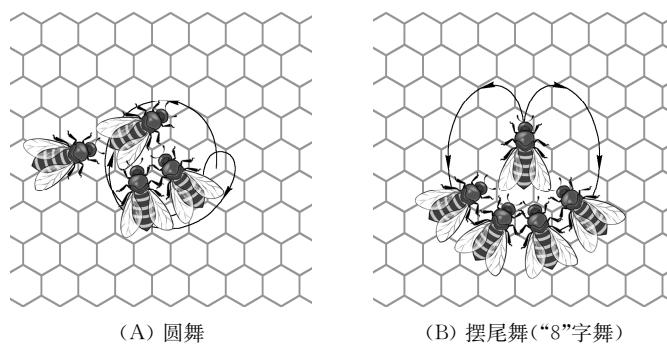


图 2-6 蜜蜂的舞蹈通讯

如果侦察蜂所发现的新蜜源地离蜂箱的距离超过 60 m,侦察蜂飞回蜂箱后就会改跳另一种摆尾舞,又称“8”字舞(图 2-6B),这种舞蹈所传递的信息之一是蜜源地与蜂箱之间的距离(大约在 60 m 至 600 m 之间)。这一信息将被编码为:①单位时间跳完一个完整“8”字舞的次数,即能完成几个“8”字舞周期;②在“8”字舞两个半圈之间走直线时的摆尾频次;③舞蹈时的振翅发声频率。一般来说,蜜源地离蜂箱越近,舞蹈时(走直线阶段)的摆尾频次就越高、单位时间转圈次数就越多以及振翅发声频率也越高。飞往蜜源地所消耗能量的多少也决定着舞蹈的特点,当逆风飞行或沿山坡向上飞行时,舞蹈时的摆尾频次将会下降,舞蹈速率也会放慢。当飞到一个特定地点所消耗的能力较少时,侦察蜂回巢后的舞蹈会变得更积极和更有活力。

蜜蜂的舞蹈不仅可以传递蜂箱与蜜源之间距离的信息,而且还可以传递蜜源所在方位的信息。当侦察蜂飞行在去蜜源的路上时,它会记下蜜源、蜂箱和太阳三者之间的相对位置(处于一条直线上或形成夹角),然后飞回蜂巢跳“8”字舞,跳“8”字舞时先走一条短的直线,一边走一边摆尾,然后向左绕半圈,回到原点后再重复走一次直绕,接着又向右绕半圈,从而完成一个舞蹈周期。侦察蜂在跳“8”字舞走直线时就会将蜜源方位的信息表达出来。如果侦察蜂在跳“8”字舞时是垂直向上走直线(边走边摆尾),就表明只要直接朝太阳方位飞行就能找到新蜜源(图 2-7Ⅲ)。相反,如果侦察蜂是垂直向下走直线,就表明只有完全背着太阳飞行才能找到新蜜源(图 2-7Ⅰ)。在这两种情况下,蜂箱、蜜源和太阳三者都处于一条直线上,前者是蜜源位于蜂箱和太阳之间,后者是蜂箱位于蜜源和太阳之间。如果蜜源的位置向左偏离蜂箱与太阳连线 80°,则“8”字舞走直线的方向也会向左偏离垂直

线 80° (图2-7Ⅱ)。随着蜜源的位置向左(或向右)偏离蜂箱与太阳连线角度的变化,“8”字舞走直线的方向也会向左(或向右)发生相应的变化。

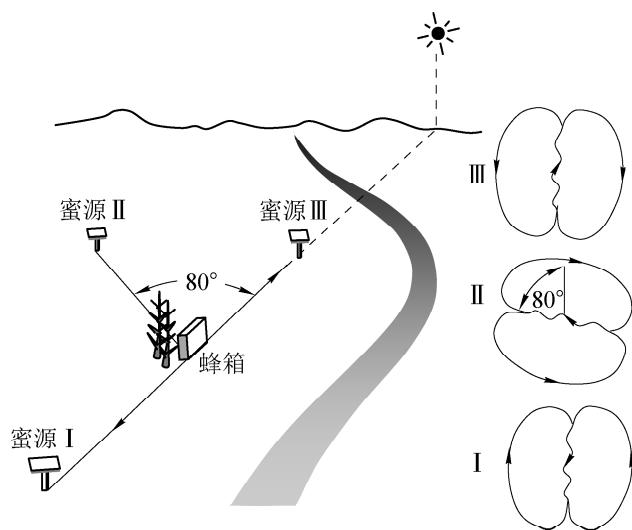


图2-7 蜜源的3个方位及其对应的3种舞蹈表达方式

第3章 生态系统的相对稳定性

一个自然生态系统在长时间的进化过程中,随着系统内物种种类和数量的增多,营养结构逐渐变得复杂。这种增多与复杂的程度对于生态系统的稳定性有着重要作用,一个稳定的生态系统可以持久地发挥其生态效应。例如,草原生态系统和森林生态系统都有固碳释氧、净化大气等生态价值,但两者又有着各自特有的生态效应,在面临气候变化和人类活动等诸多干扰时,能通过自我调节保持自身结构和功能的相对稳定,但这种调节作用是有一定限度的。本章通过比较与分析不同生态系统抵抗外来干扰的实例,帮助学生进一步形成结构与功能观、稳态与平衡观等生命观念,并学会运用这些观念阐述生态系统可通过抵抗力稳定性和恢复力稳定性维持其动态平衡;在归纳与概括外来干扰对生态系统影响的基础上,进一步认识生态系统的自我调节能力是有一定限度的,从而更好地审视人类活动对生态系统的影响。

一、本章对应的《课程标准》要求

1. 内容要求和教学活动

本章内容框架的确定和主要内容的编写是依据《课程标准》内容要求“2.3 生态系统通过自我调节作用抵御和消除一定限度的外来干扰,保持和恢复自身结构和功能的相对稳定”。教材结合学科内在体系和教学目标,分2节进行概述和说明(表3-1)。

表3-1 第3章内容与《课程标准》要求对照表

教材内容	《课程标准》要求
第1节 生态系统具有维持动态平衡的能力	2.3.1 解释生态系统具有保持或恢复自身结构和功能相对稳定,并维持动态平衡的能力
第2节 生生态系统的稳定性受到各种干扰的影响	2.3.2 举例说明生态系统的稳定性会受到自然或人为因素的影响,如气候变化、自然事件、人类活动或外来物种入侵等 2.3.3 阐明生态系统在受到一定限度的外来干扰时,能够通过自我调节维持稳定

根据《课程标准》教学提示中提出的活动要求,结合实际课时,本章安排了1个学生实验和1个学生活动(表3-2)。

表 3-2 第 3 章实验和活动与《课程标准》要求关系

实验与活动名称	实验性质	《课程标准》要求
设计并制作生态瓶	学生实验	设计并制作生态瓶, 观察和比较不同生态瓶中生态系统的稳定性, 撰写报告分析原因
设计保持和提高某个生态系统稳定性的方案	学生活动	设计保持和提高某个生态系统稳定性的方案

2. 学业要求

《课程标准》关于本章学习的学业要求是学生应能从生态系统具备有限自我调节能力的视角, 预测和论证某一因素对生态系统的干扰可能引发的多种潜在变化。对此, 教材从以下几个方面进行落实。

生命观念: 教材通过对不同结构的生态系统在外来干扰下, 保持其稳定性差异的比较与分析, 运用结构与功能观等观念阐释了生态系统的抵抗力稳定性和恢复力稳定性。通过列举生态危机事件及其发生后的保护措施, 如过度放牧与“三牧”政策的实施、互花米草入侵与崇明大型生态修复项目的开展等生态事件, 运用稳态与平衡观说明了生态系统的自我调节能力是有一定限度的。

科学思维: 教材通过多个生态学事件, 帮助学生认识生态系统的稳定性与其物种的数量、营养结构的复杂度以及外来干扰的强弱有着密切关系, 让学生基于生态学事实、数据等证据, 通过归纳与概括、演绎与推理、批判性思维等科学思维方法, 认识生态系统可通过自我调节维持其相对稳定性, 但是这种自我调节能力是有一定限度的。

科学探究: 主要通过“设计并制作生态瓶”实验, 要求学生根据已有知识和科学探究的基本原则, 自主设计和实施制作方案, 探索影响生态瓶稳定性的因素, 并且在实验过程中如实记录和分析数据, 交流和评价实验结果, 完成实验报告。

社会责任: 教材在帮助学生正确认识生态系统的稳定性及其自我调节能力的基础上, 引导学生正确审视和评价人类活动对生态系统生存和发展的影响。同时借助课前活动“互花米草对崇明东滩潮间带植物群落的影响”、广角镜“单一化种植与多样化种植”、生物学与社会“传粉昆虫对全球生态系统稳定性的影响”等栏目内容, 拓展认识生态系统稳定性与人类生存发展的关系, 进一步落实社会责任。

二、本章与学科体系内容关系

1. 本章与其他章节之间的关系

在学习第 2 章后, 学生已认识到生态系统是一个由生物群落与非生物环境因素相互作用而形成的统一体, 在此基础上, 本章继续探讨生态系统的相对稳定性。第 3 章是第 2 章内容的延续, 只有在全面正确认识生态系统的结构与功能后, 才能分析和探讨生态系统保持其相对稳定性的机制。生态系统的结构、功能与稳定性, 三者相互联系和影响, 在彼此作用下形成生态系统这一复合体。第 2 章和第 3 章的内容联合建构了概念 2.2 和 2.3。本章的学习又为第 4 章的学习进行了铺垫, 在充分认

识生态系统的动态平衡与自我调节能力之间的关系后,正确审视人类活动对生态系统的影响,探讨人类生存和可持续发展之间的关系,增强环境保护的责任意识。

2. 本章各节之间的关系

本章主要学习生态系统的相对稳定性。第1节描述生态系统动态平衡的特征,并阐述生态系统可通过自我调节维持动态平衡,进而剖析生态系统的抵抗力稳定性和恢复力稳定性。第2节举例说明人为因素和自然因素对生态系统相对稳定性的影响,进而阐释生态系统的自我调节能力是有限的。通过第1节的学习,可认识到什么是生态系统的稳定性,以及生态系统是如何通过自我调节保持其稳定性的。在此基础上通过第2节的学习,知道外来干扰能影响生态系统的结构与功能、破坏其稳定性,从而认识到生态系统的自我调节能力是有限的。第1节侧重于描述结构与功能正常的生态系统及其稳定性的保持,第2节则描述了当受到轻度或重度外来干扰时,生态系统的稳定性及其维持动态平衡的能力。两节内容既平行又递进,环环相扣(图3-1)。通过对不同状态生态系统稳定性的剖析,从而全面、辩证地看待生态系统的自我调节能力,并能关注生态系统长远的生存和发展。

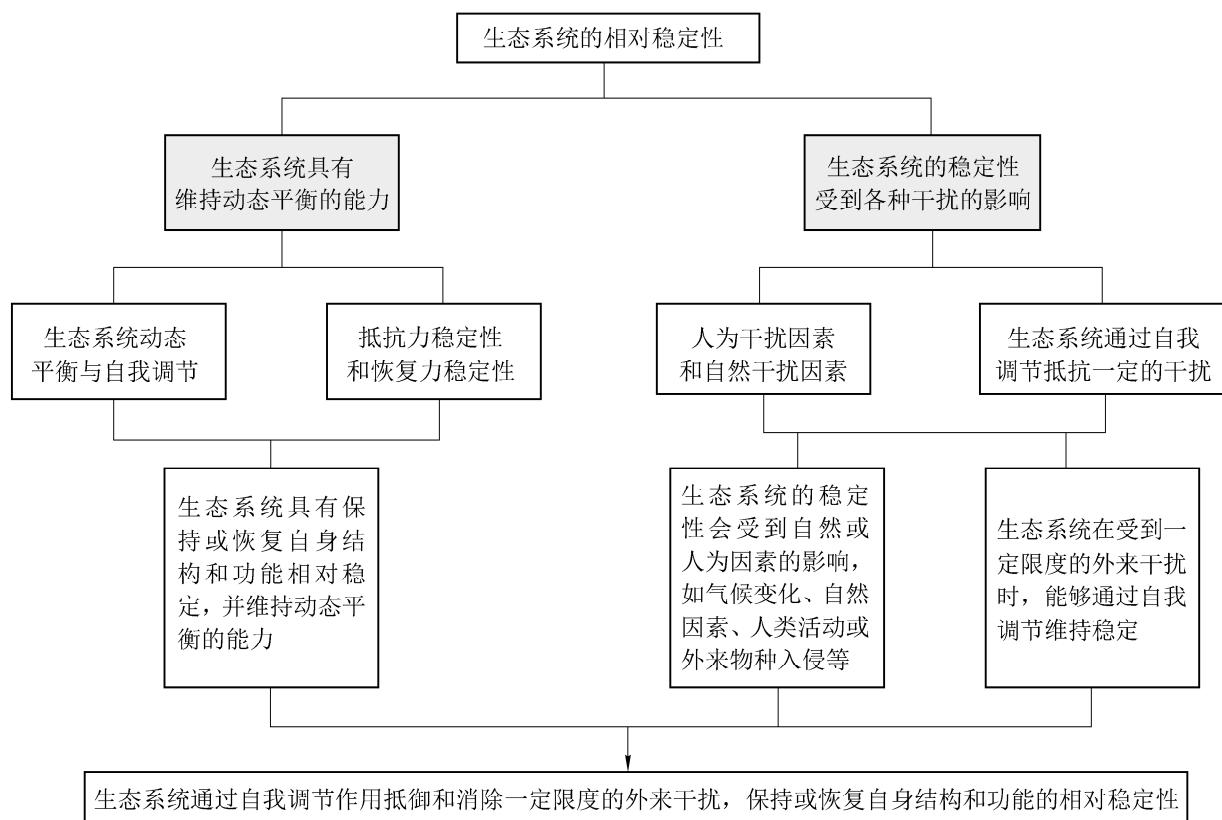


图3-1 第3章各节概念之间的关系

三、本章教学目标

在了解生态系统结构与功能的基础上,运用结构与功能观、稳态与平衡观等观念阐述生态系统

动态平衡的特征，并能基于生物学现象和事实，阐释生态系统可通过自我调节维持动态平衡，且能抵御和消除一定限度的外来干扰。通过设计和制作生态瓶、调查特定生态系统稳定性等活动，分析和探讨生态系统的结构、功能与其稳定性之间的关系，用生态学术语阐明生态系统的稳定性，并能针对特定生态系统提出提高其稳定性的合理建议。进一步关注生态系统的生存和发展，正确审视人类活动对生态系统稳定性的影响。

四、本章课时建议

本章建议 6 课时，具体见表 3-3。

表 3-3 第 3 章课时安排

教学内容	课时建议
第 1 节 生态系统具有维持动态平衡的能力	2
第 2 节 生态系统的稳定性受到各种干扰的影响	3
学习交流与评价	1

其中，第 1 节中的探究·实验 3-1“设计并制作生态瓶”1 课时，第 2 节中的探究·活动 3-2“设计保持和提高某个生态系统稳定性方案”2 课时。

五、本章评价建议

1. 评价内容

(1) 学生的生命观念

学生是否能运用结构与功能观、稳态与平衡观等观念阐明生态系统动态平衡的特征，解释生态系统动态平衡的状态与其物种的丰富度、营养结构的复杂度、功能的稳定性之间的关系；是否具备运用相应观念去评价一个特定生态系统稳定性的能力。

(2) 学生科学思维的发展

学生是否能基于生物学现象和事实，例如同一个生态系统面临外来干扰前后的变化、不同生态系统抵御外来干扰的能力差异、人为因素和自然因素对生态系统稳定性的影响等，通过归纳与概括、演绎与推理等科学思维方法认识生态系统的自我调节能力，以及用批判性思维认识人类活动对生态系统的影响。

(3) 学生科学探究的能力

学生是否能在“设计并制作生态瓶”实验中合理设计生态瓶、准确记录和分析实验数据，用生态学术语阐明生态瓶实验结果，在团队合作中发挥一定作用等；是否能在“设计保持和提高某个生态系统稳定性方案”活动中针对特定的真实情境设计具有科学性、可行性的方案，提出清晰的、有价值的建议。

(4) 学生的社会责任意识

学生是否能运用所获得的生态学知识来解释现实环境中的问题,尝试评价真实生态系统的稳定性,并提出具有可行性的提高稳定性的建议。

2. 评价方式

(1) 自我评价

本章在每节设置了适量的自我评价题,其目的是帮助学生在学完本节内容后,进一步内化和巩固相关生物学概念,并在新情境中予以运用。例如,第1节的第4题呈现了生态瓶和池塘生态系统的营养结构,要求学生结合已有知识和活动经历,探讨两个生态系统的稳定性。第2节第3题创设了上海的“母亲河”——苏州河情境,提供了苏州河水质治理后的一些事实和数据,学生通过比较与分析、演绎与推理,对苏州河的过往、现状和未来进行评价。

(2) 学业评价

本章设计了2道“学业评价”题,要求学生在评价和探讨太湖生态系统和物种入侵地生态系统稳定性的过程中,能运用所学概念来解决真实问题,并能关注到现实生态系统的状况,对生态系统的发展有进一步关注和展望。

第1题:提供了太湖水质和水生植物变化的数据,要求学生运用已有知识,基于数据分析太湖生态系统的稳定性,并阐释太湖水质恶化的原因和相应的生态修复措施(生命观念水平2、科学思维水平2)。

第2题:以物种入侵为情境,运用归纳与概括、演绎与推理等思维方法分析外来物种在入侵地的生长、种群数量变化,以及对入侵地生态系统稳定性的影响(生命观念水平2、科学思维水平3)。

第1节 生态系统具有维持动态平衡的能力

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 运用结构与功能观阐述生态系统处于相对稳定状态的特点。
- (2) 运用反馈调节的原理,能分析不同生态系统保持或恢复相对稳定状态的能力。
- (3) 根据生态系统组成和结构关系,设计并制作生态瓶,观察、比较不同生态瓶稳定性的差异并分析其原因。
- (4) 形成稳态与平衡观,感悟生态系统稳定性的重要意义及人类在发展的过程中对维持生态系统稳定性所肩负的责任。

这四项目标是依据《课程标准》内容要求 2.3.1 及相关活动建议设定的。目标(1)通过比较不同生态系统遭受干扰前后的变化,认识生态系统的动态平衡状态,并归纳概括生态系统处于相对稳定状态的特点(水平 3)。目标(2)在认识不同生态系统相对稳定性的基础上,运用结构与功能观阐释生态系统的自我调节机制,阐述生态系统通过抵抗力稳定性和恢复力稳定性保持动态平衡(水平 3)。目标(3)通过观察和比较不同小组设计并制作的生态瓶,分析不同生态瓶稳定性的差异,基于实验结果阐释生态系统保持稳定性的原因,发展学生的科学探究素养(水平 3)。目标(4)关注生态系统的生存和发展,进一步发展稳态与平衡观,并认识生态系统的动态平衡与人类可持续发展的关系(水平 3)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 2.3.1 而选取的,教材通过系列生物学事实来说明(表 3-4)。

表 3-4 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
生态系统通过自我调节维持其稳定性	生态系统的相对稳定状态是一种动态平衡状态
	生态系统面对干扰时能通过负反馈调节,维持或恢复其相对稳定状态
生态系统的稳定性包括抵抗力稳定性和恢复力稳定性	生态系统具有抵抗影响、保持自身结构与功能相对稳定的能力,即抵抗力稳定性
	生态系统受到一定程度破坏后,具有恢复相对稳定状态的能力,即恢复力稳定性

3. 学习内容

本节内容阐释了生态系统的稳定性及其自我调节能力。顺着章首语的话题,引言首先提及呼伦贝尔草原生态系统和大兴安岭森林生态系统的独特生态效应,进而提出了如何维持稳定状态,以保持生态效应的问题。本节分为2目,首先阐述生态系统能通过自我调节维持动态平衡,然后举例说明生态系统可通过抵抗力稳定性和恢复力稳定性保持相对稳定。课前活动“干旱对草原生态系统的影响”呈现了呼伦贝尔草原遭受严重干旱前后的场景,引导学生思考缺水对草原的影响,草原面对缺水的应对机制,以及草原可能产生的变化等。通过对草原遭受干扰前后状况的对比分析,学生可初步认识生态系统具有一定的稳定性。那么,这种稳定性的维持与什么有关,这种稳定性是否能长久保持?学生将带着疑问进入本节学习。

第1目:生态系统通过自我调节维持动态平衡。首先表明生态系统的相对稳定状态是一种动态平衡,然后承接课前活动,继续阐述草地和森林生态系统应对干旱影响的机制,提炼出生态系统通过自我调节维持相对稳定性的事例,进而以“植物、雪兔和猞猁种群的周期波动”为例,阐述生态系统的负反馈调节机制。

第2目:生态系统的稳定性包括抵抗力稳定性和恢复力稳定性。通过森林生态系统遭受轻度火烧、湿地生态系统受到轻度水质污染等事例,说明生态系统具有抵抗力稳定性;通过美国黄石公园遭受大火后恢复生机的事例说明生态系统具有恢复力稳定性,两者的作用构成了生态系统的稳定性。同时阐述影响生态系统稳定性的因素。

探究·实验 3-1“设计并制作生态瓶”是一个探究实验。学生自主设计和制作一个生态瓶,构建一个微型的水域生态系统,通过观察该生态系统维持的时间长短,去判断和分析保持生态系统稳定性所需的条件。

二、教学建议

本节内容建议2课时。其中,课堂教学1课时,实验与活动教学1课时。

1. 课堂教学建议

(1) 创设生态系统应对干扰情境,认识生态系统的稳定性

策略一:通过课前活动“干旱对草原生态系统的影响”,分析呼伦贝尔草原缺水前后的变化,从“轻度缺水、严重缺水、恢复降水”三个层面探讨草原生态系统可能出现的变化,以及应对缺水的能力。对缺水这一干扰因素的深入探讨,可联系草原植物的结构及其特点,水对草原生物生命活动的影响等。在分析过程中,学生对特定生态系统的结构与其抗干扰的关系逐渐有清晰的认识。

策略二:列举两个不同的自然生态系统案例,一个结构相对简单,一个结构相对比较复杂,两者遭受同一干扰。通过比较这两个生态系统应对同一干扰的不同结果,其恢复原有状态所需时间的长短,可剖析出生态系统的结构复杂度与其稳定性的联系,也为后续分析和学习抵抗力稳定性和恢复力稳定性做一定的铺垫。

(2) 基于事实和证据进行归纳和概括,进而建构概念

生态系统时刻处于变化之中,在各种干扰或胁迫下,大多数生态系统仍能保持动态平衡,这种平衡也维系着人类的生存和发展。本节教学可提供具体事例,就多个具体的事例分析特定生态系统应对不同干扰的变化,在呈现和分析大量事实的过程中,由学生自主提炼出抵抗力稳定性、恢复力稳定性、负反馈调节等概念。这个思维过程的达成,能促使学生认同生态系统保持稳定性的原因,能促使其更关注生态系统的生存和发展,增强生态保护意识。

本节学习也可以建立在“设计并制作生态瓶”实验的基础上,利用学生通过实验所获得的知识去探讨生态系统的稳定性及其维持。学生设计并制作生态瓶,观察实验现象,记录实验数据并分析实验结果,可得到相应的实验结论。学生在合作设计、评价、纠错和完善的过程中,进一步提升对生物学现象和事实的认知。

2. 实验与活动建议

探究·实验 3-1 设计并制作生态瓶

(1) 实验准备

本实验的材料器具可参照教材准备,尽可能多地准备不同种类的水生植物和水生动物,以丰富学生的选择,搭配出不同的生物成分组合类型,便于分析营养结构的复杂性与生态系统稳定性之间的关系。教师不必刻意提醒注意容器的规格要求,可以让学生自己准备用于制作生态瓶的容器(可利用废旧物品),也可以让一个小组用两个相同的容器制作两个不同的生态瓶进行比较与分析。

(2) 实验实施

在落实本实验基本要求基础上,建议放手让学生自行设计并实施实验方案。教师不需要指点和修正学生的设计方案,任其实施实验方案,设计出不同的生态瓶,如:生物的种类和数量可能不同,盛入的水量可能不同,容器的大小可能不同,生物存活的时间可能不同……在默许发生所有可能的不同的背景下,关键是要重视这些不同所造成的实验结果的差异,需对各个小组实验设计进行比较、分析和反思。在比较与分析生态瓶中生态系统存在时间长短的原因时,学生可自主归纳和认识到生态系统结构的复杂性与生态系统稳定性相关,从生态瓶“小世界”琢磨出生物圈稳定性的“大道理”。在本章教学设计中,可以将此实验放在本节正文学习之前实施,也可以放在第2章第1节学习之后进行(因为实验现象的观察需要一定时间);对实验结果的分析则放在本节正文学习之后,或者也可以结合学生自己获取的第一手资料来组织本节内容的学习。

本实验包括两个环节:①设计并制作生态瓶;②分析和探讨实验结果。建议安排1课时,生态瓶的制作可在课后完成,课堂上主要呈现实验数据并进行分析和讨论;或是课堂上完成设计和制作生态瓶,将实验结果的分析整合入正文内容的学习中。

3. 栏目使用建议

(1) 学习提示

此提示内容解释了轻度火烧后,草原生态系统恢复生机的原理,帮助学生理解恢复力稳定性。

结合教材第1章第4节的相关内容,提示学生回忆已有知识,或是根据自己的知识积累去作推测分析。

(2) 广角镜“单一化种植与多样化种植”

该栏目比较了农业和林业生产中不同的种植布局,呈现了单一化种植和多样化种植所产生的结果差异,并举出研究者的研究数据,说明两种种植方式对生态系统的影响。此栏目的用意是让学生认识生态系统稳定性知识在生产实践中的运用。

(3) 生物学与社会“传粉昆虫对全球生态系统稳定性的影响”

该栏目从传粉昆虫这一消费者的角度,看其对生产者生命活动的影响,对生态系统营养结构的影响,进而联系到生态系统的稳定性。其次,列举了环境变化对传粉昆虫生存的影响,倡导人类提高环境保护意识。本栏目内容从一个独特的视角,警示出生态系统的稳定性与人类日常的生活生产行为密切相关,推荐学生自主阅读。

三、拓展资料

1. 生态系统抵抗力和恢复力稳定性的比较原则

(1) 相对性原则

生态系统抵抗力稳定性和恢复力稳定性的强弱必须建立在不同的生态系统之间比较的基础上。例如,不能不加比较就说森林生态系统的抵抗力稳定性很强,而只可以说森林生态系统相对于草原生态系统,其抵抗力稳定性显得更强。同样,也可以说草原生态系统相对于冻原生态系统,其抵抗力稳定性更强。而在谈到恢复力稳定性大小的时候,比较典型的例子是在外界条件适宜时,草原生态系统的恢复力稳定性相对于森林生态系统要显得更强。可见,界定某生态系统抵抗力稳定性与恢复力稳定性的高低时,一定要将另一生态系统作为参照。

(2) 程度性原则

这涉及如何界定生态系统的抵抗力稳定性和恢复力稳定性的强弱程度。对于抵抗力稳定性,一般认为,抵抗力稳定性的强弱与生态系统的营养结构复杂程度和物种的丰富程度呈正相关。也就是说,生态系统中的营养关系越复杂,物种丰富度越高,其抵抗力稳定性越强,这已经成为普遍接受的原则。例如,森林生态系统的结构复杂,物种丰富,其抵抗力稳定性要强于结构简单的草原生态系统。另外,在比较不同生态系统抵抗力稳定性时,可不必考虑此刻外界的环境条件,只需考虑环境适宜时生态系统的最大抵抗力稳定性。

实际上,对于一个稳定的生态系统来讲,其演替方向应该是逐渐适应外界环境,所以即便此刻有外界环境的干扰,也只能说此刻该生态系统的抵抗力稳定性相对于环境适宜时要弱,但不可用作不同生态系统之间的比较,因为不同生态系统的外界干扰程度无法准确界定。

生态系统恢复力稳定性是指被破坏后恢复到原状的能力,从这点看,恢复力稳定性实际上涉及生态系统在被破坏后发生演替的过程。所以,恢复力稳定性的强弱程度,可以通过被破坏的生态系统演替到原状所需的时间来判断。需要指出的是,生态系统的“原状”指的是外界环境适宜时,生物群落演替到的最高阶段。例如,森林生态系统和草原生态系统,当受到短时性的破坏后,外界环境恢

复到正常,而森林生态系统的结构远比草原生态系统的结构复杂,此时群落演替到森林生态系统所花的时间要比演替到草原生态系统所花的时间要长,故森林生态系统的恢复力稳定性要比草原生态系统低。但如果外界的破坏是持续性的,则不能笼统认为结构越复杂,恢复力稳定性越低,这时必须得依靠实际测量恢复原状所需时间的长短进行比较。对于像农田生态系统这样的人工生态系统,其恢复力稳定性受人为因素的影响比较大,不适合与其他自然生态系统进行比较。

(3) 不可同时性原则

探讨生态系统抵抗力稳定性和恢复力稳定性,不可同时探讨这两种“力”的稳定性。首先,抵抗力稳定性与恢复力稳定性之间没有必然联系,不能利用森林生态系统的抵抗力稳定性比草原生态系统更高这一点,来判断前者的恢复力一定比后者低;其次,恢复力稳定性要充分考虑外界干扰的情况,在测定恢复原状所需的时间长短后才能判定恢复力稳定性的大小。

2. 生态系统的自我调节能力

生态系统的自我调节能力至少包括两个方面的含义:未受到干扰时,生态系统通过自我调节能力,调节固有的动态平衡;受到干扰后,通过自我调节能力对内部结构和功能进行调整,保持或恢复原有平衡。

(1) 通过自我调节能力,调节固有的动态平衡

生态系统在未受到干扰时,其结构和功能保持着固有的动态平衡,这个固有的动态平衡是靠自我调节能力来实现的,主要表现在3个方面。

① 同种生物(种群内部)通过密度自动调节种群数量的稳定。当密度增高并超过平均密度时,种群自身的出生率降低,死亡率增高,或者加强迁出等作用(负反馈作用),使种群密度恢复或接近原有状态。反之,当密度向低于平均密度的方向偏离时,种群自身又通过加速生长发育,提高出生率,降低死亡率等反馈途径,使种群密度再恢复或接近原有水平。种群内部自动调节种群密度的途径很多,主要可通过行为、内分泌和遗传等方式调节。

② 异种生物通过种间关系彼此相互制约,维持相对稳定。生态系统中各种生物之间的关系是复杂的,异种生物之间可通过捕食、寄生、种间竞争等相互影响彼此的种群密度。如当兔的数量上升后,由于食物变得丰富,猞猁的发育速度加快,出生率上升,所以数量上升;又由于猞猁数量上升,吃掉大量的兔子,所以兔子的数量又会下降,猞猁由于缺少食物,从而种群数量也下降。

③ 生物与非生物相互影响,使生态系统保持平衡状态。非生物环境,如光照、温度、降水、气候等在一定程度上决定了某一地区生态系统的类型。生物可通过不同的生态对策适应环境。在多变的、不确定的和难以预测气候的环境下,种群一般选择遇到良好环境就快速发育,具有很高的出生率。这样的物种一般体型较小,寿命短,一生中只生殖一次,如寒带或者干旱地区的生物、一年生草本植物、蝗虫。在稳定的、较确定的和可预测的环境下,种群一般选择缓慢发育,增长率不大,这样的生物一般体型较大,寿命长,一生中可多次生殖,如热带雨林地区的亚洲象。生物也可通过改变非生物环境,以提高自身的调节能力。如群落演替过程中,演替不同阶段的生物不断地改良土壤环境,使生物群落朝着复杂化的方向发展,在群落演替过程中,生态系统的自我调节能力也不断加强。

(2) 通过自我调节能力,保持或者恢复原有平衡

当生态系统受到外界干扰时,生态系统可以通过自我调节能力抵抗干扰。例如,森林遇到持续的干旱气候,树木往往扩展根系在空间的分布,以保证获得足够的水分,维持生态系统正常的功能。当生态系统受到干扰偏离平衡位置时,可通过自我调节能力,恢复到平衡状态。例如,草原火灾后,由于草根和种子的再生能力很强,所以草原很快会恢复到原来的繁盛状态。但是生态系统的自我调节能力是有限的,一旦外界干扰超过限度,生态系统的自我调节能力将很快丧失。例如,过度放牧导致草原退化,由于草根等都被破坏,失去再生能力,很难恢复。

第2节 生态系统的稳定性受到各种干扰的影响

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

(1) 举例说明影响生态系统动态平衡的人为因素和自然因素,认识生态系统的自我调节能力是有限的。

(2) 针对生活中常见生态系统稳定性的维持,能提出有价值的建议,设计可行性方案。

这两项目标是依据《课程标准》内容要求 2.3.2、2.3.3 及相关活动建议设定的。目标(1)通过举例说明影响生态系统动态平衡的因素有人为因素和自然因素,并运用稳态与平衡观等生命观念阐释外来干扰对生态系统稳定性的影响。在此基础上归纳并概括人类活动对生态系统稳定性的影响,让学生通过演绎与推理方法认识生态系统的自我调节能力是有限的(水平 3)。目标(2)针对生活中常见的生态系统,要求学生能正确评价其维持稳定性的能力;并能关注人类活动对生态系统的影响,能根据生态学原理对人类利用和开发生态系统资源提出合理建议,能设计保持和提高其稳定性的可行性方案,这一目标重在发展学生的科学探究能力以及社会责任素养(水平 3)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 2.3.2 和 2.3.3 而选取的,教材通过系列生物学事实来说明(表 3-5)。

表 3-5 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
生态系统的稳定性会受到自然或人为因素的影响	生物入侵、采矿、过度砍伐等人类活动对生态系统的稳定往往产生巨大的干扰
	生态系统受到火烧、地震、台风、干旱、泥石流等自然因素的影响
生态系统的自我调节能力是有限的	生态系统通过自我调节保持或恢复其相对稳定性
	当外来干扰所施加的压力超过生态系统的自我调节能力后,将造成生态系统的结构破坏、功能受阻

3. 学习内容

本节内容分析了生态系统的稳定性与外来干扰影响的关系。导入情境是互花米草引入崇明东滩后对东滩生态系统产生的影响,提出了生态系统如何应对外来干扰的话题。本节分为 2 目,第 1 目

举例说明了物种入侵、人类活动、气候变化等外来因素对生态系统相对稳定性的影响,第2目阐释了生态系统的自我调节能力是有限的。

课前活动“互花米草对崇明东滩潮间带植物群落的影响”呈现了互花米草入侵前后,崇明东滩潮间带主要植物的分布情况。学生通过阅读,可清晰地比对出互花米草入侵东滩后,互花米草的占据面积、本土植物海三棱藨草和芦苇的生长面积,以及光滩面积的变化。从图中读出这种变化后,再来分析“思考与讨论”的问题,学生可结合已有知识思考和阐述生物入侵对生态系统带来的影响,从而将话题引入到正文的学习中。

第1目:生态系统的相对稳定性受人为因素或自然因素影响。承接课前活动,继续阐述了互花米草对沿海滩涂生态系统的影响,由互花米草对当地生态系统的改变来看物种入侵对生态系统稳定性的影响。此外,介绍了过度砍伐和放牧等人类活动的影响,以及火烧、地震等自然灾害、气候变化等自然因素对生态系统稳定性的影响。

第2目:生态系统的自我调节能力是有限的。首先说明生态系统能抵御和消除一定限度的外来干扰,但是生态系统的自我调节能力是有限的。接着,介绍崇明东滩“互花米草生态控制与鸟类栖息地优化项目”,以及内蒙古地区“三牧政策”等改善生态系统的举措,说明人类已意识到应合理利用和开发生态系统资源,但是生态系统稳定性的恢复需要漫长的时间,人类应增强环境保护意识。

探究·活动3-2“设计保持和提高某个生态系统稳定性的方案”,学生观察生活中两个环境相似的生态系统,比较并分析两者维持生态系统稳定性能力的强弱后,设计一个提高生态系统稳定性的可行性方案。

二、教学建议

本节内容建议3课时。其中,课堂教学1课时,实验与活动教学2课时。

1. 课堂教学建议

(1) 以点带面,辐射学习外来干扰对生态系统稳定性的影响

影响生态系统稳定性的自然因素和人为因素很多,教师可以选择若干典型的事例供学生学习。师生平时可多关注和积累有关生态环境的事例,用具有一定新鲜度和吸引力的事例作为教学分析案例,有助于激发学生的学习兴趣,主动探究。不必面面俱到去分析所有的干扰因素,各列举出一些自然因素和人为因素即可。若想拓展探究其他外来干扰的影响,可引导学生在课后查阅资料学习。

(2) 用一个真实案例情境覆盖学习内容,贯穿整个课时

可选择一个真实案例(如教材提供的互花米草入侵)呈现出当外来干扰存在时,生态系统稳定性被破坏前、破坏后、修复后的三种状态。通过分析和比较这三种状态,引导学生认识生态系统抵御和消除外来干扰是有一定限度的。用一个实例贯穿整个课时,可使整节课的线索清晰、主题明确。教材分别在三处阐述了互花米草的内容,分别是课前活动、第1目的第一段、第2目的第二段。教师在设计教学时,可以提取出完整实例,再进行整合和加工处理。除了互花米草案例外,也可以采用其他合适的实例,如火山爆发、林火等火的因素对森林生态系统的影响。

2. 实验与活动建议

探究·活动 3-2 设计保持和提高某个生态系统稳定性的方案

本活动是在观察和比较两个相似的生态系统的基础上,对生态系统的结构与功能做出分析,进而探讨如何保持生态系统稳定性,最终目标是设计一个保持和提高某个生态系统稳定性的方案。在第2章的学习中,学生已经历探究·活动2-1“调查本地一个生态系统的能量流动或物质循环”,已积累一定的调查生态系统结构与功能的活动经验。因此,本活动可充分利用学生已有经验,促使其较为迅速和准确地制定和完成调查方案,将主要精力用于设计保持和提高某个生态系统稳定性的方案。

(1) 活动准备

本活动要求观察生活中两个环境相似的生态系统,所选的两个生态系统需是一种类型,如池塘、绿化带、公园、社区等。建议教师在课前进行考察,提供合适的调查地点供学生选择。所选择调查的生态系统不宜太复杂,地点应方便观察和统计数据,人流不多,有安全保障。若能利用校园环境最好,若选择的地点是校外区域,教师需事先做好相关各方沟通工作。

活动前应成立调查小组(每组人数组控制在3~4人),确定组长人选,合理分配组员任务。每个小组需在活动前制定调查内容,设计好调查记录表,活动后设计完成相关方案。

(2) 活动实施

本活动计划2课时完成,其中第1课时用于实地调查,第2课时用于交流设计方案。在展示和互相评价设计方案的过程中,可适时反映出学生对知识的掌握和运用程度,及时纠正不足,进一步提高其对生态系统稳定性的认识,同时在知识的运用和解决问题的过程中展现出学生相应的责任意识。

3. 栏目使用建议

前沿视窗“人类对火的再认识和新利用”

该栏目阐述了火烧对生态系统的影响,介绍了火烧的“双刃剑”效应。在重新认识和看待火烧的前提下,进而了解人类是如何实施计划烧除措施进行资源管理。本栏目内容可作为学生课后阅读资料,也可以作为课堂学习的补充资料。

三、拓展资料

1. 上海崇明东滩互花米草生态控制与鸟类栖息地优化工程

(1) 崇明东滩鸟类国家级自然保护区概况

崇明东滩鸟类国家级自然保护区是以迁徙鸟类及其栖息地为主要保护对象的湿地类型自然保护区,位于长江入海口,在中国第三大岛——崇明岛的最东端,由崇明东滩团结沙外滩、东旺沙外滩、北八滧外滩及其相邻的吴淞标高零米线外侧3 000 m以内的河口水域四大部分组成,在海堤外呈半椭圆分布。保护区区域面积241.55 km²,约占上海市湿地总面积的7.8%。其中核心区165.92 km²,

缓冲区 10.7 km^2 、试验区 64.93 km^2 。

(2) 互花米草入侵的危害

1995 年,在崇明东滩湿地北部海三棱藨草群落和光滩发现呈小斑块生长的互花米草群落。2000 年,互花米草群落主要以斑块状镶嵌于东滩湿地北部东旺沙一带的芦苇和海三棱藨草群落中。至 2011 年,互花米草群落扩散至东滩湿地中部地带,其中东旺沙和捕鱼港区域的中、高潮滩大部分生境被其占据,面积已达 1487 hm^2 ,并形成了较多大面积的单优势群落(图 3-2)。在 2000—2011 年间,互花米草面积增加了近 8 倍,互花米草种群的扩散速度远高于土著物种。

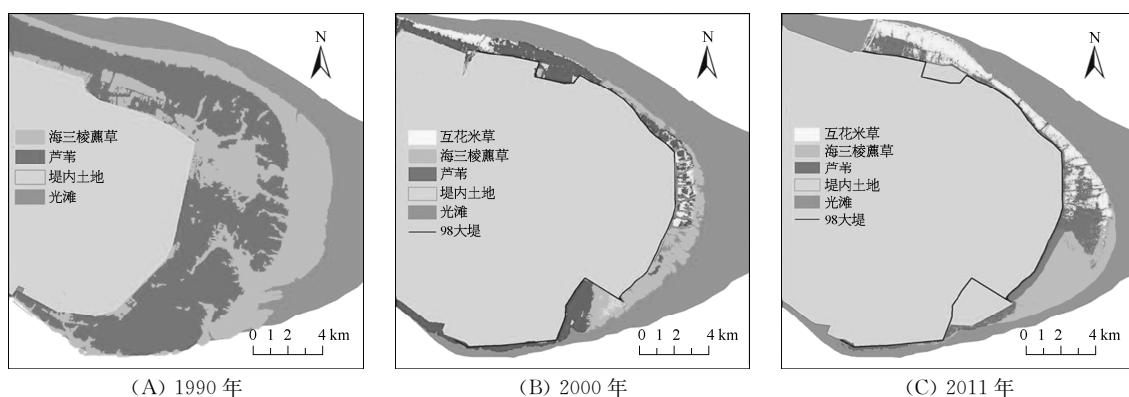


图 3-2 1990—2011 年崇明东滩湿地主要盐沼植被分布格局时空动态

近十余年来,互花米草侵占了大量海三棱藨草群落的分布区,海三棱藨草群落不断被排挤,有些区域甚至消失。由于海三棱藨草群落和漫滩是水鸟的传统栖息地,海三棱藨草的球茎、幼苗、种子是雁鸭类、鹤类的主要食物,互花米草入侵不利于水鸟栖息。互花米草还会堵塞潮沟,减少潮沟内鱼类、底栖动物的物种多样性。对于鸟类而言,潮沟也是其觅食地和休憩场所。互花米草的入侵还改变了潮沟的发育状态和速度,严重影响到了潮沟生境中的各种生物及以潮沟中生物为食的其他生物的生存状态。

(3) 互花米草生态控制与鸟类栖息地优化工程

① 工程概况。国家林业局和上海市政府 2012 年 12 月批准启动了“上海崇明东滩鸟类国家级自然保护区互花米草控制和鸟类栖息地优化工程”,于 2013 年 12 月正式开工。项目实施范围位于崇明东滩鸟类国家级自然保护区内,北面自北八滧水闸开始,南部大致接崇明东滩 1998 大堤中部,西以崇明东滩 1998 大堤为界,东边界为 2007 年 4 月互花米草集中分布区外边界以外约 100 m 处。项目实施总面积 24.19 km^2 ,其中 8.98 km^2 位于保护区核心区, 5.33 km^2 位于缓冲区; 9.88 km^2 位于试验区。工程主要内容包括互花米草生态治理、鸟类栖息地优化、本土植物种群恢复。

② 互花米草生态治理。控制形式:新建 25 km 长的围堤构成整个项目实施范围的外边界,从空间上阻断互花米草继续向外扩张;清除、控制措施:近期以物理控制法为主,通过刈割、水淹、晒地清除互花米草;远期以生物控制法为主,采用定植、调节盐度与水位控制互花米草。

③ 鸟类栖息地优化。鸟类栖息地分区:从有利于鸟类群落稳定,栖息地改造的可行性和工程成本等方面考虑,设置鸻鹬类主栖息区、苇塘区、雁鸭类主栖息区、鹤类主栖息区和科研监测管理区。

优化措施：通过在 1998 大堤内开挖环形随塘河，在项目实施范围内补植芦苇、海三棱藨草，设置粗放型生态鱼塘等措施来优化鸟类栖息地。

④ 土著植物种群恢复。本工程同时还支持了潮间带滩涂土著植物海三棱藨草的种群重建与复壮任务。恢复地点为东旺沙涵闸口外滩地，面积约为 20 hm^2 ；实施措施：根据已试验成功的移植模式进行大面积植被恢复。

⑤ 互花米草生态治理工程与效果。国际上治理入侵植物一般采用物理方法（人工或机械刈割、掩埋、拔除植株、水淹、火烧）、化学方法（喷洒除草剂）、生物方法（施放植食性昆虫），但清除效果不一。相关研究发现刈割、掩埋、淹水等单一方式可能无法有效控制入侵的互花米草。经过工程队伍和科研人员的反复探索，形成了“围、割、淹、晒、种、调”六字方针的综合生态治理方案，即先围剿，再割除，用水淹残根，太阳暴晒，种上海三棱藨草、芦苇等乡土植物，调节水系盐度，达到生态修复的目的。淹水处理是对互花米草进行控制的关键，一般淹水时间需超过 6 个月，水深保持在 40 cm 以上。如刈割后没有立即淹水或水位不能保持容易导致控制失败。所以在淹水期间，工程部安排专人负责现场观测，由于蒸发或隔堤渗水，水位降低时立即进行及时补水，以保持水位误差不大于 5 cm。目前，保护区形成了 2000 hm^2 相对封闭、水位可调控管理的互花米草生态治理区（图 3-3），其灭除率达 95% 以上。

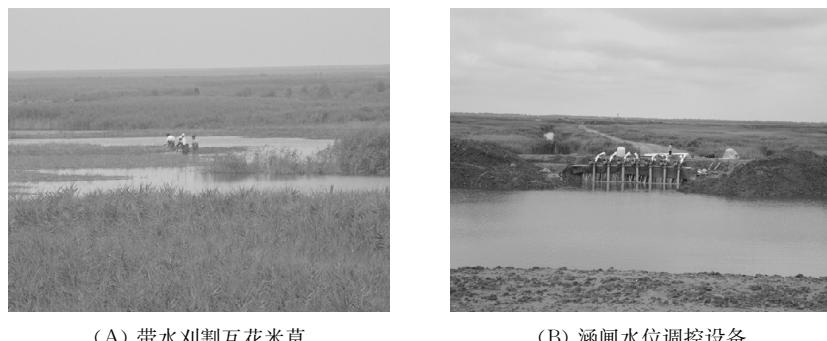


图 3-3 互花米草生态治理工程与效果图

此外，工程区域有部分面积的互花米草无法进行淹水治理，主要有两种情况。一种是分布在新建大堤外的海滩边，另一种分布在淹水分隔堰外的漫滩区域。由于分布分散且都是小斑块，使用“围—割—淹”的灭草方式成本太高且效率低下，故使用药剂灭除互花米草。

⑥ 鸟类栖息地优化工程与效果。在互花米草生态治理的同时，开展了鸟类栖息地优化工程。考虑该优化工程时，需要确定优先目标种类和类群并考察鸟类目前所利用生境的生态要素需求。而且，在生境营造工程实施后通过管理措施，确保其有益于其他种类。项目组提出了 6 种主要的栖息地营建类型，即芦苇带、滨海草滩湿地、有生态小岛的开阔水域、生态小岛、漫滩、灌丛/林地。目前，保护区形成了 2000 hm^2 相对封闭、水位可调控管理的鸟类栖息地优化区。在优化区域内建成了长达万余米、相互连通的骨干水系，营造了总面积近 $1.8 \times 10^5 \text{ m}^2$ 的生境岛屿，为迁徙过境的鸻鹬类和越冬的雁鸭类提供了良好的栖息环境。成功控制了项目实施区域内的互花米草生长和扩张，优化区内自然生境明显改善，鸟类种群数量显著增加。据调查，优化区内水鸟已达 38 种，成为部分夏候鸟繁殖的筑巢场地，还吸引到大量越冬雁鸭类在此栖息，水鸟栖息地的效果已经初步显现（图 3-4）。



图 3-4 鸟类栖息地优化工程与效果图

⑦ 土著植物种群恢复工程与效果。海三棱藨草作为中国的特有属种,主要分布于江苏、浙江和上海等省市的海岸带区域。海三棱藨草是整个长江口滨海湿地的重要建群种,是湿地水鸟最重要的栖息地和觅食地。然而,互花米草的引入和快速蔓延对海三棱藨草生境造成极大的威胁,其分布面积急剧减少。凭借互花米草生态治理工程的开展,对崇明东滩湿地互花米草进行了圈围处理,阻断了互花米草进一步扩散的途径。工程区域以外由于泥沙不断淤积,形成了大面积的新生湿地,为海三棱藨草种群的恢复提供了良好条件。海三棱藨草在自然状态下一般通过地下根茎的营养繁殖策略形成密集植株种群,相对于种子种植策略和实生苗种植策略,球茎种植策略更能抵抗潮汐冲刷和泥沙沉积的干扰,将带土的海三棱藨草球茎微系统作为人工植被恢复的种植材料时,多数球茎经过接近一个月的短暂适应期后能实现定居并开始出苗,再通过营养分蘖和地下根茎发育形成斑块。因此,在崇明东滩湿地采用带土球茎的海三棱藨草恢复方法较为可行。目前,保护区东旺沙潮间带区域形成了约 15 hm^2 的海三棱藨草恢复区,植被群落重建和复壮的效果比较明显(图 3-5)。



图 3-5 海三棱藨草种群恢复工程与效果

2. 生态系统稳定性的内涵与度量指标

(1) 稳定性的内涵

生态系统稳定性体现的是生态系统受到干扰后保持或恢复原有状态的能力。自然生态系统中存在不同类型的干扰,其对生态系统不同组分的影响也不同,因此衡量生态系统的恢复或保持能力需要考虑具体的干扰方式,以及不同层次或尺度(种群、群落等)的响应差异。

从系统外部讲,扰动或干扰是指影响生态系统结构和动态的生物和非生物环境改变。不同扰动方式可从强度、时序特征(频率和持续时间等)、空间分布、作用方式、来源等方面来理解和区分。传

统上可以将扰动分为脉冲扰动、胁迫扰动和环境随机扰动。脉冲扰动指持续时间短、一次性的剧烈环境变化,如病虫害暴发、台风、火烧等自然灾害;胁迫指持续时间长但相对缓和的环境变化,如持续几十年的捕捞压力等;环境随机扰动指生物和非生物环境中的随机因素导致的持续环境波动。自然界中发生的干扰往往是这三种典型干扰模式的组合,呈现出更加多样的特征。

从系统内部讲,生态系统对干扰的响应是一个多层次、多尺度的过程,度量生态系统稳定性在实际操作中反映为量化特定层次和尺度的响应方式。具体地度量生态系统稳定性的指标既可以是生态系统总体的特征,例如物种丰富度、生产力等群落层面的指标,也可以是更精细的系统结构和组成特征,例如均匀度、种群大小等物种层面的指标。

(2) 稳定性的多维度量

生态系统稳定性囊括了生态系统各个方面动力学特征,是一个多角度、多维度的概念,在实际研究中具体为多样化的定义和度量指标。大多数关于稳定性的研究都集中于少量几个稳定性指标,其中使用最多的有4种:抵抗力、恢复力、持久性和变异性。抵抗力指生态系统抵抗外界干扰并使自身的结构和功能保持原状的能力,一般对应于脉冲或胁迫扰动,即既包括一次性施加的扰动,也包括长期的外部压力。恢复力指生态系统在遭到外界干扰因素的破坏以后恢复到原状的能力,一般对应于脉冲扰动,如病虫害暴发、人为活动、极端气候等非正常外力的短期内一次性施加。持久性指生态系统在一定边界范围内,维持某一特定状态的持续时间,一般对应于环境随机或胁迫扰动。变异性是指生态系统或种群的某一属性(如生物量)随时间波动的大小,变异性越小,稳定性越高,对应于环境随机扰动。

第4章 生态环境的保护

生态环境直接或间接影响着生存在地球上的所有生物。本章通过分析碳足迹、水稻田的功能等案例和“调查身边的环境问题”“探讨身边的生物多样性保护现状”等探究活动,引导学生学习运用归纳与概括、演绎与推理等科学思维方法;通过探讨人口增长对环境造成压力,引导学生关注全球性环境问题对生物圈稳态造成的威胁;通过“了解身边的人工生态系统”“垃圾分类”等活动,引导学生举例说明生态学原理在实践中的应用。在“人类活动对生态系统的动态平衡有着深远的影响,依据生态学原理保护环境是人类生存和可持续发展的必要条件”重要概念的建构过程中,帮助学生形成“环境保护需要从我做起”的责任意识。

一、本章对应的《课程标准》要求

1. 内容要求和教学活动

本章内容框架的确定和主要内容编写是依据《课程标准》内容要求“2.4 人类活动对生态系统的动态平衡有着深远的影响,依据生态学原理保护环境是人类生存和可持续发展的必要条件”。教材结合学科内在体系和教学目标,分3节进行概述和说明(表4-1)。

表4-1 第4章内容与《课程标准》要求对照表

教材内容	《课程标准》要求
第1节 人口增长影响生态环境	2.4.1 探讨人口增长会对环境造成压力 2.4.2 关注全球气候变化、水资源短缺、臭氧层破坏、酸雨、荒漠化和环境污染等全球性环境问题对生物圈的稳态造成威胁,同时也对人类的生存和可持续发展造成影响
第2节 生物多样性关系到生态系统稳定及人类生存和发展	2.4.3 概述生物多样性对维持生态系统的稳定性以及人类生存和发展的重要意义,并尝试提出人与环境和谐相处的合理化建议
第3节 保护环境实现人类与自然的和谐相处	2.4.4 举例说明根据生态学原理、采用系统工程的方法和技术,达到资源多层次和循环利用的目的,使特定区域中的人和自然环境均受益 2.4.5 形成“环境保护需要从我做起”的意识

根据《课程标准》的教学提示中提出的活动要求,结合实际课时,本章安排了3个学生活动(表4-2)。

表 4-2 第 4 章实验和活动与《课程标准》要求关系

活动名称	活动性质	《课程标准》要求
调查身边的环境问题	学生活动	调查当地环境中存在的主要问题,提出保护建议或行动计划
探讨身边的生物多样性保护现状	学生活动	搜集生物多样性保护的实例,讨论当地生态系统是否已经出现严重的生物多样性下降趋势及其对人类的影响
了解身边的人工生态系统	学生活动	组织学生(或学习小组)参观了解人工生态系统的组成及其中蕴含的生态学原理和经济学原理

2. 学业要求

本章对应《课程标准》中的学业要求是：分析或探讨人类活动对自然生态系统动态平衡的影响及人工生态系统带来的经济、生态和社会效益，并尝试提出人与环境和谐共处的合理化建议（生命观念、科学探究、社会责任）。结合本章内容，生物学学科核心素养培养途径如下：

生命观念：能运用稳态与平衡的生命观念，归纳人口增长、生产活动等所引发的全球性的生态环境问题，探讨人类活动对生态系统平衡的影响；能运用结构与功能观、物质与能量观、稳态与平衡观等生命观念，举例说明人类活动对生态系统的稳定和平衡带来干扰和威胁，思考保护环境的措施；能综合运用科学、技术、工程学和数学知识及能力，解决人与环境和谐共处的问题，处理好人口增长与资源、环境的关系，处理好环境保护与经济发展的关系。

科学思维：能基于事实和证据，采用归纳与概括、演绎与推理、模型与建模等方法，阐释人类活动对自然生态系统平衡及人工生态系统带来的经济、生态和社会效益，探讨处理好人与自然界其他生物的关系、环境保护与经济发展关系，协调好生态、经济和社会效益的关系。

科学探究：能通过调查身边的环境问题、设计活动方案探讨身边的生物多样性保护现状等实践活动，举例说明人类的活动对生态环境产生的影响，以及生物多样性对生态系统的维持、人类生存和发展的重要意义。能运用多种方法如实记录和分析调查结果，在小组学习中能主动合作，推进实践方案的实施，并运用生态学科学术语报告调研结果。

社会责任：能从生物多样性的三个层次、生物多样性价值的角度，学会处理人与自然界其他生物的关系，关注当今生物多样性保护、环境保护等生态学议题；从保护生态环境的角度出发，运用生态学的基本原理，协调好生态、经济和社会效益之间的矛盾，形成人与自然和谐发展的基本理念，养成保护环境、维护生态平衡的行为习惯；参与身边生物多样性保护以及环保活动的宣传和实践，积极参与绿色家庭、绿色学校、绿色社区等行动，并尝试提出人与环境和谐相处的合理化建议。

二、本章与学科体系内容关系

1. 本章与其他章节的关系

学生通过前几章的学习，已经初步学会了运用系统分析的方法建构生态系统的概念，能从生物群体的水平上，认识生物与生物、生物与非生命环境之间的相互作用关系。从大量的生活实例中分析并建构了“组成生态系统的生物成分与非生物成分相互影响，共同实现系统物质循环、能量流动和

信息传递,生态系统通过自我调节保持相对稳定状态”的大概念,提高了对生命系统与环境关系的认识,为树立人与自然和谐发展的观念、形成本章节的大概念“人类活动对生态系统的动态平衡有着深远的影响,依据生态学原理保护环境是人类生存和可持续发展的必要条件”奠定了基础。同时,本章的学习内容是前几章生态学基础与原理在应用层面的延伸,也是前几章“人类活动对生态环境的影响体现了稳态与平衡观、生态观”“生态工程的内容综合体现了结构与功能观、物质与能量观、进化与适应观、生态观、系统观”等生命观念的延续。通过本章大概念的构建,有利于学生将理论与实际相结合,通过思考人口增长与生产活动引发的生态问题,以及对生态系统的稳定与平衡会带来哪些干扰和威胁等,学会运用本模块大概念来探讨保护环境的具体举措。

2. 本章各节之间的关系

本章从“人类活动对生态平衡的影响”和“保护生态环境”两条主线,分3节逐步进行阐述和说明(图4-1)。第1节从探讨人类活动对生态环境的影响入手,引导学生分析人口增长和人类活动对全球生态环境造成的影响。通过资料分析,引导学生关注全球气候变化、水资源短缺、臭氧层破坏、土地荒漠化、环境污染、生物多样性丧失等全球性环境问题,树立人与自然环境可持续发展的理念。第2节从分析造成生物多样性降低的原因入手,启发学生了解生物多样性的价值和保护生物多样性的意义,树立保护生物多样性的使命感和责任感。第3节从探讨生态学实例入手,启发学生运用生态学基本原理、方法和技术,通过开展资料分析、实地调查等活动,提出保护和改善生态环境的策略,提升“保护环境从我做起”的责任意识。

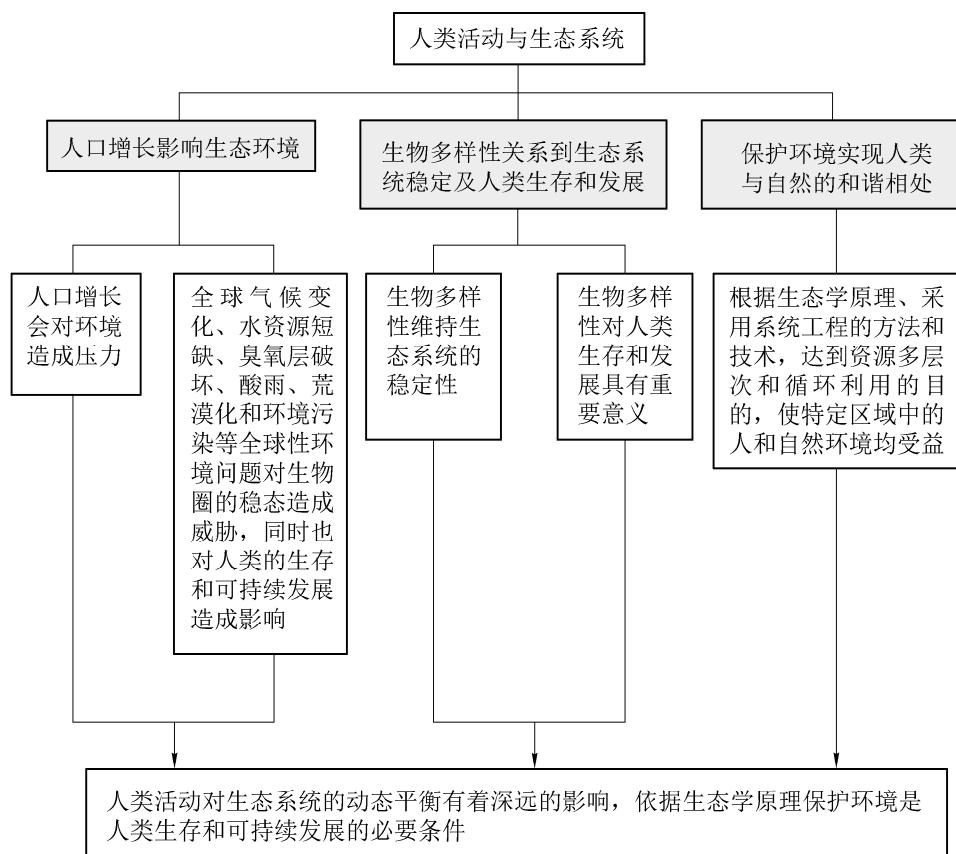


图4-1 第4章各节概念之间的关系

三、本章教学目标

通过实践调查类活动,了解身边的生态环境问题,分析人类活动对生态环境的影响,并关注全球性环境问题;通过案例分析,探讨生物多样性丧失的原因,理解处理环境保护与经济发展的关系以及人与自然界其他生物关系的重要性;运用生态学原理和生态工程的基本原理,结合生态工程的实例和发展前景,尝试提出保护环境的合理化建议,形成保护环境是人类生存和可持续发展的必要条件的生态文明意识,理解协调生态、经济和社会效益的意义,树立可持续发展的环保理念。

四、本章课时建议

本章建议 7 课时,具体见表 4-3。

表 4-3 第 4 章课时安排

教 学 内 容	课时建议
第 1 节 人口增长影响生态环境	2
第 2 节 生物多样性关系到生态系统稳定及人类生存和发展	2
第 3 节 保护环境实现人类与自然的和谐相处	2
学习交流与评价	1

其中,第 1 节的探究·活动“调查身边的环境问题”1 课时,第 2 节的探究·活动“探讨身边的生物多样性保护现状”1 课时,第 3 节的探究·活动“了解身边的人工生态系统”1 课时。

五、本章评价建议

1. 评价内容

(1) 学生的生命观念

学生是否能运用物质与能量观、稳态与平衡观等生命观念探讨人类活动对生态环境的影响、生物多样性及其保护、生态工程的基本原理及其带来的生态、经济和社会效益等;是否能解释保护环境与保护生物多样性的关系;是否能运用生命观念和生态学原理对人类相关行为和生态学事件做出科学评价。

(2) 学生科学思维的发展

学生是否能辩证地分析和举例说明人类活动对生态系统平衡的影响;在面对有争议的相关社会议题时,是否能综合运用生态学重要概念或原理,通过逻辑推理阐明个人的立场,做出决策。

(3) 学生科学探究的能力

学生是否能通过调查和搜集资料发现和尝试解决身边的环境保护问题;是否能运用生态学原

理,采用系统工程的方法和技术,尝试设计能够使资源多层次和循环利用的方案;是否能举例说明人类的活动对生态环境产生的影响,以及生物多样性对生态系统稳定性的维持、人类的生存发展的重要意义。

(4) 学生的社会责任意识

学生是否能关注生态学研究的进展,关注生态学工程在实践中的应用及其效果、当地生态系统是否已经出现严重的生物多样性下降的趋势,及其对人类的影响等生物学议题。

2. 评价方式

(1) 自我评价

本章在每节设置了适量的自我评价题,其目的是帮助学生在学完每节内容后,评价相关学习目标达成情况。通常围绕重要概念和学科核心素养进行。例如,第1节第2题以科幻电影片段作为引入,引导学生运用稳态与平衡观、进化与适应观的生命观念,阐述人类活动对生态环境稳定性带来的影响,并能运用人与自然和谐发展的可持续理念,提出保护人类赖以生存的环境的具体措施,养成保护环境和维护生态平衡的行为习惯(生命观念水平4、社会责任水平4)。第2节第4题以我国西藏珠穆朗玛峰国家级自然保护区内生态系统为例,启发学生针对身边具体的生态学案例,分析和探讨保护生物多样性的举措及重要意义,并运用生态学原理和可持续发展的生态学观点,对社会热点议题展开讨论,引导学生分析人与环境和谐发展之间的逻辑关系,训练学生的批判性思维,并提高学生保护生物多样性的意识,养成保护自然环境的态度和习惯(生命观念水平4、科学思维水平4、社会责任水平4)。

(2) 学业评价

本章学业评价设计了两道大题,作为评价试题的范例和参考。问题的呈现形式主要有阐述原因、设计方案等。题目围绕核心概念,评价学生对基本概念的掌握和对生命观念的理解和应用。

第1题:以黄石公园“捕食者控制计划”为例,考查学生运用系统思维的方法,探讨狼与鹿两个物种之间的相互关系,感悟生物学因果关系的复杂性,学会抓住事物本质的能力,并建立保护生物多样性有助于维持生态环境稳定的全局意识。同时,启发学生感悟人类活动对生态系统的动态平衡有着深远的影响(生命观念水平3、科学思维水平4、社会责任水平3)。

第2题:以“雨水花园”的实例,引导学生运用生态学原理分析雨水花园的功能,并要求学生结合当地实际,运用雨水花园及生态学的原理,设计道路绿化方案。不但有利于培养学生通过调查和搜集资料发现问题和解决问题的能力,提升学生的科学探究素养,也有利于引导学生紧密联系生活实际和生活实践,培养保护环境的社会责任意识和担当能力,理解依据生态学原理保护环境是人类生存和可持续发展的必要条件(生命观念水平4、科学思维水平4、科学探究水平4、社会责任水平4)。

第1节 人口增长影响生态环境

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 举例说明人口增长和人类活动对环境产生的影响,能够设计和合作调查身边的环境问题,并用科学术语来描述调查结果。
- (2) 关注全球性环境问题,思考这些问题与生物圈稳态及人类可持续发展的关系。

这两项目标是依据《课程标准》内容要求 2.4.1 和 2.4.2 设定的。目标(1)培养学生分析自身的生态足迹,归纳与概括人类活动对环境造成的影响;探究身边环境问题,综合运用所学知识,参与当地环保建设的讨论(水平 3)。目标(2)要求引导学生通过分析臭氧层空洞的实例,养成关注环境问题的意识和习惯(水平 3)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 2.4.1 和 2.4.2 而选取的,教材通过系列生物学事实来阐明和举例说明(表 4-4)。

表 4-4 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
人口增长会对环境造成压力	人口增长对土地、水、石油、煤炭、矿产、木材等的需求越来越大,加速了人类对自然资源的开发活动,也对环境造成巨大压力
全球气候变化、水资源短缺、臭氧层破坏、酸雨、荒漠化和环境污染等全球性环境问题对生物圈的稳态造成威胁,同时也对人类生存和可持续发展造成影响	人口增加及生产力发展,人类对环境的作用规模不断扩大,产生许多全球气候变化、臭氧层破坏、环境污染等全球性环境问题 水、土地、食物、能源都面临短缺问题,同时环境污染日趋严重,超过了生物圈自我调节的能力,给人类自身的生存和正常生活带来危害,也对地球上其他生物的生存造成威胁

3. 学习内容

本节内容主要引导学生认识人类用智慧和自然资源改造生存环境、提高生活品质的同时,人类活动也在很大程度上改变着全球环境。这不仅给许多生物的生存带来威胁,也直接或间接地影响着人类自身的生存和发展。节引言设置“人口增长与自然资源之间供需矛盾”的情境。虽然学生通过

初中阶段的学习,对环保问题有一定的了解,但人口增长对生态环境造成的影响,并不一定很清楚。为此,课前活动“用碳足迹衡量日常生活对自然资源的消耗”以学生日常生活对自然资源的消耗为例,引导学生通过查阅碳排放数值估算表,计算一年内的碳足迹,初步了解随着社会经济的发展,人类每天司空见惯的行为、生活习惯和生产活动都会消耗地球上的资源并产生废物,甚至污染物。通过“思考与讨论”引导学生理解随着人口增长,人类活动会对生态环境造成更大的压力,为正文做好铺垫。

教材分 2 目,从探讨人口增长对环境造成的影响,到关注全球性环境问题对生物圈稳定造成的影响。

第 1 目:人口增长加剧环境压力。教材围绕碳足迹衡量日常生活对自然资源的消耗展开,通过对“碳足迹”、全球人口增长、海洋中的塑料垃圾等事实分析,引导学生举例说明人口增长和人类活动对资源需求和对环境造成的压力。首先,教材通过呈现世界人口和我国人口变化的曲线图,引导学生分析曲线并直观地感受随着全球经济的发展,人类增长速度明显加快。那么,人口增长对环境造成什么压力?教材通过呈现森林砍伐、采矿、石油开采的图片,引发学生探讨随着人口不断增长,人类对土地、水、石油、煤炭、矿产、木材等的需求增大,也加速了人类对自然资源的开采活动,明白当自然资源和环境超过承载能力后,地球的自然资源和环境会带来巨大压力。接着,教材分别从人类活动对地球土地、水、环境等方面带来的压力,以图片、案例等形式呈现,让学生理解人口、资源与环境的关系,理解转变经济增长方式和走可持续发展之路的必要性。

第 2 目:全球性环境问题影响生物圈稳定。教材先以全球因气候变化影响而灭绝的哺乳动物珊瑚裸尾鼠为例,探讨全球气候变化对生物多样性的影响。接着,以含氯氟烃的制冷剂、发泡剂、清洁剂等造成臭氧层破坏为例,呈现了 2002—2017 年全球臭氧层空洞的变化,引发学生思考人类如何平衡发展生产实践活动与环境保护之间的关系。教材还设计了“调查身边环境问题”的探究活动,以学生熟悉的身边环境为切入点,调查并探讨当地环境中存在的主要问题,提出保护建议或行动计划。此外,在思维训练栏目中以海洋动物受工业废弃物和人类生活垃圾影响的实例,让学生意识到一次性塑料制品虽然能为生活带来便利,但也会对海洋生物造成巨大影响,引发学生进一步辩证地探讨人类如何平衡人口、资源、环境和发展之间紧密而复杂的关系。

探究·活动 4-1:调查身边的环境问题。本活动具有一定的开放性,主要让学生通过提出问题、设计方案、实施方案等探究活动,关注身边的环境问题,并能提出缓解或解决的对策,锻炼学生发现问题和解决问题的能力,提升可持续发展的意识。

二、教学建议

本节内容建议 2 课时,其中“人口增长影响生态环境”1 课时,探究·活动“调查身边的环境问题”和“全球性环境问题影响生物圈稳定”1 课时。

1. 课堂教学建议

(1) 以“碳足迹”入手,引导学生关注人口增长对生态环境的影响

首先,教师利用引言部分的问题串引发学生的认知冲突,思考人口增长、人类活动对自然资源和环境造成了哪些方面的影响。接着,呈现贴近学生生活的“碳足迹”概念,引导学生通过计算,比较自身的碳足迹,引导学生关注环境问题,增强社会责任感。接着,引导学生对碳足迹进行分析,并探讨如何减少碳足迹、抵消碳排放,从本质上缓解城市发展与加剧环境压力间的矛盾,加强学生对人口、资源、环境和发展间关系的理解,树立可持续发展的观念。随后,教师引导学生举例说明日常生活中哪些行为或习惯会对自然资源造成压力;思考“人类活动一定会破坏环境吗?如何既能保护环境,又不影响人类社会发展?”启发学生从人口、资源、环境几方面综合考虑可持续发展的问题,发展学生的批判性思维。

教师在组织学生开展活动前,需要查阅“生态足迹”“碳足迹”等概念,并准备“碳排放数值估算表”,帮助学生分析碳足迹的发展变化趋势和可能原因。也可以让学生在课前将自己每日食物消耗、能源消耗、垃圾排放、住房占地等转换成相应的自然资源面积,绘制碳足迹图。通过课上交流加深理解人类活动对自然资源带来的压力和影响。

(2) 分析资料,探讨协调人口、环境、资源和发展之间的平衡点

教师可以充分利用教材图 4-2“世界人口和我国人口变化”。首先,引导学生寻找世界人口与我国人口的变化规律、预测 2050 年世界人口数量、探讨人口剧增引起的自然资源和环境的变化等问题,运用平衡与稳态的生物学观念剖析这些现象和结果背后的根本原因,引导学生基于事实和证据,概括人口增长对自然资源及环境造成的影响,举例说明我国应对环境问题的有效举措,培养学生关注社会议题的社会责任。随后,让学生阅读和分析思维训练“海洋中的塑料垃圾”,引导学生探讨塑料制品的使用对自然生态系统造成的影响,发展批判性思维。此时,教师也可以搜集一些能激发学生认知冲突的案例,如美国的玻璃海滩,海滩上布满迷人的五彩玻璃,其实是 50 多年前人类丢弃的玻璃制品;印度的玛丽娜海滩上漂浮的白色泡沫,其实是人类制造的大量的生活垃圾、工业废水等污染物,具有毒性;澳大利亚的蓝色荧光海滩,其实是蓝色荧光海藻,是由于环境污染导致大量夜光藻的出现等。通过观看这些触目惊心的图片,引发学生认识到全球各地由于人类活动已对环境造成巨大危害。人类对环境造成的危害也会反过来对人类的健康造成威胁。结合教材图 4-10“臭氧层空洞的变化”,引导学生描述 2002—2017 年间臭氧层空洞发生的变化,根据地理学知识分析这些变化会导致哪些全球性环境问题,并综合运用生物与地理学知识推测臭氧层空洞持续变化会给人类和生物圈中其他生物以及全球环境带来哪些威胁等,促进学生进一步意识到人类日常的生活方式和行为与整个地球环境变化之间的相互关联,辩证地意识到人类活动在影响生态环境的同时,生态环境也会制约人类发展的脚步,加深理解生物与环境之间的因果循环关系以及维持生态系统平衡与稳态的重要意义。

(3) 设计和实施探究活动,加强“走可持续发展道路”的社会责任意识

在开展探究活动前,教师可以提示学生观察和发现身边的环保问题,如身边某区域固体废弃物的处置、周边水域的水质状况、某化工厂三废处理、不同区域的空气质量等问题,并设计调查方案、实施调查、针对调查结果提出保护环境的建议或行动计划。由于此项活动的开放性较大,建议教师提

前让学生分组,利用课余时间完成资料调查、方案设计、实践调查等活动。在课上,重点针对小组调查的结果展开交流与讨论,共同提出可行的“绿色生态”建议或行动计划,例如推广节能技术、绿色出行、植树造林、提高植被覆盖率、开发新能源等。

2. 实验与活动建议

探究·活动 4-1 调查身边的环境问题

(1) 活动准备

① 小组讨论,确定调查主题。调查主题可参考《实验与活动部分》。

② 制定调查方案:根据调查的地点、环境项目等设计调查方案。启发学生善于发现身边的环境问题。除教材提供的调查地点和项目外,教师也可以组织学生针对校园内某区域的生态环境问题开展探究。有条件的学校,也可以带领学生利用校外教育资源,如植物园、森林公园等地开展调查活动。为提高本模块活动效率,建议该活动可与探究·实验 1-2“探究土壤中动物类群的丰富度”、探究·活动 1-3“调查城市常见鸟类生态位”、探究·活动 4-2“探讨身边的生物多样性保护现状”等活动在户外同一地点分组进行,再根据教学进度分批次进行分析与讨论。

③ 资料调查:检索文献和资料阅读。

④ 协调小组活动,合理分工合作。由于此活动工作量相对较大,需要在开展活动前做好细致分工,如资料调查、问卷设计、量表设计、数据收集与处理等。为了能充分调动每一位学生的学习积极性,在学生开展活动前,教师需要设计过程性评价表,包括学生参与度、合作度、小组成员互评、教师评价等。

(2) 活动实施

① 设计长周期的探究活动。为了能更准确地获得实验数据,建议有条件的学校,可以组织学生开展季度或学期为单位的长周期调查活动,多次、多点取样获得实验数据。

② 综合考量,提出合理可行的建议。要对大量的数据进行处理、数学建模等,分析导致环境问题的内、外因,并通过查阅文献资料最终得出结论并提出改善环境问题的举措。提出的建议可递交相关环保部门,或者在校内、社区开展相关宣传活动,提出绿色环保行动的倡议,提高广大民众的生态文明意识,加强形成人与自然和谐共生、可持续发展的观念。

3. 栏目使用建议

思维训练“海洋中的塑料垃圾”

以图文结合的形式呈现了工业的废弃物和人类生活垃圾对陆地及海洋的影响。可将其作为教学情境,通过呈现视频、图片、数据等,以问题为线索,组织学生探讨为什么人类生活用品会进入并破坏自然环境和生物圈其他生物的生态平衡?如何维系人类、经济与保护自然环境之间的平衡?通过此活动,有助于学生深层次地理解人口剧增、污染加剧、无节制的生活方式等已经引起了局部环境的严重恶化,辩证地看待人类活动与自然环境的关系。教师可倡议学生结合当地环保实例,树立人类必须实践可持续发展的理念,养成“绿色生活”的良好习惯。

三、拓展资料

1. 人类活动对局部生物及生态系统的影响(表 4-5)

表 4-5 人类活动对生态系统功能的负面影响

人类活动类型	对生态系统的影响	对生态系统功能的影响	可能的后果
土地开垦	生境破碎、向大气排放温室气体改变生物地球化学循环	生物多样性维持能力下降、影响生态系统的大小气和气候的调节过程、改变营养物质贮存与循环过程、破坏土壤形成与保护	生境丧失、生物入侵、物种减少、温室效应、水土流失、土地退化、荒漠化、泥石流及旱涝灾害的增加、富营养化
水资源开发利用	改变水循环、改变和破坏水生生境	影响生态系统对气候的调节过程及水自身的净化能力、灾害缓冲能力下降、生态系统产品供给能力和生物多样性维持能力下降	湿地丧失、湖面缩小、水污染、洪旱灾害加剧、渔业产量下降、物种减少、疾病增加
农业	大量化肥和农药加入生态系统，改变生物地球化学循环、物种的引入与减少	削弱生态系统净化环境的能力、影响生态系统对大气和气候的调节过程、妨碍有害生物的自然控制、生物多样性维持能力下降	氮沉降、地下水污染、富营养化、气候变化、旱涝灾害增加、虫害加剧、生物入侵、物种减少或灭绝
林业	生境破碎，通过向大气排放温室气体改变生物地球化学循环、改变水循环	生物多样性维持能力下降、影响生态系统对大气和气候的调节过程、破坏土壤形成与保护、水文调节和灾害缓冲能力下降	物种减少或灭绝、生物入侵、温室效应、水土流失、土地退化、富营养化、泥石流及突发洪旱灾害加剧
放牧	影响生态系统生境与结构	生物多样性维持能力下降、影响生态系统对大气和气候的调节过程、影响生态系统产品的提供	水土流失、土地退化、荒漠化、食品减少
捕鱼、狩猎	物种减少	影响生物系统产品的提供和生物多样性维持能力	生物灭绝、食品减少
化石能源的消耗	向大气排放温室气体改变生物地球化学循环、排放污染物	影响生态系统对大气和气候的调节过程、损害生态系统净化环境的能力	温室效应、环境污染
城市化、工业化	生境破碎、排放污染物、改变水循环	生物多样性维持能力下降、影响生态系统对大气和气候的调节过程、损害生态系统净化环境的能力	物种减少、温室效应、气候变化、环境污染
国际贸易	外来物种的引入与扩散	生物多样性维持能力下降	生物入侵

2. 人类活动对全球的影响

(1) 大气臭氧层的损耗

位于大气平流层的臭氧层能够阻止过量的有害短波辐射(主要是紫外线辐射)进入地球表面。研究表明，臭氧层正在变薄。南极南部海洋上空的臭氧层已在每年的9月、10月出现一个大空洞，面积约美国本土48个州总面积的3倍。北极北部在最近40年，平流层的臭氧层已损耗10%。虽然

没有形成南极上空那样规模的臭氧空洞,但由于北半球人口密集度远高于南半球,臭氧低值区覆盖的范围内紫外线对人类健康的影响比南极臭氧空洞更严重。导致北极臭氧洞形成的主要原因是春季极寒冷的极涡内生成了极地平流层云,在太阳紫外线的作用下释放出破坏臭氧的卤素原子。臭氧层损耗使生物因过量的紫外线辐射而受害,植物会降低光合作用水平,人类会增加皮肤癌与白内障的患病率。臭氧层的损耗每增加1%,皮肤接触的紫外线辐射量就增加2%,皮肤癌的患病率就增加4%。臭氧层的损耗主要来自氯氟烃。氯氟烃能降解臭氧,一个氯原子能裂解100 000个臭氧分子。人类广泛用氯氟烃作为制冷剂(氟利昂)、烟雾剂、杀虫剂等,近40年,大气中氯的浓度已增加了600%。因此,必须制止氯氟烃类物质的生产和销售,研制氯氟烃类物质的替代品。

(2) 全球气候变暖

全球变暖的直接证据是所有低纬度的山区冰川都在融化后退。这些冰川所包含的记录表明,过去50年比前112万年间的任何一个其他50年温暖得多。大气中不断增加的热量改变了风、雨、地面气温、洋流与海平面等,从而严重威胁地球上气候的平衡。全球气候变暖的化学与热力学过程是极其复杂的,但迄今造成全球变暖的温室效应主要是温室气体CO₂和甲烷,其次是尘埃。自从第二次世界大战以来,大气中的CO₂浓度几乎增加了25%,由于人类的活动过多地排放CO₂,预计未来40年中CO₂排放将比工业革命前增加1倍。陆地吸收与排放的CO₂之比是1:213。甲烷在温室气体中是增长最快的,现总量排第三,仅次于CO₂和水蒸气,而且甲烷分子的增温效应是CO₂的20倍。有研究表明,气候变暖是大气中甲烷和NO的浓度增加的结果,两者合起来约占全球变暖原因的20%。

CO₂浓度增加的原因:①工厂和汽车燃烧煤、石油、汽油产生的CO₂;②热带雨林大火燃烧产生的CO₂;③植物被破坏,致使森林产生氧气的能力减弱,导致CO₂增多;④因热带土地使用方式的变化而释放的CO₂。

气候的改变进而影响动植物的分布。全球变暖的一个直接后果是冰川融化与海平面的升高,已有证据表明北极冰帽已减少2%。如果全球变暖进一步加剧,将会造成极地冰盖的破裂而使海平面急剧增高,其结果是沿海地区盐水侵入地下淡水层造成沿海湿地的丧失。由于全球1/3的人口居住在离海岸线不足60km的区域内,沿海地区土地的丧失会导致全球灾难性的动荡。

(3) 大气氧化作用的减弱

在正常情况下,大气本身能通过氧化作用来清除干扰现有功能的气体和分子。但这种机能正在减弱。例如,大气的天然“清洁剂”羟基能与甲烷和CO起化学反应,从而清除它们。由于CO的活性强于甲烷,大气首先使用它的羟基来清除CO,然后才清除甲烷。但由于人类过多地燃烧消耗化石燃料和森林,过多地向大气排放CO,大气的羟基逐渐被用光,大气就无法清除它所含的甲烷污染物了。大气氧化作用减弱的最终后果尚未十分清楚,因而常被忽视。但它在某种意义上是伤害了大气本身的自净功能,因而后果十分严重。

(4) 生物多样性的减少

在过去几百年中,物种灭绝速度比地球历史上物种灭绝速率增加了1 000倍。特别是近150年丧失最多,1600至1700年鸟类和哺乳类动物的灭绝率大约是每10年1种,而1850至1950年上升到了每年1种。如果人类威胁不停止,则现在世界鸟类物种的2%和哺乳类动物物种的5%将处于危在

旦夕的灭绝境地。

(5) 土地与环境质量的改变

① 森林生态系统是最重要的陆地生态系统。全球的森林面积急剧减少,以热带雨林最为严重。全世界的热带雨林正遭受每年达2%的破坏率,现在正以 $38.53\text{ m}^2/\text{h}$ 的速度消失。

② 全球沙漠化的扩大。由于沙漠边缘区过度放牧,沙漠化扩大的速率不断增加,现在全世界每年正以 $5\times 10^4\sim 7\times 10^4\text{ km}^2$ 的惊人速度沙漠化。此外,土地极度退化现象也非常严重。现在全球平均每年有 400 hm^2 土地由于极度破坏、侵蚀、污染等原因,已不能再生产粮食。荒漠化已成为各国最为关注的事态之一。

③ 污染使全球的环境质量下降。由于“三废”(废气、废物、废水)的急剧增加对环境造成污染,严重地影响人类生存空间的质量。垃圾废物是最直观的污染源,虽然垃圾焚烧后能大大地减少垃圾的体积,但也会造成加剧空气污染。此外,垃圾焚烧后所剩的10%有毒废物仍是难以处理的。世界的水污染也非常严重。污染的主要原因是生活与工业污水直接排入水源,固体垃圾直接倒入水源,雨水等媒介使固体垃圾污染水资源。环境污染在表现上虽然是区域问题,但最终会汇向海洋,威胁海洋生物的生存,直接转变为全球的环境问题。

(6) 人口剧增

在农业革命之前,世界人口基本是稳定的。在农业革命后,人口缓慢增长直至工业革命。这时,人口曲线开始陡然上扬。20世纪的人口急剧增加,几乎每一个10年都要增加10亿人。根据不完全统计,到1992年初,人口已达到55亿;预计到2032年将达到90亿,即达到地球最高人口承载量。人口增长对土地资源、水资源、生物资源和矿产资源都造成不同程度的压力。恶化的环境同样也会影响到人类的健康、经济、国家安全等。

3. 环境保护策略

我国政府倡导生态文明建设的重要理念“绿水青山就是金山银山”阐释了生态系统的内在结构和演变原理,要求按照人口资源环境相均衡、经济社会生态效益相统一的原则,统筹人口分布、经济布局、国土利用、生态环境保护;科学布局生产空间、生活空间、生态空间,给自然留下更多修复空间,给农业留下更多良田,给子孙留下天蓝、地绿、水净的美好家园;系统构建科学合理的城镇化发展格局、农业发展格局、生态安全格局。在生态环境建设方面,特别强调“山水林田湖草是一个生命共同体”,必须按照生态系统的整体性、系统性及其内在规律,统筹考虑自然生态的各要素,进行整体保护、系统修复、综合治理,不断增强生态系统的循环能力,维护生态平衡。以正确处理人与自然关系的核心,改善环境质量,提高资源利用效率,坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主的基本方针,形成节约资源和保护环境的空间格局、产业结构、生产方式和生活方式,推动人与自然和谐发展。树立和践行“绿水青山就是金山银山”的理念,才能为人民创造良好的生产、生活环境,为全球生态安全作出贡献,推动人与自然和谐发展。

4. 生态足迹

为了衡量人类对自然资源的消耗,生态经济学家提出了“生态足迹”的概念,该方法基于土地的

生产功能,用面积大小的方法直接地反映人类废物排放和资源消费过程中对生态环境的占用程度。上海市自1999—2012年间,人均生态足迹先逐渐增长,到2010年到达最高点后缓慢降低,总体沿倒“U”形的抛物线轨迹发展;生态承载力(指一定条件下生态系统为人类活动和生物生存所能持续提供的最大生态服务能力,特别是资源与环境的最大供能力)则逐渐降低并趋向一个常数,而各年份均出现生态赤字(表4-6)。这表明在此时间段中,人类活动对生态经济系统的需求量已经超过自然环境的生态容量,区域生态足迹供需不平衡,处于不可持续发展状态。

表4-6 上海市1999—2012年人均生态足迹(EF)与人均生态承载力(EC)计算结果

年份	人均生态足迹(EF)							人均生态承载力(EC)	人均生态赤字(ED)	资源生态压力指数	地区生态足迹总量
	耕地	林地	草地	水域	化石能源	建筑	总计				
1999	0.74276	0.02469	0.00551	0.02948	1.41751	0.03247	2.25243	0.13393	2.11850	16.81815	3529.56
2000	0.73295	0.02795	0.00626	0.02953	1.48343	0.03531	2.31542	0.13058	2.18484	17.73136	3724.59
2001	0.73542	0.02878	0.00666	0.03192	1.53313	0.03608	2.37199	0.12575	2.24624	18.86315	3957.26
2002	0.74239	0.02681	0.00661	0.03304	1.58299	0.03827	2.43011	0.12151	2.30861	19.99987	4162.71
2003	0.70340	0.02692	0.00751	0.03101	1.67001	0.04289	2.48173	0.11945	2.36228	20.77609	4382.35
2004	0.63319	0.02802	0.00806	0.02992	1.75116	0.04545	2.49580	0.11469	2.38111	21.76167	4579.74
2005	0.62813	0.03165	0.00883	0.03033	1.88804	0.04952	2.63650	0.11171	2.52478	23.60056	4983.66
2006	0.62427	0.03163	0.00890	0.03071	1.96079	0.05118	2.70747	0.10264	2.60483	26.37779	5317.76
2007	0.61741	0.02960	0.00769	0.01558	2.03339	0.05276	2.75641	0.09939	2.65702	27.73251	5688.07
2008	0.58324	0.03201	0.00810	0.02438	2.06901	0.05398	2.77073	0.09834	2.67238	28.17407	5931.16
2009	0.60847	0.03068	0.00751	0.01530	2.03524	0.05298	2.75019	0.10090	2.64929	27.25691	6078.68
2010	0.53598	0.03527	0.00831	0.02244	2.11070	0.05713	2.76983	0.09847	2.67136	28.12726	6377.98
2011	0.54874	0.03497	0.00875	0.02284	2.08324	0.05793	2.75647	0.09797	2.65849	28.13527	6470.69
2012	0.55289	0.03721	0.00901	0.02446	2.07109	0.05772	2.75239	0.09579	2.65661	28.73449	6551.88

第2节 生物多样性关系到生态系统稳定及人类生存和发展

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 举例阐述不同层次的生物多样性内涵。
- (2) 概述生物多样性对于维持生态系统稳定以及人类生存和发展的重要意义。
- (3) 通过调查了解当地生物多样性状况,自觉践行生物多样性保护的相关行动。

这三项目标是依据《课程标准》内容要求 2.4.3 设定的。目标(1)和目标(2)要求通过比较与分析生物多样性的三个层次,举例说明生物多样性的内涵,概述生物多样性的价值,进一步理解生物多样性对维持生态系统的稳定性以及人类生存和发展的重要意义(水平 3)。目标(3)设计调查上海生物多样性的活动方案,通过案例搜集、主题交流,讨论并践行保护生物多样性的行动策略(水平 3)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 2.4.3 而选取的,教材通过系列生物学事实来阐明和举例说明(表 4-7)。

表 4-7 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
生物多样性包括遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性	遗传多样性越高,物种多样性越丰富,形成的食物链和食物网的节点越多,物质循环和能量流动的路径更多,形成的生态系统越复杂
生物多样性对维持生态系统的稳定性以及人类生存和发展的意义重大	生物多样性为人类生存提供直接或间接价值 无论是何种方式保护生物多样性,都必须考虑自然生态系统的完整性以及与周边人类区域的协调发展

3. 学习内容

要让学生意识到生物多样性对维持生态系统稳定性以及人类生存和发展的重要意义,首先要了解什么是生物多样性,以及为什么要保护生物多样性。为此,本节内容主要围绕不同层次的生物多样性内涵、生物多样性的价值、生物多样性丧失的原因和保护生物多样性几方面展开。

节引言通过“水稻品种及保护野生水稻”的情境,引导学生了解生物多样性的内涵及对人类生存和发展的重要意义。

课前活动接着这个情境以“水稻田的功能”为主题,呈现我国美不胜收的世界文化遗产——水稻

梯田,引导学生欣赏壮美自然景观的同时,分别从生态系统的物种组成和功能角度,比较与归纳水稻田与森林的特点、差别和价值。不仅对前几章内容进行了回顾,也为接下来的学习做了铺垫。此处也暗含我国水稻种植源远流长的历史,引导学生在体会古代劳动人民聪明智慧的同时,增强民族自豪感。

本节分3目,分别为生物多样性的概念和内涵、生物多样性对人类生存和发展的意义和保护生物多样性的重要意义。

第1目:生物多样性维持生态系统的稳定性。围绕我国古往今来种植水稻及水稻田的功能的讨论活动展开,从微观到宏观,依次呈现大量遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性的案例,帮助学生分析、比较、概括生物多样性的概念、层次、实质和意义。生物多样性是地球演化的产物,是人类赖以生存和发展基础。然而,目前生物多样性正在迅速降低。学生通过分析案例,比较生物多样性不同层次的区别与联系,能分别从生物多样性的三个层次举例说明其内涵,归纳与概括生物多样性的概念,为接下来讨论生物多样性的价值奠定基础。

值得注意的是,教材呈现大量我国在生物多样性保护方面的实例,例如不同稻米的品种,丰富的植物、脊椎动物、鱼类资源,以及西双版纳森林生态系统、南沙群岛海洋生态系统、呼伦贝尔草原生态系统和塔克拉玛干沙漠生态系统等,让学生直观、深刻地感受我国地大物博、自然环境及生物资源丰富,树立建设美丽中国的信念。

第2目:生物多样性对人类生存和发展意义重大。生物多样性对人类具有极其重要的价值。教材重点介绍我国的药用植物及我国科学家屠呦呦带领团队应用青蒿素降低疟疾死亡率,为人类作出贡献的实例,提升学生的民族自豪感。结合教材案例分析、讨论、概括生物多样性的直接、间接和潜在价值,不但能让学生全面了解生物多样性为人类农业、医药业等产业发展提供了保障,也能让学生感悟到生物多样性在维持气候、保护水源、土壤和维护生态系统稳定中具有重要作用,从而加深对生物多样性价值的认识,为接下来讨论保护生物多样性的意义做好了铺垫。

第3目:保护生物多样性是全人类的重要使命。教材以保护生物多样性的目的、措施、意义展开讨论,结合“探讨身边的生物多样性保护现状”的探究活动,及我国就地保护物种、迁地保护物种的大量事实分析,归纳与概括保护生物多样性的措施,结合实例和所学知识提出保护生物多样性的行动建议,感悟保护生物多样性的意义。

值得注意的是,教材中不仅呈现大量我国珍稀或濒危物种,激励学生形成保护生物多样性的行为意识,促进培养学生爱国主义情怀,还提到了我国成功重引入麋鹿、上海正在重引入扬子鳄、獐等本土物种,加强学生关注社会议题,参与保护生物多样性的行动,为保护生物多样性提出建议,形成保护生物多样性“从我做起”的行动意识和“尊重自然、关爱生命”的责任和使命感。

探究·活动4-2:探讨身边的生物多样性保护现状。从活动形式、内容和交流主题等,培养学生搜集实证、演绎推理、归纳概括,运用证据支持观点和结论的科学思维能力。

二、教学建议

本节内容建议2课时。其中“生物多样性维持生态系统的稳定性”“生物多样性对人类生存和发展意义重大”1课时,“保护生物多样性是全人类的重要使命”和探究·活动4-2“探讨身边的生物多

样性保护现状”1课时。

1. 课堂教学建议

(1) 联系实际生活,阐述三个层次的生物多样性内涵

策略一:教师可以利用课前活动,以水稻田为引入,让学生了解我国作为世界农业大国,在水稻育种和种植方面的突出贡献和前沿科技,感悟我国在解决世界粮食问题方面作出的杰出贡献。接着,出示水稻田和森林的图、文资料,引导学生比较两者的特点和区别,以及在生态系统中所起的作用和价值,总结生物多样性的概念。随后,教师出示大量遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性的实例,引导学生比较与概括生物多样性的三个层次,阐释生物多样性的内涵。

策略二:由于生物多样性与学生生活联系十分紧密,建议课前组织学生开展不同生境中遗传、物种和生态系统多样性的调查,如:校园、公园等生境中生物多样性的情况,初步了解生物多样性的测量方法。通过调查不仅帮助学生增加对生物多样性的感性认识,还增加了学生的实践体验,帮助学生感悟生命之美。课上,通过回顾、总结已学的遗传学和生态学的相关知识,结合学生的资料收集、实地调查等实践体验,采用图片、图表、多媒体等直观手段,对生物多样性的三个层次及内涵从感性认识上升到理性认识。

(2) 通过资料分析,概述生物多样性的价值

生物多样性是珍贵的自然资源,是人类生存和发展的基本条件之一。然而,由于人类活动的影响,生物多样性正面临着严重的威胁,实施人类和社会的可持续发展,就必须保护生物多样性。教师可以在课前让学生以个人或小组形式收集相关资料,在课堂上演示课件、图片或实物(如药材等),促进学生主动获取知识,培养学生分析和概括信息的能力,也达到自我教育的目的。通过大量的资料分析,概述生物多样性的直接价值、间接价值。学生对生物多样性具有的直观使用价值容易接受和认同,对于其潜在的间接价值需要教师通过已学的概念来加强认识,如植物光合作用的意义、生态系统分解者的作用等。教师应当更多地启发学生思考生物多样性的间接价值与生态环境的关联,强调其与生态系统能量流动和物质转换过程之间的关系和作为环境资源的价值,如调节气候、保护土壤、涵养水源、降解污染物等。

接着,教师出示大量实例,如冬虫夏草是珍贵的中药,珍稀植物红豆杉中含有可治疗癌症的有效成分,如果冬虫夏草和红豆杉一旦灭绝,人类就失去了宝贵的资源,也会对人类造成巨大且不可逆的损失,帮助学生深刻意识到保护生物多样性迫在眉睫。

(3) 通过调查活动,探讨生物多样性丧失的原因和保护生物多样性的举措

开展“探讨身边的生物多样性保护现状”活动,有利于学生切身体会保护生物多样性的重要意义。课前,教师组织学生以小组为单位,搜集我国和世界的主要自然保护区、植物园、动物园、种子库、基因资源库等资料。有条件的学校可以通过考察上海植物园、动物园、自然保护区等,了解当地或周边保护区、国家公园等地的生物多样性保护现状,以及了解上述保护区、植物园、动物园在保护生物多样性中的重要作用等,获得调查资料、数据和调查结果。通过实践活动,有利于增加学生对保护生物多样性的感性认识,了解人类活动对生物多样性造成的影响,以及生物多样性面临的威胁,逐步形成人与自然和谐共处的观念。课中,教师组织各小组交流调查地区常见的动植物物种,并思考:

“是否有受保护的珍稀物种？这些物种生存现状如何？当地有哪些生物多样性的保护措施？为什么要保护生物多样性？在生物多样性保护中存在的问题有哪些？遇到的困难有哪些？”等。随后，教师出示资料或实例，如在上海南汇嘴观海公园的钟杨红树林临港基地，启发学生思考：“红树林在维持生态系统稳态方面有什么作用？红树林的消失会对生态系统及人类生活造成怎样的影响？为什么要建立红树林保护基地？”等，引导学生归纳保护生物多样性的主要措施，意识到保护生物多样性是为了保持生态系统的稳定性和保护地球上生物的基因库，懂得保护环境、保护生物多样性就是保护人类自己，建立热爱和尊重自然、保护自然、关爱生命的价值观。课后，教师可以围绕某一主题组织学生制作宣传海报或网页，让学生在学习知识的同时宣传生物多样性保护，增强社会对保护生物多样性与走可持续发展道路的社会责任意识。

2. 实验与活动建议

探究·活动 4-2 探讨身边的生物多样性保护现状

本活动是大型的科学考察活动，可以放在双休日或假期开展，或在学生学农、秋游、社会实践等活动等时期开展为宜。

(1) 活动准备

① 文献调查：检索文献和文献阅读，了解本地生物多样性保护的实例和现状。

② 确定主题：可查阅网络、图书等资源，确定调查生物多样性保护的主题和内容。可以是教材提供的参考选题，也可以由学生自己确定调查主题。

③ 选择地点：根据各学校情况和调查的主题，可选择当地自然保护区、动（植）物园、科研单位等地开展调查活动。教师也可以组织学生去自然博物馆、森林公园等开展活动。要提前了解考察地的规章制度，制定周密的研究计划，组织学生分工协作。为提高本模块活动效率，建议该活动可与探究·实验 1-2“探究土壤中动物类群的丰富度”、探究·活动 1-3“调查城市常见鸟类生态位”、探究·活动 4-1“调查身边的环境问题”等活动在户外同一地点分组进行，再根据教学进度分批次进行分析与讨论。

④ 设计方案：根据调查的地点、调查主题等设计调查方案。

(2) 活动实施

① 不同地点的活动建议。若选择在自然保护区开展就地保护情况调查，可以让学生事先前期准备，如了解保护区的地理位置、气候条件、保护区地图、已有的保护措施、调查的项目、调查的方法和步骤、设计调查报告等。在自然保护区内，根据调查主题，可开展遗传多样性、物种多样性、生态系统多样性的调查，以及搜集自然保护区对生物多样性保护的具体措施。若选择在动（植）物园开展异地保护调查，可以让学生调查开展遗传多样性、物种多样性调查，以及搜集珍稀濒危物种的保护措施等。若选择在科研单位开展离体保护调查，可事先了解科研单位离体保护的物种类型、离体保护所涉及的前沿科技等。在调查活动中，学生可以参观离体保护实验室、采访科研单位工作人员，了解离体保护的物种种类、离体保护的方法、遇到的困难、对生物技术手段在生产和生活中的应用所产生的效益和风险开展评价等。活动中要注意培养学生的观察和发现问题的科学探

究能力。

如果选择开展野外科学考察活动,要注意安全问题,注意防范各种意外,避免跌跤、溺水、虫叮、中暑等,带好各种常用的药物和救护用具,一般要多名教师参与,最好配备专职的校医协同参与。活动中教师也要提醒学生避免对植物、动物和环境造成影响或损害。

条件有限的学校,也可以选择校园、社区等某个生境作为调查地点,结合之前开展的土壤动物类群丰富度调查、鸟类生态位调查、样方地调查等实验数据和结果开展调查。

② 师生共同制定过程性评价量表。为了能充分调动每一位学生的学习积极性,在学生开展活动前,教师需要设计过程性评价表,包括学生参与度、合作度、小组成员互评、教师评价等,建议采用量表的形式对评价进行量化。

(3) 分析与讨论

活动后,要组织学生利用信息技术手段处理搜集的资料,撰写活动报告,提高科学思维能力。将各组搜集的实例进行主题交流,如“当地有哪些保护生物多样性的保护区?如何保护生物多样性?效果如何?保护之后的生物多样性呈现怎样的变化趋势?生物多样性的变化对人类活动有何影响?从自身出发,有哪些保护生物多样性的行动建议?”等。教师可以组织学生根据调查和交流的结果,制作有关生物多样性保护的宣传展板或参与校内外生物多样性保护的宣传和实践。

3. 栏目使用建议

(1) 生物学与社会“从马铃薯到种子库”

以荷兰画家梵高作品《吃马铃薯的人》作为引子,介绍了科学家如何运用现代生物技术,提高物种抗病能力,以及在全球各地通过建立种子库来提高和保护生物多样性。同时,介绍了我国科学家钟杨带领团队在青藏高原跋涉 50 多万公里,收集 4 000 多万颗种子的感人事迹,引领学生学习时代楷模的先进事迹和科学精神,感悟我国科学家为国家和全球人类作出的巨大贡献。

(2) 前沿视窗“利用环境 DNA 调查和追踪生物多样性”

教师可以将此栏目的内容与保护生物多样性的措施有机结合,让学生了解到保护生物多样性除了传统的方法外,还能利用前沿科技手段提高保护生物多样性的效度。教师还可以组织学生运用已学的 DNA 的结构与功能、基因表达的机制等知识,尝试对生物技术产品在生产和生活中的应用开展评价。

三、拓展资料

1. 生物多样性

(1) 生物多样性三个层次的关系

生物多样性包括了遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性。我们说的保护生物多样性是指基因、物种和生态系统三个层次上的保护(表 4-8)。生态系统多样性的保护主要是在生物多样性的关键地区,选择典型地段,集中管理起来,实行就地保护的措施。采用建立自然保护区、风景名胜区和森林公园、国家公园等形式。

表 4-8 保护生物多样性的三个层次

层次	相关的内容	我国主要的保护措施
遗传	基因携带着遗传信息，基因控制性状，基因突变和染色体变异等是遗传多样性之源	我国建立了一批现代化遗传资源保护措施。例如，中国科学院在北京建立了微生物菌种保存库；在上海、昆明建立了野生动物细胞库；中国医学科学院在北京建立了药用植物种质保存库；中国农科院在北京建立了大型作物种质资源中期保存库；农业部门在全国建立了各种作物种质资源中期保存库、果蔬资源保存圃、淡水鱼类种质资源综合库、鱼类冷冻精液库，试验性牛羊精液库、胚胎库；林业部门已建林木种子库、林木良种基地等
物种	种群是生物进化的基本单位。突变、基因重组和自然选择使种群的基因库在代代相传的过程中保持和发展	在就地保护方面，我国建立大熊猫、鹤类、金丝猴、黑叶猴、东北虎、华南虎、朱鹮、扬子鳄等野生动物类型自然保护区；建立水杉原始林、金茶花、苏铁、银杏、人参、望天树、连香树、水青树、龙血树等野生植物类型自然保护区；建立许多野生药用植物资源的自然保护区。在迁地保护方面，建有大熊猫、海南坡鹿、麋鹿、高鼻羚羊、野马等珍稀动物驯养中心和珍贵动物救护中心、野生动物繁育中心、动植物园和林木园、地区性珍稀濒危植物引种基地和人工繁育中心等
生态系统	生态系统的结构、组成的多样性，由物种的多样性组成	在自然保护区的建设方面，我国建立了各种自然生态系统为主要保护对象的自然保护区和国家公园，初步形成全国自然生态系统保护区网络。在风景名胜区的建设方面，我国建有国家、省级、县（区）级风景名胜区。其中泰山、黄山、武陵源、九寨沟和黄龙寺等5处作为自然历史遗迹被列入“世界自然遗产名录”。在森林公园的建设方面，通过建设森林公园，保护大批森林生态系统，对保护生物多样性发挥积极作用

（2）生物多样性丧失的主要原因

生物多样性丧失的原因包括自然原因与人为原因，造成当前大量物种灭绝或濒临灭绝，其中主要原因是人类各种活动造成的，主要包括：

- ① 森林大面积采伐、火烧和农垦，草地遭受过度放牧和垦殖，导致了栖息地的大量丧失，保留下来的生境也支离破碎，对野生物种的生存造成了毁灭性影响。
 - ② 对生物资源的过度捕猎和采集等活动，使野生物种难以正常繁衍。
 - ③ 工业化和城市化的发展，占用了大面积土地，破坏了大量天然植被，并造成大面积污染。
 - ④ 外来物种的大量引入或侵入，大大改变了原有生态系统的结构与功能，使原生物种受到严重威胁。
 - ⑤ 无控制的旅游，使自然生态系统受到破坏。
 - ⑥ 土壤、水和空气污染，威胁了森林，特别是对相对封闭的水生生态系统带来毁灭性影响。
 - ⑦ 全球变暖，导致气候形态在比较短的时间内发生较大变化，使自然生态系统无法适应，可能改变生物群落的边界。
- 各种破坏和干扰会累加起来对生物物种造成更为严重的影响。尤其是要引起注意的是，人类以往把地球资源看成一个取之不尽、用之不竭的天然宝库。随着对各种生物资源的掌握、各种机械的不断更新，生物多样性急剧减少，环境退化，废物大量积累，人口剧增，造成了当今令世人忧虑的粮食、能源、人口和环境四大危机。面对这些危机，善待自然，走可持续发展之路是人类的唯一选择。

2. 珍稀濒危生物

(1) 珍稀濒危物种的保护措施

自 20 世纪 70 年代以来,国际自然保护同盟(IUCN)编辑了受危动植物的红皮书,包括全世界已知需要保护的动物名录和最受威胁的植物名录。1972 年 6 月联合国召开的“人类环境会议”,讨论了有关受威胁动植物贸易公约的草案。会后,联合国环境规划署又委托国际自然保护同盟,制订《有灭绝危险的野生动植物国际贸易公约》。这个公约也列出了保护动植物的名录和限制贸易的规定,现在全世界已有几十个国家参加,我国于 1980 年正式加入该公约。

(2) 物种濒危等级

自 20 世纪 60 年代以来,IUCN 采用的濒危物种等级为 6 级:灭绝、濒危、易危、稀有、未定、欠了解。后来,IUCN 对原等级系统进行了修订,于 1994 年提出了新的等级系统,并对各等级给出定义。

① 灭绝(extinct, EX): 如果没有理由怀疑其最后的个体已经死亡,即可列为灭绝。

② 野生灭绝(extinct in the wild, EW): 如果已知仅生活在栽培和圈养条件下或仅作为一个(或多个)驯化种群远离其过去的分布区生活时,即为野生灭绝。若于适当的时间(昼夜、季节、年份),在其整个历史分布范围内,对其已知和可能的栖息地进行了彻底调查,未记录到任何个体,即可认为野生灭绝。

③ 极危(critically endangered, CR): 在野外随时灭绝的概率极高,即可列为极危。

④ 濒危(endangered, EN): 虽未达到极危,但在不久的将来野生灭绝的概率很高,即可列为濒危。

⑤ 易危(vulnerable, VU): 虽未达到极危或濒危,但在未来的时期内野生灭绝的概率较高,即可列为易危。

⑥ 低危(lower risk, LR): 经评估不符合列为极危、濒危或易危任一等级的标准,即可列为低危。列为低危的类群可分为 3 个亚等级: 依赖保护(conservation dependent, CD): 已成为针对分类单元或针对栖息地的持续保护项目对象的类群,若停止对有关分类单元的保护,将导致该分类单元 5 年内达到上述受威胁等级之一; 接近受危(near threatened, NT): 未达到依赖保护但接近易危的类群; 略需关注(least concern, LC): 未达到依赖保护或接近受危的类群。

⑦ 数据不足(data deficient, DD): 对无足够的资料,仅根据其分布和种群现状对其灭绝的危险进行直接或间接的评估,即可列为数据不足。列入该等级的分类单元可能已得到较好的研究,其生物学特性已相当清楚,但有关多度和分布的适当的数据缺乏。因为,其数据不足不能列入某一受威胁或低危等级。

⑧ 未评估(not evaluated, NE): 未应用有关标准评估的分类单元可列为未评估。

已出版的中国植物红皮书第一卷中,采用“濒危”(endangered)、“稀有”(rare)和“渐危”(vulnerable)3 个等级,其定义如下。

濒危: 物种在其分布的全部或显著范围内有随时灭绝的危险。这类植物通常生长稀疏,个体数和种群数低,且分布高度狭域。由于栖息地丧失或破坏、过度开发等原因,其生存濒危。

稀有: 物种虽无灭绝的直接危险,但其分布范围很窄或很分散,或属于不常见的单种属(monotypic)或寡种属(oligospecific)。

渐危：物种的生存受到人类活动和自然原因的威胁,这类物种由于毁林、栖息地退化及过度开发等原因在不久的将来有可能被归入“濒危”等级。

3. 我国的生物多样性保护

(1) 保护生物多样性的立法工作

我国历来重视生物多样性的保护问题。1962年国务院发布了“关于积极保护和合理利用野生动物资源的指示”,提出了“加强资源保护,积极繁殖饲养,合理猎取利用的‘护、养、猎并举’的方针”;1963年,颁布了《森林保护条例》,规定保护稀有珍贵林木和禁猎区的森林及自然保护区的森林;1984年9月,第六届全国人民代表大会常务委员会第七次会议通过了《中华人民共和国森林法》(该法于2019年修订)。1979年,国务院又颁布了《中华人民共和国水产资源繁殖保护条例》。20世纪70年代开始,国际上对环境保护的重视也推动了我国珍稀物种的保护。1983年,国务院发出《关于严格保护珍贵稀有野生动物的通令》。1985年,全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过了《中华人民共和国草原法》(该法于2002年12月修订),对作为国家重点保护野生动植物生存环境的草原实施严格管理。1986年1月,国家公布了《中华人民共和国渔业法》,对渔业资源的保护、增殖、开发和合理利用作出了具体的规定。1987年,国务院发布了《关于坚决制止乱捕滥猎和倒卖、走私珍稀野生动物的紧急通知》,同年,林业部、公安部和国家工商行政管理局发布通知,对珍稀野生动物出口作出了具体的规定。特别是1988年11月第七届全国人民代表大会常务委员会第四次会议通过的《中华人民共和国野生动物保护法》,是我国第一部专门关于野生动物资源保护的法律。该法于1988年11月8日公布,于1989年3月1日施行,于2016年7月修订,为促进我国野生动物保护事业提供有力的法律保障。此外,1989年12月,第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过了《中华人民共和国环境保护法》,设有专门有关生态环境和珍稀、濒危野生动植物的保护条款,这对物种保护起到了推动作用。该法于2014年4月修订,自2015年1月1日施行。

此外,许多省、自治区人民政府还制定了若干地方性珍稀物种保护的法规,如四川、安徽、湖北、广西、广东等省发布了保护扬子鳄、中华鲟、白鲟、海龟等法规;许多省份发布了保护野生珍贵动物和稀有树种的布告、通知或条例等。

(2) 植物红皮书的编写

自20世纪70年代后期,我国广泛开展了野生植物资源的调查,逐渐明确了植物种的受威胁状态。为了开列全国珍稀濒危植物的清单,以便有效地保护这些植物,1980年5月,国务院原环境保护领导小组办公室会同中国科学院植物研究所、中国植物志编辑委员会,向全国有关单位和科学家发出“征求珍贵、稀有的野生植物种类名录的通知”及“珍贵、稀有植物调查表”,在此基础上汇编成了《中国稀有、珍贵与濒临灭绝的植物名录(初稿)》。经过修订,1981年改称《国家重点保护植物名录》。又经全国有关单位和专家反复讨论审议,最后汇编成我国第一册《珍稀濒危保护植物名录》。在此基础上,国家环保局与中科院植物所组织全国63个高校、科研单位的180多位专家、教授进一步编写《中国植物红皮书》。1989年,红皮书的普及本《中国珍稀濒危植物》出版;1990年,《中国植物红皮书》第一册正式出版发行,该书的英文版也在海外面世。《中国植物红皮书》的编写出版有力地促进了全国珍稀濒危植物的保护,对全球生物多样性的保护也作出了巨大贡献。

(3) 中国濒危动物红皮书

1998 年出版的《中国濒危动物红皮书》对我国 592 个濒危动物物种进行详细描述,共分鸟类、鱼类、两栖类、爬行类和兽类四卷,详细论述了我国濒危动物的濒危情况、致危因素、保护措施等,旨在使政府部门、科学界和公众较为清楚地了解我国动物物种现状,提高政府部门及公众对我国濒危物种的保护意识,为针对现状制定和实施相应的保护措施提供科学依据,也为从事濒危物种研究的科研工作者、环境保护工作者及有关专业师生提供参考。

第3节 保护环境实现人类与自然的和谐相处

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 举例说明人工生态系统蕴含的生态学原理和工程学方法。
- (2) 针对特定的环境问题,根据生态学原理、采用系统工程的方法和技术,设计或实施探究活动方案。
- (3) 能够以实际行动保护环境,形成珍爱生命、人与自然和谐共处的观念。

这三项目标是依据《课程标准》内容要求 2.4.4 和 2.4.5 设定的。目标(1)要求学生通过对人工生态系统的案例分析与讨论,举例说明人工生态系统蕴含的生态学原理和工程学方法,切实了解生态工程的概念,关注生态工程的建设(水平 3)。目标(2)通过组织学生参观或调查本地大棚蔬菜生产基地、生态农场等,引导学生运用生态学原理,尝试对所参观或调查的人工生态系统提出改进的意见和建议,提高学生学以致用的能力(水平 3)。目标(3)要求提高学生将人工生态系统原理运用到实际生产实践的能力,提高“环境保护需要从我做起”的意识(水平 3)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 2.4.4 和 2.4.5 而选取的,教材通过系列生物学事实来阐明和举例说明(表 4-9)。

表 4-9 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	主要生物学事实
可持续发展是人类的共同目标	多层次和循环利用各种资源,使农业生态系统中模块组合系统化功能得以强化,资源优化配置,并提高物质和能量梯级利用的效率
	环境友好农业促进生态效益和经济效益协调发展的良性循环,实现人与环境的和谐发展
	我国实行退耕还林、严格禁渔等自然修复措施和工程有利于人与环境的和谐发展
	保护地球生态环境,不仅是各国政府、企业等管理和生产部门的责任,也是我们每个人的责任

3. 学习内容

本节内容主要围绕人工生态系统的基本原理、运用和前景展开。教材从我国古代桑基鱼塘案例

入手,介绍从古至今我国利用生态工程的原理和方法,以及多层次和循环利用资源的生态学案例。学生虽然通过之前的学习对生态系统的原理有所了解,但对于如何将生态学原理应用到实际生产,如何运用不断发展的科学理念和技术,促进人类与自然和谐相处等问题并不了解。为此,课前活动中以“垃圾分类”作为情境引入,从与学生日常生活息息相关的问题入手,呈现我国从1979—2018年间,生活垃圾清运量不断攀升的惊人数字,让学生意识到实行垃圾分类处理势在必行。通过思考与讨论推行垃圾分类制度的重要性,加强学生对国家推行垃圾分类制度的认同。通过引导学生举例说明生活中多层次和循环利用资源的案例,为进一步学习生态工程原理埋下伏笔。最后,以“人类能否与自然和谐相处,达到可持续发展的目标”这一设问,拉开本节学习的序幕。

本节教材用3个目,从利用生态资源,到人与环境和谐发展的案例,最后到走可持续道路的必要性。

第1目:多层次和循环利用资源。以学生熟悉的垃圾分类、我国历史悠久的桑基鱼塘等生态循环设施模式的案例创设情境,分别从农业、工业、城市规划与管理等方面介绍人类如何应用生态学原理和工程方法,建设人工生态系统,实现经济、环境和社会三方面协调发展。同时,激发学生对我国古代劳动人民智慧结晶的赞叹。教材设计了“了解身边的人工系统”的探究活动,是让学生进一步理解人工生态系统在科学、技术与社会的关系,了解实际生产和生活中的应用并学以致用地提出改进意见和建议,深刻认同人类必须树立人与自然和谐共生的观念,走可持续发展之路。

第2目:人与环境和谐发展。围绕“环境友好”理念在生产实践中的应用展开,引导学生分别从上海青浦某生态农场、我国退耕还林和休渔期禁渔等案例的分析与讨论活动中,举例说明我国在农业、生产和生活等各方面中运用生态工程的实例,形成人与环境和谐发展的“环境友好”理念,培养学生为全球生态环境和生物圈稳定作出贡献的环保意识。通过呈现保护生物多样性和环境的重要国际公约与协定,让学生了解世界各国保护环境和生物多样性的各项条例和技术,以及生态工程的发展前景,不但让学生了解身边践行可持续发展的绿色生态案例,也培养了学生运用生态学原理和方法提出可行建议的能力。

第3目:可持续发展是人类共同目标。设计了科学史话“生态系统服务的认识历史”,让学生了解生态系统服务和人类生活的各层关系,进一步意识到保护地球环境是我们每个人的责任。只有人们遵循自然规律,保护生态环境,实现可持续发展,才能真正践行“绿水青山就是金山银山”的理念。

探究·活动4-3:了解身边的人工生态系统。目前,我国有许多公园、农业园等场所是应用人工生态系统的原理和技术建造的,但学生对此并不一定了解。学习人工生态系统在实际生产实践中的应用,是为了能深刻意识到保护环境、实现人类与自然的和谐相处需要付诸实际行动。为此,该活动希望有条件的学校,能带领学生参观或调查本地大棚蔬菜生产基地、生态农场等,让学生调查和评价身边的人工生态系统建设的合理性,启发学生运用生态学原理,尝试对所参观或调查的人工生态系统提出改进的意见和建议,提高学生学以致用的能力。

二、教学建议

本节内容建议2课时。其中,“多层次和循环利用资源”和探究·活动4-3“了解身边的人工生态系统”的讨论和交流1课时,“人与环境和谐发展”和“可持续发展是人类共同目标”1课时。

1. 课堂教学建议

(1) 结合生活情境,举例说明人工生态系统蕴含的生态工程原理

上海作为全国“垃圾分类”试点城市之一,学生对于生活垃圾如何进行分类已有了一定程度了解。但是,学生对于为什么要实施垃圾分类、分类以后的垃圾被运往哪里、怎样分类处理、如何多层次和循环利用等并不一定熟悉。课前活动“垃圾分类让‘放错位置的资源’重新归位”,让学生结合生活经历,说说生活垃圾如何分类、社区如何实施垃圾定时定点分类、推行垃圾分类制度的意义、如何处理分类后的垃圾等问题,活跃课堂气氛。随后,引导学生思考我国古代劳动人民是如何利用生态学、系统学和工程学原理管理农业的,并出示“桑基鱼塘”的实例,让学生分析、归纳其中的生态学工程原理,探讨在设计桑基鱼塘时需要注意哪些问题。然后,教师可以出示更多的多层次和循环利用资源的人工生态系统案例,启发学生根据教材“生态循环设施模式图”和“线性经济和循环经济示意图”,归纳与概括人工生态系统建设遵循自生、循环、协调和整体四个基本原理,探讨生态循环设施如何在农业生产方面实现绿色、高产、优质、高效;循环经济理念如何在工业和城市规划与管理方面促进经济、环境和社会三方协调发展等,加深学生对人与自然和谐发展理念的认识。

(2) 通过参观或调查活动,提高运用生态工程原理解决问题的能力

教师组织学生开展课外实践活动,例如参观或调查上海生活垃圾科普展示馆、生态农场、生态环保基地、上海市绿化和市容管理局等,了解身边生态工程基本原理的具体应用,引导学生根据所学知识,设计、实施参观或调查活动方案,践行人与环境和谐发展的理念。活动结束后,查阅资料,完成活动报告,并对所参观的人工生态系统提出改进的意见和建议;或设计一个人工生态系统,培养学生运用生态学原理和工程学方法解决问题的综合实践能力。

条件有限的学校,可以组织学生针对社区、学校阳光房、周边小公园等展开调查,并运用人工生态系统的原理,分析所调查地是否高效利用资源、是否践行了可持续发展的环保理念等,并以小组为单位,查阅资料,尝试设计一个校园小型生态系统、小型生态园、庭院生态系统等。

(3) 分析人工生态系统的实例和前景,理解人与环境和谐发展的意义

以“上海青浦某生态农场”践行环境友好农业为例,引导学生了解身边的人工生态系统的实例,分析其运用生态工程的原理实现人与环境和谐发展的措施和方法。教师也可以让学生课前以小组为单位,搜集我国或世界运用人工生态系统原理在农业、工业、生产和生活等方面实施人工生态系统的实例,探讨提高资源循环利用率、践行“环境友好”理念的具体措施。接着,组织学生探讨退耕还林、严格禁渔、海草床修复、人工珊瑚修复等一系列自然修复措施和工程的原理、方法和意义等,提高学生认识和解决生态学问题的能力。最后,教师启发学生运用所学的生态学和生态工程的原理和方法,提出人工生态系统的发展前景和设想,进一步树立人与自然和谐发展的观念,加强形成生态意识、环保意识和践行绿色低碳生活方式的理念。

2. 实验与活动建议

探究·活动 4-3 了解身边的人工生态系统

如果条件允许,可利用学农、社会实践、周末等时间开展活动。条件有限的学校,也可以就校园

食堂的垃圾处理问题、社区垃圾处理、小公园等地设计并实施活动。

(1) 活动准备

在开展活动前,教师需辅助学生完成分组,指导小组学生完成参观或调查活动的方案制定,明确活动目的、实施内容,了解调查地的情况并设计过程性评价表。

(2) 活动实施

教师在活动中可以指导学生开展参观、考察、访谈等活动,让学生带着问题开展活动。以“上海生活垃圾科普展示馆”为例,首先请学生对场馆进行介绍,让学生了解展馆所处地理位置、展区分布等。接着,教师分发学习单,引导学生边参观边思考,如“垃圾是什么?有哪些分类?为什么要分类?如何投放生活垃圾?垃圾去哪里了?怎样加工处理生活垃圾,让垃圾变得无害、减量和资源化?”等。随后,带领学生参观位于展馆旁的垃圾处理工厂和老港生态环保基地,并让学生根据事先设计好的问卷,访谈垃圾处理厂和环保基地的工作人员。活动结束后,请学生以小组为单位整理调查报告,并运用所学知识,提出使生活垃圾无害化、减量化和资源化的建议或设想。

3. 栏目使用建议

(1) 广角镜“保护和治理环境需要法律保障”

该栏目介绍了保护生物多样性和环境的重要国际约定和法规。教师在开展“人与环境和谐发展”教学时,可以先提出问题,例如,“你觉得如何保障保护生物多样性的行动顺利开展?你知道有哪些保护生物多样性和环境的约定或法规?为建立和完善保护生物多样性的相关法律法规,你有哪些提议?”等。随后,组织学生通过教材阅读,了解各国都在利用法律和更进步的技术手段来保护环境和生物多样性。此外,教师需要强调的是,我国不仅积极加入生物多样性和环境保护的公约,也逐步建立和完善相关法律制度,为保护生物多样性、保护全球环境资源做出巨大贡献。

(2) 科学史话“生态系统服务的认识历史”

该栏目介绍了自公元前400年至今,人类在开发利用自然环境的同时,对生态系统服务功能从感性到理性的逐步认识过程,以及生态系统服务和人类生活的各层关系。建议教师可以在开展本节内容之前,让学生课前自习,并了解我国古代劳动人民很早就意识到大自然的物质循环法则,分析提高资源使用效率的案例,组织学生介绍人类自古以来保护环境、实现人类与自然和谐相处的实例,为开展本节的学习活动提供学习资料。

三、拓展资料

1. 垃圾分类

(1) 相关政策

根据2017年《国务院办公厅关于转发〈国家发展改革委、住房城乡建设部生活垃圾分类制度实施方案〉的通知》、2018年上海市人民政府办公厅印发《关于建立完善本市生活垃圾全程分类体系的实施方案的通知》《上海市生活垃圾全程分类体系建设行动计划(2018—2020年)》,上海生活垃圾分类实施“有害垃圾、湿垃圾、可回收物、干垃圾”四分类标准,提倡“一严禁、两分类、一鼓励”政策。

“一严禁”指禁止乱扔有害垃圾。有害垃圾，如废弃的灯管、电池、油漆桶、药物及包装等单独收入有害垃圾容器内。严禁混入其他各类生活垃圾，倡导“防止污染、保护环境”。

“两分类”是指对湿垃圾和干垃圾进行分类。将剩菜剩饭、瓜皮果核、花卉绿植、过期食品等日常生活中产生的易腐性垃圾投入到湿垃圾容器内，倡导“生化处理、回归自然”；除有害垃圾、湿垃圾、可回收物以外的其他生活废弃物投入干垃圾容器内，做到“能源转换、减少排放”。

“一鼓励”指鼓励将废弃的玻璃、金属、塑料、纸张、衣服等卖给废品回收企业，交投至两网融合服务点或可回收物容器内。倡导“节约资源、循环利用”。

(2) 投放生活垃圾指引

① 有害垃圾是指对人体健康或者自然环境造成直接或者潜在危害的废弃物。针对充电电池、纽扣电池、蓄电池这类有害垃圾，投放时需要注意轻放；针对油漆桶、杀虫剂，如有残留需密闭后投放；荧光灯、节能灯已破损，需连带包装或包裹后轻放；废药品需连带包装一并投放。

② 湿垃圾是指日常生活产生的易腐性废弃物，主要包括剩菜剩饭、果皮、果核、花卉绿植、过期食品。投放时需注意纯流质的食物垃圾，如牛奶等，应直接倒进下水口；有包装物的湿垃圾应将包装物去除后分类投放，包装物需投放到对应的可回收物或干垃圾容器。

③ 可回收垃圾是指适宜回收利用和资源化利用的，如玻、金、塑、纸、衣。主要包括酱油瓶、玻璃瓶、平板玻璃、易拉罐、书本、报纸、广告单、纸板箱、衣服、床上用品、塑料瓶、塑料玩具。投放时，需注意轻投轻放，保持清洁干燥，避免污染；废纸尽量平整；立体包装物需清空内容物，清洁后压扁投放；有尖锐边角，应包裹后投放。

④ 干垃圾是指除有害垃圾、湿垃圾、可回收物以外的其他废弃物。主要包括餐盒、餐巾纸、湿纸巾、卫生间用纸、塑料袋、食品包装袋、污染严重的纸、烟蒂、纸尿裤、大骨头、贝壳、花盆、陶瓷。投放时需注意尽量沥干水分；难以辨识类别的生活垃圾投入干垃圾容器内。

(3) 垃圾分类处理流程

① 有害垃圾：有害垃圾投放容器→专用收集车→暂存点→专用车辆运输→各类危废处理企业。

② 湿垃圾：湿垃圾投放容器→小区物业短驳→垃圾箱房→专用车辆运输→湿垃圾资源化利用厂。

③ 可回收物：流动回收车、两网融合服务点、可回收物投放容器→中转站→集散场→各类资源再生工厂。

④ 干垃圾：干垃圾投放容器→小区物业短驳→垃圾箱房→专用车辆运输→再生能源利用中心（焚烧发电）。

2. “桑基鱼塘”的生态工程原理

生态工程以生态系统的自身组织、自我调节功能为基础，遵循着整体、协调、循环、自生等生态学基本原理。以桑基鱼塘为例，其中的生物组成通过合理布局、互利共生，实现了系统结构与功能的协调，形成了可以自我维持的有序整体，体现了生态工程的“自身”原理；在鱼塘边种桑树、养蚕；蚕粪撒入鱼塘，供养浮游动植物；鱼吃浮游动植物，而鱼粪又被微生物分解并与塘泥混合后再回到种植桑树的土壤里成为肥料，这样的农业生产模式维持着高效的物质循环，体现了生态工程的“循环”原理；所

选择的桑、甘蔗、鱼、蚕等生物与生物，生物与环境达到了协调和平衡，这体现了生态工程的“协调”原理；桑基鱼塘在设计时，陆地与水面配比合理，各组分搭配与比例适当、结构有序，形成了一个有机整体，将原本割裂的生产系统优化组合，发展多种经营，为农民增收，形成结构复杂、集种植和养殖为一体的人工生态系统，体现了生态工程的“整体”原理。

3. 可持续发展——当今世界面临的共同课题

20世纪以来，人类创造了前所未有的物质财富。但是，伴随着科学技术的进步和生产力的发展，人口剧增、资源浪费、环境污染、生态遭到破坏等一系列社会问题，反过来又严重地威胁着人类的生存和发展。在这种形势下，人们重新审视自己走过的历程，努力寻求一条人口、经济、社会、环境和资源相互协调的，既能满足当代人的需求，而又不对后代人的发展构成危害的可持续发展道路。

可持续发展最早是由环境学家和生态学家提出的。1978年，国际环境和发展委员会首次在文件中正式使用了这一概念，并把它定义为“在不牺牲未来几代人需要的情况下，满足我们这代人的需要”。20世纪90年代以来，可持续发展已经成为经济学和社会学领域中的重要研究课题。在制定发展战略时，追求可持续发展，已经成为国际社会的一个共同目标。

我国十分重视可持续发展问题。1992年6月，联合国环境与发展大会在巴西里约热内卢召开，会议通过了《里约环境与发展宣言》等一系列关于可持续发展的文件，我国领导人庄严承诺：中国将认真履行会议通过的各项文件。会后不久，我国政府就提出了促进中国环境与发展的“十大对策”。国务院环境保护委员会于1992年决定，由有关部门负责编制《中国21世纪议程》，即《中国21世纪人口、环境与发展白皮书》。该文件指出，努力寻求一条人口、经济、社会、环境和资源相互协调的可持续发展道路，是中国在未来和下一个世纪发展的自身需要和必然选择。党的十七大报告提出建设生态文明，基本形成节约能源资源和保护生态环境的产业结构、增长方式、消费模式。党的十八大报告明确提出大力推进生态文明建设，努力建设美丽中国。2013年，党的十八届三中全会提出，紧紧围绕建设美丽中国深化生态文明体制改革，加快建立生态文明制度。

附录

附录 1 教材“自我评价”与“学业评价”参考答案

第 1 章 种群和群落

第 1 节 种群特征及其影响因素

1. 主要从上海人口出生率和死亡率、迁入和迁出率的角度阐述理由。由于迁入率较高，上海市常住人口数呈现上升趋势。由于上海男女比例基本相同，但老龄化较严重，出生率不高，所以年龄结构呈现衰退型。
2. 种群不是个体的简单累加，种群内的个体通过特定关系构成一个整体。

3. (1) 城市化指标越大，种群密度越低，说明上海地区城市化对两栖类产生了负面效应，即两栖类种群密度随着城市化程度加深而减少。 (2) 尽管城市化对两栖类的种群有负面影响，但城市环境中的绿地、公园、池塘等地也为一些两栖类生物生存繁殖提供栖息地。为此，两栖类栖息地修复是两栖类保护的关键。例如，建议在城市公园池塘设计保留浅水区，配制不同组合的水生植被，为两栖类繁殖提供条件；城市管理等部门根据不同物种的栖息地利用需求，制定不同的保护策略，如泽蛙对农田景观有依赖，黑斑蛙对森林覆盖率有需求；道路对两栖类扩散形成障碍，建议修建隧道，用于两栖类在被道路分割的景观中扩散；栖息地距离相邻湿地越近，两栖类数量越多，建议将栖息地恢复工作集中于潜在的扩散走廊；建议在规划城市河道时，尽可能将城市中不同的湿地栖息地连接起来，为两栖类的交流和扩散提供便利。

第 2 节 用数学方法描述种群数量的变动规律

1. “J”型曲线的增长率是不变的，而种群每年增长的个体数是不同的，呈现逐年增长的趋势。“S”型曲线的增长率达到最大值之后会逐渐下降。原因是种群迁入新环境最初的一段时间空间、资源都比较充足，类似理想条件，种群保持较高的增长率；随着时间的推移，空间、资源都越来越有限，种群增长率逐渐降低。“S”型曲线的增长速率是先上升后下降，其中种群为 $K/2$ 时，种群增长速率最大，种群数量为 K 时，种群的增长速率为 0。

比较项	“J”型曲线	“S”型曲线
前提条件	环境资源无限(食物、空间充裕,气候适宜,没有敌害等)	环境资源有限
种群数量变化规律	数量连续增加, $N_t = N_0 \lambda^t$	达到环境条件允许的最大值后停止增长,保持相对稳定状态
种群增长率	保持稳定	随种群密度上升而下降
K 值	无 K 值	有 K 值

2. (1) 提示: 以时间作为 x 轴, 种群数量作为 y 轴, 根据教材表 1-3 的实验数据绘制曲线图。
 (2) 200 (3) 不能。随着大草履虫数量增加, 它们对食物和空间的竞争也会加剧, 导致种群出生率降低, 死亡率升高。当大草履虫长久处于不利条件下, 种群数量甚至会出现持续性或急剧下降乃至消亡。

3. (1) 有利于保护产卵群体和幼鱼等渔业资源, 伏季休渔在春夏季为渔业生物提供了生长繁殖的时间和空间, 有利于渔业资源休养生息。 (2) 要持续获得较大的鱼产量, 需要使鱼的产量维持在一个较高的水平, 又不危害鱼种群数量增长的持续性。根据种群增长的“S”型曲线, 建议在鱼种群环境容纳量一半的时候进行捕鱼。因为此时鱼种群的增长速率较高, 能够在保证种群持续增长的同时获得较大的渔获量。 (3) 建议对渔民所用的渔网网目大小进行规定, 防止幼鱼被捕捞, 影响鱼种群的年龄结构、出生率, 造成来年渔获量降低。

第 3 节 群落是多物种群形成的复杂空间结构

- 光照是主要原因。此外, 温度、水分等生态因素对动植物的分层有直接影响。
- 共同点: 都属于负相互作用, 即作用双方至少有一方受害。不同点: 捕食关系是一种生物以另一种生物为食; 种间竞争关系是彼此相互抑制; 寄生关系是一方寄生于另一方, 并有害于后者。
- 提示: 可设计表格记录植物群落垂直结构和水平结构的组成与特征, 从生物和非生物因素的角度来分析影响群落结构的因素。参考记录表如下:

季节	植物群落垂直结构		植物群落水平结构	
	组成与特征	影响因素	组成与特征	影响因素
春				
夏				
秋				
冬				

第4节 群落演替是生物与环境相互作用的结果

1.

比较项	初生演替	次生演替
起点	从一个从来没有被植物覆盖的地面,或者是原来存在过植被、后来植被被彻底消失的地方开始的演替	原有土壤条件基本保留,甚至还保留了植物的种子或其他繁殖体的地方发生的演替
经历阶段	经历的阶段相对较多	经历的阶段相对较少
演替速度	速度慢	速度快
实例	大金山岛群落演替、从裸岩上长出森林等	弃耕的农田、大火毁灭的森林群落的地上部分等
共同点	群落结构由简单到复杂,群落中的物种数量和群落层次增多,土壤、光能得到充分的利用。群落演替一般朝着物种丰富度增加、结构复杂的方向进行,最终群落会发展成为一个与所处环境相适应的相对稳定的状态。初生演替和次生演替都是生物与生物之间、生物与非生物环境之间协同进化的结果	

2. (1) 土壤肥沃、森林郁郁葱葱、物种丰富度增加等。 (2) 次生演替。因为原有土壤条件基本保留,土壤中也保留了植物的种子或其他繁殖体,演替速度相对较快。 (3) 提示:从当地的气候、土壤、动植物情况等方面综合分析可行性。

第1章学业评价

1. (1) D (2) B (3) 提示:可辩证地分析啮齿类动物对高山草甸的影响。虽然啮齿类动物挖掘造丘行为直接导致草地裸露和植被死亡。然而,作为长期适应青藏高原草地生态系统的特有地下物种,啮齿类动物和环境之间也达成了一种动态平衡的关系。高山草甸植物群落物种的共存和多样性的维持依赖于植物物种在鼠丘斑块上的繁殖能力以及空白斑块群落的演替周期是否能够适应啮齿类动物造丘干扰频率。啮齿类动物还会促进高山草甸植物群落更新和物种多样性维持。高山草甸治理的意见和建议提示如下:在修复原则上,坚持生态优先、兼顾生产的原则,按照先生态后生产的原则,保证草原资源可持续发展利用,从根本上防止水土流失、改善生态环境,着力发挥草原生态系统的功能。此外,也要加强管控、制定法律法规、深入开展保护宣传工作等。

2. (1) 次生 (2) 因为它们的占比正在逐渐下降。 (3) 种间竞争 互花米草属于入侵物种。因为从 1998 年、2002 年、2004 年三个时期的数据来看,互花米草生长的面积和所占比例都快速增加,而藨草/海三棱藨草的生长面积及所占比例不断下降,说明随着互花米草的入侵,影响了本地物种的生长。

第2章 生态系统的结构与功能

第1节 生态系统各组分紧密联系成一体

- 它生活的环境中的非生物因素有:阳光、空气、水、土壤……涉及树麻雀的食物链可能有:树→虫→麻雀→鹰,或者:树→麻雀→鹰
- 自然界中生物通过捕食和被捕食(营养关系)形成食物链。这不是一条完整的食物链,还缺少

生产者。

3. 在“马尾松→松毛虫→灰喜鹊”这条食物链中,灰喜鹊是次级(二级)消费者。
4. 此处“天地”指生态系统中的非生物因素。“并生”意为生态系统中生物群落与非生物因素互相作用,形成了协调统一的整体。以“我”为代表的生灵,即生物群落,其存活、生长、繁殖等活动都必须依赖于当地的环境,即“天地”;离开特定非生物因素,生物群落将无法维持,所以“我”需要与“天地”“并生”。生物的存在和活动也会对非生物因素产生影响,并使其发生改变,“与我并生”后的“天地”将与“我”形成协调统一的整体。
5. 生态系统这种“超级生物”也能在自然选择作用下产生适应性进化。当环境发生变化后,生态系统中部分生物可能会不适应变化的环境被淘汰,其他生物间的营养关系会随之发生调整,并适应变化后的新环境,产生适应性进化。

第2节 能量在单向流动中逐级递减

1. 水稻和杂草都是农田生态系统中的生产者,除去水稻田中的杂草,可以使太阳辐射中的能量尽可能多地被水稻固定,储存在水稻中,提高水稻产量。
2. 能量沿食物链流动呈单向流动和逐级递减特点,大型食肉动物一般处于食物链顶端,能够流向大型食肉动物的总能量在各营养级中是最少的,所以大型食肉动物数量一般较少。当生态系统出现干扰时,处于食物链最顶端的大型食肉动物因为能量流入过少更容易成为濒危物种。
3. 生命活动和生态系统的运行离不开能量,太阳能是地球上绝大多数生态系统的能量输入源,生态系统各营养级生物生命活动所需能量主要来自生产者固定的太阳能,并沿着食物链单向流动,逐渐散失,如果没有持续的能量输入,生态系统将会崩溃。所以地球生态系统严重依赖太阳。提示:如果太阳消失,需要找到新的能被地球生产者固定的能量源,才能拯救地球上的生态系统。
4. 输入生态系统中的能量在各营养级之间进行单向流动,一个营养级中的能量平均有10%流入下一营养级,可以在调查草场牧草固定总能量后,以能量传递效率10%计算可以流入放养牲畜的总能量,并以此确定草场的放牧量。
5. (1) 有5%的到达崇明东滩地表的太阳能被转化为植物的总生产量,有1%的到达崇明东滩地表的太阳能被转化为植物的净生产量。 (2) 有 $24\ 000\ \text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{y}$ 的能量被生产者以呼吸形式散失;有 $200\ \text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{y}$ 的能量被消费者以呼吸形式散失。 (3) 有67.7%的植物净生产量以有机碎屑的形式离开湿地生态系统。 (4) 略

第3节 物质在生态系统中循环利用

1. 这个过程是碳元素从生物群落返回无机环境的过程。湿垃圾是动植物残体,原本属于生物群落的一部分,其中的碳元素以各种有机物形式存在,厌氧发酵后产生沼气,沼气燃烧产生二氧化碳,释放进入大气,碳元素从生物群落返回了无机环境。
2. 动物单独放在封闭空间,环境中二氧化碳越来越多,氧气越来越少,环境中也没有食物资源,动物会因为缺氧、缺少食物死亡。如果动物和植物同时放在一个封闭空间,动物释放的二氧化碳可以被植物利用,并释放氧气,并以植物为食,显著延长动物生命活动的时间。植物单独放在封闭空间,会缺少如必需矿质营养等供应影响生命活动。如果和动物同时放在一个封闭空间,动物粪便分

解,可以为植物提供营养,延长植物生命活动时间。

3. 农田生态系统中的二氧化碳因为大气的流动而不断得到补充,农作物可以从大气中源源不断地获得二氧化碳,所以,不需要向农田生态系统中人工输入“碳肥”。农作物从农田生态系统中获取氮肥和磷肥,用于作物的生长,农作物收获后,这些物质随即离开了农田生态系统;农田生态系统中含有的氮肥和磷肥还可能因为雨水冲刷等而流失,使农田生态系统中氮肥和磷肥含量下降,所以,农田生态系统需要人工输入氮肥和磷肥。可以在水体中养殖吸收氮和磷的生物,然后将这些生物从水域生态系统中移除,从而降低水域生态系统中氮和磷的含量。

4. 古代植物的碳来源于古代植物通过光合作用固定的大气中的二氧化碳。人类开采煤炭并燃烧后,煤炭中的碳又以二氧化碳的形式释放进入了大气中。植物需要利用太阳能,才能通过光合作用,将大气中的二氧化碳转变成有机物,碳得以从无机环境进入生物群落。

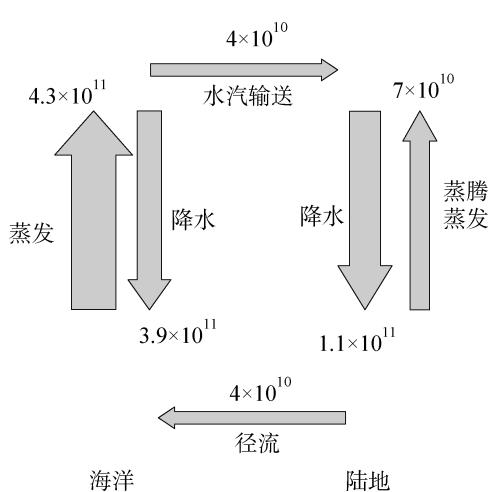
第4节 生态系统运行离不开信息传递

1. 有信息传递,是物理信息。
2. 这种现象属于生态系统的信息传递。
3. 这种模拟是利用了物理信息来影响蜜蜂的行为。
4. “一朝被蛇咬,十年怕井绳”包含的是物理信息,对生物的活动产生影响,趋利避害。
5. 这个实验说明,人类可以利用生态系统中信息传递的规律来影响生物的行为。

第2章学业评价

1. (1) 藻类和水草 4 (2) 4 100 (3) 居民生活污水中含有氮、磷等无机盐及有机物,生活污水不经处理直接排入池塘,会导致池塘水体富营养化,藻类在光照、温度适宜情况下大暴发。藻类死亡以及水体有机物增多导致水体分解者增多,水体浑浊,水体含氧量减少,水生动物死亡,数量明显减少 乌鳢捕食部分鲫鱼,使鲫鱼数量减少,水蚤和田螺的数量增加,对藻类的捕食增多,池中藻类数量下降,水体开始变清 (4) 水葫芦覆盖水面,水草和藻类生长必需的阳光被水葫芦阻挡,水草和藻类无法正常完成光合作用,缺少有机物质和能量,死亡率增加,数量明显减少

2. (1)



(2) 比例是 1。 (3) 在寒冷的冰期,海陆间水量的输送比例会变大,因为海洋蒸发后,水汽输送并通过降水到达陆地,但是,陆地水以冰川形式被保留在陆地,通过径流回到海洋的水减少。这个改变,对海洋生态系统和陆地生态系统均有影响。

3. (1) 上述现象中的种间关系有:捕食、种间竞争。 (2) 影响昆虫 A 活动的信息的两大来源分别是非生物因素和生物因素。影响昆虫 B 活动的信息种类有物理信息(夜晚活动)、化学信息(X 驱赶昆虫 B)。蜘蛛在蜘蛛网上捕食昆虫 B 所利用的信息种类是物理信息。 (3) 在上述植物上施用人工合成的物质 X 后,吸引了昆虫 A 的天敌,昆虫 A 被大量捕食,数量减少;驱赶了昆虫 B,昆虫 B 的数量也减少;因为昆虫 A 和昆虫 B 的数量减少,蜘蛛的食物来源减少,蜘蛛数量也随之减少。

第 3 章 生态系统的相对稳定性

第 1 节 生态系统具有维持动态平衡的能力

1. 稳定的生态系统特征包括结构上的相对稳定、功能上的完善、能量输入和输出上的相对稳定。
2. 不同生态系统的抵抗力稳定性不同。生态系统中物种多样化、营养结构复杂化都会影响其抵抗力稳定性,同时非生物因素也影响生态系统抵抗力稳定性。
3. 不同生态系统平衡状态被破坏后,恢复到原来状态需要的时间不同。其恢复力稳定性与该生态系统原有结构的复杂程度和破坏程度都有关。
4. (1) 生态瓶由于物种单一、结构简单,生产者只有黑藻,其抵抗力稳定性较低,因此当黑藻被病原菌感染后,该生态系统稳定性极易被破坏。而池塘生态系统物种相对较丰富,营养结构较复杂,抵抗力稳定性较高,当水草被感染后,还有其他生产者,如浮游植物;鲢鱼也可以以浮游植物为食,因此该生态系统能较好地维持其稳定性。 (2) 生态系统处于相对稳定状态时,其结构也处于相对稳定的状态,但由于环境或内部因素的影响,生态系统在自我调节、维持稳定的过程中生物数量不会固定不变,同时这种调节使得生态系统维持相对稳定的状态,因此生物数量也不会有很大波动。

第 2 节 生态系统的稳定性受到各种干扰的影响

1. 人类对自然资源的过度利用如过度放牧、过度砍伐、过度开采,以及外来物种的引入都会破坏生态系统原有平衡。
2. 人类应该了解生态系统的自我调节能力,在其调节能力的范围内合理地、符合生态学规律地利用资源,保持生态系统的稳定性。
3. (1) 当浮游植物数量下降时,浮游动物数量也随之下降,以前两者为食的底栖动物数量也下降,随后鱼类数量随之下降,捕食者数量下降后,浮游植物繁殖数量增加,随之浮游动物、底栖动物、鱼类的数量也随之恢复。 (2) 生活污水中含氮、磷等物质增多,会造成水体富营养化;生活污水中含有大量有机物,会导致水体溶解氧含量下降,影响水生生物的生存等。 (3) 由于苏州河生态系统只是初步恢复,其生物种类并未达到原有的丰富程度,营养结构较单一,因此抵抗力稳定性较弱。

第3章学业评价

1. (1) A (2) D (3) 沉水植物面积变化与水质呈正相关：1995年至2004年，随水质情况变差，沉水植物面积减小；2004年至2016年，随水质情况转好，沉水植物面积增大。沉水植物是太湖流域生产者之一，沉水植物面积减少说明沉水植物数量减少，生产者数量减小，会减少生态系统固定的太阳能，影响生态系统的能量流动与物质循环。另外，沉水植物对水质净化也有一定的作用，因此沉水植物减少会降低太湖生态系统自我调节的能力，而随着沉水植物数量恢复，太湖生态系统自我调节能力增强，其稳定性也随之增强。(4)提示：自2007年以来，太湖流域主要开展以下综合治理措施：控源截污、生态清淤、调水引流等。

2. (1) AB (2) D (3) 外来物种之所以会对入侵地产生生物入侵现象，主要由于入侵地对该生物环境适宜且没有天敌，使得入侵物种能大量繁殖，影响入侵地物种的生长，破坏入侵地生物种类的多样性，也会使得入侵地原有营养结构被破坏。

第4章 生态环境的保护

第1节 人口增长影响生态环境

1. (1) 土地、光照、能源、森林、海洋、动植物等。 (2) 优良耕地退化、加剧水土流失、气候失衡等。

2. (1) 略。 (2) 提示：可以从转变生产方式、优化能源结构、提倡可持续发展的生活方式等方面展开讨论。

第2节 生物多样性关系到生态系统稳定及人类生存和发展

1. 生物多样性指生物圈内所有的微生物、植物、动物等和它们的基因，以及它们与环境共同组成的各种各样的生态系统。生物多样性包括遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性。

2. 提示：可结合沙漠和森林生态系统的环境和物种特点分析。

3. 提示：可从生物多样性的价值，如生物多样性和育种、人类健康、工业、文化、调节生态系统的功能、科学价值等方面分析。

4. (1) 主要通过保护栖息地、保护物种两种措施。保护栖息地主要的措施是划定保护区域。物种保护主要有就地保护和迁地保护两种方式。 (2) 自然保护区是各类型生态系统及动植物物种的天然贮存库，是保护生物多样性最有效的措施之一。自然保护区对于保护自然环境、自然资源和维护生态平衡具有重要意义，对经济建设和未来社会发展具有深远的战略意义。 (3) 提示：从人与自然和谐相处、生物与非生物资源可持续发展的角度进行分析。

第3节 保护环境实现人类与自然的和谐相处

1. (1) 可回收垃圾。提示：可根据生态工程的原理分析。 (2) 可分为食品垃圾、普通垃圾、建筑垃圾和危险垃圾。 (3) 可以防止对空气的污染，有效降低空气污染，有利于人类呼吸更加清新的空气；减少对水体的污染，有效减少渗沥液产生，减少对地下水和地表水的污染；减少对土地的侵占，

有效降低设施建设对土地的占用；提高湿垃圾的资源化利用，可获得更多纯净的湿垃圾和有机肥，让人们少吃“化肥蔬菜”；促进资源循环与可持续发展，有效地节约了各类资源，减少对矿产的开发和森林的砍伐，保障环境资源可持续发展，造福子孙后代。

2. 石油农业主要指大量使用化肥代替传统有机肥料，利用各种农药、化肥改变农作物的生长环境和生长节律以适应市场需求的农业生产方式。与环境友好种植方式相比，石油农业种植“高能耗、高污染”，会对生态环境造成严重问题：农业内源性污染严重，农田土壤侵蚀日益加重，秸秆焚烧现象严重等，导致农业生产对环境的危害日益严重；环境污染加剧直接影响农产品质量安全：大量使用农药化肥，导致产品口感和营养价值大幅下降，各种食品添加剂、动植物生长激素被滥用、乱用，最终进入人体，威胁人体健康；能量消耗与能量转化率之间的比例恶化，明显出现“产品增长率递减”现象。环境友好种植方式是运用生态学原理和方法，采用现代科技，结合传统农业技术，把农业生产、农村经济发展、生态环境治理三者融为一体的新型综合农业体系。“低碳、环保、高效益”是其特点。

第4章学业评价

1. (1) 维持生态系统物种数量相对稳定。 (2) 当生态系统中各物种维持在相对合理的数量时，可以通过自我调节和更新达到相对稳定的状态。

2. (1) 涵养水源、净化水质、调节气候(丰雨减旱)、保持水土。 (2) 提示：可考虑种植适合水培的植物。 (3) 提示：可以从节地、节水、节能、节材、环保、美观等多角度出发，将雨水花园与城市道路绿化景观相结合，促进生态环境的改善。例如，不但通过绿化隔离带行道树池、路侧绿带中植物的土壤覆盖层对雨水进行净化、去污，将道路初期雨水径流中固体悬浮物、重金属、石油等主要污染物过滤，达到降低径流污染的目的；还可以利用湿生植物进行有效蓄水，补充地下水，改善道路小气候环境，净化空气。再如，雨水花园与道路中的市政管网设计联系起来，节水节能，提高城市道路的透水性，减少道路积水，形成一个完整的雨水径流排放体系；路缘石上设置排水孔，或设置分段式路缘石，雨水径流通过路缘石上的排水孔或从路缘石之间排至雨水花园内。溢水口与城市雨水管网连接，保证下凹绿地与雨水种植池内雨水的质量、截污与饱和后的排放等。

附录 2 《练习部分》参考答案

第1章 种群和群落

第1节 种群特征及其影响因素

选择题

1. D 2. C 3. C 4. A 5. A 6. C

综合题

1. (1) B

(2) A

(3) ABC

2. (1) B

(2) 8月幼体全孵出时和6月繁殖期 春秋季高,夏季低

(3) B

(4) BD

3. (1) 样方法

(2) B

(3) D

(4) ACD

第2节 用数学方法描述种群数量的变动规律

选择题

1. C 2. C 3. C 4. D 5. A 6. C

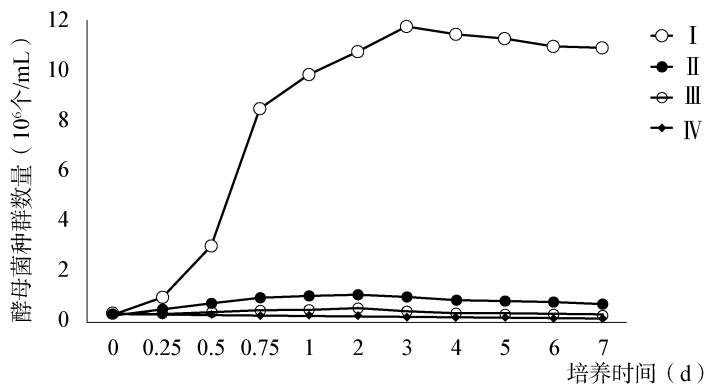
综合题

1. (1) D

(2) 降低 提高 当开捕年龄一定时,资源量随着捕捞强度的增加而下降,因此降低捕捞强度有利于恢复资源。当捕捞强度一定时,资源量随开捕年龄的提高而显著上升,说明提高开捕年龄,有利于恢复资源

(3) 提高开捕年龄,有利于渔获量的提高;而调整捕捞强度,在提高渔获量方面的效果则随着开捕年龄的提高而效果减少

2. (1)



(2) 在 0.25 天以内, 酵母种群增长缓慢, 之后种群增长加速, 在 0.5~0.75 天之间增长最快, 从 0.75 天开始种群增长减速, 第 3 天时种群数量达到最大值, 之后种群数量略有下降(或种群数量增长率先慢后快, 再放缓, 最后达到最高值后种群数量略有下降)

(3) “S” 开始时, 酵母种群数量较小, 环境适宜, 种群增长接近“J”型曲线; 但种群数量增大到一定程度, 环境空间有限, 营养物质消耗、有毒代谢产物积累甚至由于酵母过多造成缺氧产生乙醇等, 种内竞争也加剧, 使得酵母种群数量增长减缓逐渐至平稳, 甚至种群数量略有下降

第 3 节 群落是多物种种群形成的复杂空间结构

选择题

1. A 2. D 3. C 4. D 5. B 6. B

综合题

1. (1) BD

(2) 光照强度 其中的物种组成, 主要是植被组成或植物类型

(3) 主要取决于植物的分布, 因为植物为鸟类生存提供了食物和栖息空间等。

(4) 水平

(5) 生态位 生态位不同, 能降低鸟类之间的种间竞争, 以获得相对充足的食物和栖息地, 从而有利于不同鸟类的生存

2. (1) 种间关系 种间竞争

(2) 秧鸡的种群数量在一定时间内下降到极低。因为无人工干预条件下, 家猫和家兔分别与秧鸡呈捕食关系和种间竞争关系

(3) 虽然去除了家猫对秧鸡的捕食, 但家兔与秧鸡的种间竞争依然存在, 使得秧鸡的种群数量不能恢复到家兔和家猫引入之前的水平

(4) D

第4节 群落演替是生物与环境相互作用的结果

选择题

1. B 2. B 3. C 4. B 5. C 6. D

综合题

1. (1) 甲

(2) 甲 地点甲处的生物种类数多,共有45种,植物群落分层明显,有落叶树、灌木、蕨类、草,使得植物能充分利用太阳光能;土壤湿度较大,说明土壤中含水量充足;土壤中有机质丰富、土壤含氮量高等较好的非生物因素条件,又有利于植物的生长发育,从而使得植物更好地利用太阳光能。

- (3) 土壤中缺少相应的水分和矿质养料,土壤浅,不足以维持高大植物的生长

- (4) 次生 森林 顶级

(5) b 从光裸的岩石上开始的演替(a)为初生演替,从山火毁林后开始的演替(b)为次生演替。形成森林需要一定的土壤条件,从山火毁林后开始的次生演替(b)起始时即具备较好的土壤条件,而从裸岩开始的初生演替(a)要形成这样的土壤条件需要经过漫长的时间。

2. (1) ②③①

- (2) 雁鸭类、鹭类总数量呈上升趋势,但鹤鹬类则出现迅速下降的趋势

表1-5显示鹤鹬类栖息地偏好滩涂及堤内湿润地,围垦后堤外泥滩基本上完全消失,堤内天然的滩涂湿地快速退化向旱地演替,堤内鹤鹬类栖息地丢失加重,泥滩面积减少,导致南汇东滩鹤鹬类逐年大规模地减少。

(3) 鹤鹬类 重点在于为其提供良好的栖息地。例如,围垦后对养殖塘进行适当改造,增加裸露泥滩的比例,或在鹤鹬类春秋迁徙期增加稻田的水量,保持泥土湿润。同时,也要减少人为捕杀和污染等干扰因素等(举一例即可)

本章综合练习

1. (1) 标志重捕法 布氏田鼠活动能力强、活动范围广且难以直接观察。

(2) 128 高 由于田鼠被捕捉后会更难捕捉,说明重捕个体中被标识的个体数偏小,根据计算公式“种群个体总数(N)/标记总数=重捕总数/重捕中被标志的个体数”可知,会导致计算所得的种群个体总数(N)偏大,即计算所得的种群密度升高。

- (3) 7 : 9

(4) 如果在初捕标记放生后马上进行重捕,可能会因为被标记的个体还没有均匀分布,或者被标记的个体因为捕捉、标记等刺激的原因,而导致被标记的个体和未被标记的个体在再次捕捉时被捕获的概率不等。

重捕时还需要注意:应该使用相同的方法,在相同的地点,放置相同数量的捕捉工具等。

2. (1) B

- (2) 食物和空间不足、捕食者数量增加、种内斗争加剧(合理即可)

- (3) 增长

(4) $K/2$ 种群数量在 $K/2$ 水平时,种群增长率最大,种群新增鱼量最多,捕捉相当于新增鱼量的成鱼,既不会因为过量捕捞使种群数量下降而破坏鱼类资源,也可以从种群中持续获得最大捕

鱼量。

(5) A 加拿大一枝黄花进入我国早期,我国气候环境适宜其生长,没有制衡其生长的天敌,其种内竞争相对较弱,生存空间充裕,其出生率非常高而死亡率很低,快速增长。

B 自然界的资源和空间是有限的,即使没有人为干预,经过足够长时间,加拿大一枝黄花在过度增长后,生存空间变得过于拥挤,生存资源日渐紧张,其种内竞争以及疾病等威胁都会加剧。这些因素综合作用,使得其种群死亡率上升、出生率下降,最终种群增长停止,其种群数量保持在一个相对稳定的水平。

3. (1) 随机 S2
- (2) 次生 光能(或自然资源)
- (3) C

(4) 油松和刺槐 根据表 1-7,油松和刺槐物种间的生态位重叠情况最大(0.884),说明这两个物种对某一资源的共同利用程度最高,它们对生存所需的环境要求的综合相似度最大,引起的竞争最激烈。

第 2 章 生态系统的结构与功能

第 1 节 生态系统各组分紧密联系成一体

选择题

1. C 2. D 3. B 4. C 5. A 6. D

综合题

1. (1) ACG
- (2) 芦苇→昆虫→震旦鸦雀→红隼 三
- (3) HR、MR 和 SC PR 和 HR
- (4) 降低、降低

(5) 震旦鸦雀的繁殖和觅食都依赖于芦苇生境。作为栖息地,芦苇为震旦鸦雀提供了食物资源、隐蔽条件、繁殖筑巢的场地等。推苇建林后,隐蔽条件失去而容易被红隼等天敌捕食,筑巢繁殖地减少、食物资源减少,种内斗争加剧,导致震旦鸦雀种群的死亡率高于出生率,造成种群数量下降。

(6) 建议规划部门在实施推苇造林前,对震旦鸦雀分布地区进行震旦鸦雀等种群调查,根据调查结果给出合理的震旦鸦雀种群所需的栖息地。在这样的前提下,合理规划城市发展需要推苇建林的用地。

2. (1) 三或四
- (2) 题干指出卷尾鬣蜥主要以沙氏变色蜥和较大的地面节肢动物为食,同时图 2-3 显示沙氏变色蜥以网蜘蛛、较大的飞行草食动物、较大的地面节肢动物、其他地面捕食者和其他草食动物为食。较大的地面节肢动物是卷尾鬣蜥和沙氏变色蜥共同的食物。由此卷尾鬣蜥与沙氏变色蜥的种间关系是捕食和竞争
- (3) 垂直
- (4) 对比 A 区域,B 区域卷尾鬣蜥出现后,沙氏变色蜥的种群数量降低,网蜘蛛的种群数量增加。

因为卷尾鬣蜥主要以沙氏变色蜥和较大的地面节肢动物为食,卷尾鬣蜥出现后,B区域沙氏变色蜥因为新增了捕食者而导致种群数量下降。而沙氏变色蜥是网蜘蛛的唯一捕食者,当沙氏变色蜥种群数量下降时,网蜘蛛被捕食的概率下降,使得网蜘蛛的种群数量增加

(5) 食物链 食物网 相对

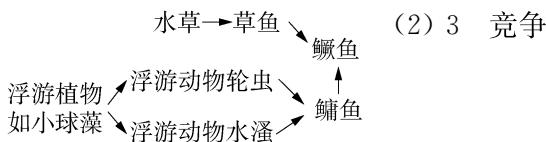
第2节 能量在单向流动中逐级递减

选择题

1. B 2. C 3. B 4. B 5. B 6. C

综合题

1. (1)



- (2) 3 竞争

- (3) 水草、浮游植物

- (4) 10 000

- (5) 充分利用栖息空间和食物条件等资源,提高能量利用率,使鱼类产量提高

2. (1) 食物链 生物放大

- (2) C

- (3) 消费者 将动植物遗体或活体脱落的残体等有机物分解成无机物

(4) ① 下降 在较长时间使用环境危害较低的拟除虫菊酯时,拟除虫菊酯对传播疟疾的蚊子进行了选择,使得对拟除虫菊酯具有抗性的个体得以保留并大量繁殖,导致拟除虫菊酯灭蚊的效果下降,引起了疟疾卷土重来,疟疾的病例数和死亡数均有较大幅度的上升

② 均显著下降 上升 持续使用相同浓度的 DDT,淘汰了对该浓度没有抗性的按蚊,对该浓度 DDT 有抗性的按蚊被保留下,经过繁殖,按蚊种群数量又会增加,使疟疾病例数和死亡数上升

③ 观点一: 禁用 DDT,可以研发其他替代 DDT 的灭蚊药物,并能确保在环境中可以降解;

观点二: 继续使用 DDT,研究人工分解 DDT 的技术,减少对环境的污染;

观点三: 有控制地使用 DDT,配合其他控蚊措施以减少 DDT 的用量,研发降解 DDT 方法等措施(注: 我国于 2009 年禁用 DDT,但仍然保留了紧急情况下用于病媒防治的可能)(答案不唯一,提出一个观点即可)。

措施: 利用天敌防治农业病虫害和减少蚊蝇传播,利用生物工程技术改造农作物基因提高抗虫害能力、减少蚊蝇的繁殖能力等。

第3节 物质在生态系统中循环利用

选择题

1. D 2. D 3. B 4. A 5. D 6. C

综合题

1. (1) ABC

- (2) 2100~2500 年间, 大气 CO₂ 浓度上升引起的辐射增暖效应, 减少了海洋 CO₂ 累积吸收量
- (3) B
2. (1) 第一营养级 鲢鱼
- (2) 使生态系统的结构更加复杂, 生物多样性更高, 提高生态系统抵抗力稳定性(或增强生态系统的自我调节能力)
- (3) 11.3($15.9 \div 141.0 = 11.3\%$) 单向流动、逐级递减
- (4) ① 0.3 g 尿素 不加任何物质(或加 0.3 g 蒸馏水)(注意: 乙和丁所加物质可互换)
- ② 除去样品中原有的矿质元素
- ③ 丙 藻类生长所需的矿质元素 N、P 等含量丰富
- (5) 利用水生生物(如芦苇)的代谢活动去除水体中的 N、P; 利用化学方法, 将 N、P 有效地沉淀出来等。

第 4 节 生态系统运行离不开信息传递

选择题

1. B 2. A 3. C 4. B 5. C 6. B

综合题

1. (1) 化学 物理
- (2) 行为
- (3) 信息的作用
- (4) 丁原醇溶剂 湿地松能产生挥发性物质吸引赤眼蜂寻找食物; 遭受虫害后, 产生的挥发物 B 对赤眼蜂的吸引力更大, 以避免虫害
- (5) 化学 调节生物的种间关系, 以维持生态系统的稳定
- (6) 生物防治 不污染环境
2. (1) 行为信息 捕食 加强了生物群落与非生物因素、生物与生物之间的联系, 形成了生态系统的自我调节机制
- (2) ① 化学信息 物理信息
- ② 将白纸染成花朵的颜色(黄色), 无特殊的味道, 且形状与花朵不同
- ③ “模拟花”与蜂箱的距离相等 晴天无风(其他合理答案亦可)
- ④ 单位时间内落到实验材料(模拟花)上的蜜蜂数目

本章综合练习

1. (1) 绿藻和蓝藻 二、三 捕食和竞争
- (2) 30.6 被分解者利用(和未被利用的) 逐级递减
- (3) 1.5
- (4) ① 绿藻 绿藻的藻毒素含量低
- ② 植食性
2. (1) 太阳能(或同化固定的能量) 热能(或呼吸作用散失的能量) 营养级越高, 可利用的能量

量越少

- (2) II 同化固定的能量 II 用于生长、发育和繁殖的能量 $b/y \times 100\%$
- (3) 单向流动、逐级递减
- (4) $25A/(1+4X)$
- (5) 化学信息 性别比例 种群密度(通过出生率下降影响种群密度)

第3章 生态系统的相对稳定性

第1节 生态系统具有维持动态平衡的能力

选择题

- 1. C 2. C 3. C 4. C 5. D 6. B

综合题

- 1. (1) 不同的施肥量 生态系统的稳定性

(2) 水质基本相同,水中的生物种类和数量基本相同 确保无关变量相同(或遵循单一变量原则)

- (3) 随机性 准确性

(4) 稳定。适量施肥后,球藻类和裸藻类先后成为优势种,但其他生物基本稳定,说明该生态系统处于一种新动态平衡中,依然是稳定的。

- 2. (1) 自我调节 能量

- (2) 抵抗力稳定性越弱 时间 恢复力稳定性越弱 总稳定性越弱

- (3) < 正相关

(4) 对4种生物生存的影响: ④内两种污染物的 $RQ > 1$, ②内汞的 $RQ > 1$, 污染物会威胁这些生物的生存,由于①和③生物体内两种污染物的 $RQ < 1$, 其生存不会受到威胁。该生态系统的生物多样性会降低,抵抗力稳定性会降低。

第2节 生态系统的稳定性受到各种干扰的影响

选择题

- 1. A 2. D 3. B 4. C 5. C 6. D

综合题

- 1. (1) 蝗虫密度及蝗虫的种类

- (2) 增加 牧草补偿量大于蝗虫的取食量 自我调节能力 急剧下降

- (3) 亚洲小车蝗 捕食

- (4) 物种多样性(生物多样性或稳定性)

(5) 实验思路: 取少花蒺藜草的原产地种群和成功入侵种群的两种群样本,种植在入侵地环境中,测定株高、分枝数、生物量等

预期结果或结论: 入侵种群的株高、分枝数、生物量等都大于原产地种群,则证明入侵种群把原来用于防御原产地天敌的能量投入到了生长和繁殖中

(6) 防御原产地天敌

2. (1) 消费者 分解者

(2) 捕食 86. 65 碎屑食物链在太湖生态系统能量流动中起更重要的作用

(3) B

(4) 生态系统的结构相对稳定、功能完善、能量输入和输出相对稳定。

(5) 捕捞 如果捕捞量过大,会导致太湖生态系统抵抗力稳定性下降,恢复力下降。过量捕捞太湖生态系统中的生物成分,使生态系统中的生物种类和个体数量大量减少,生态系统的营养结构由复杂变得简单,使生态系统通过自我调节保持原状的能力下降,即抵抗力稳定性下降。同时,因为生物种类和个体数量减少,营养结构变得简单,太湖生态系统需要花更多的时间才能恢复到原来的平衡状态,其恢复力下降。

本章综合练习

1. (1) 减少实验误差

(2) 不利之处: 放鱼后,由于鱼的取食,会造成浮游植物的生物量下降;有利之处: 鱼粪为浮游植物提供营养物质,以及鱼也会大量捕食浮游动物,从而减弱浮游动物对浮游植物的捕食作用,使得浮游植物的量提高。

(3) 水稻与浮游植物之间存在种间竞争关系,生长旺盛的水稻争夺了更多的阳光、无机盐等,导致浮游植物的生物量显著下降。

(4) 更大 与对照组相比,实验组稻田生态系统物种组成更丰富、营养结构更复杂,其自我调节的通道更多样,所以面对一定强度范围的外界干扰时,实验组稻田生态系统更能保持原有动态平衡状态。

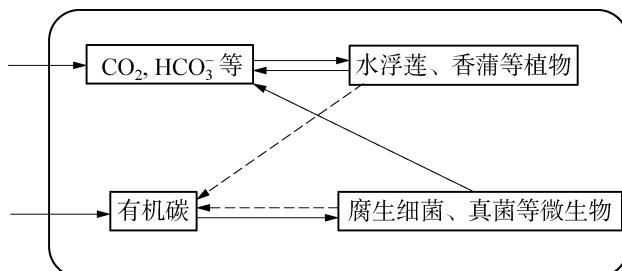
(5) ①

2. (1) 正反馈

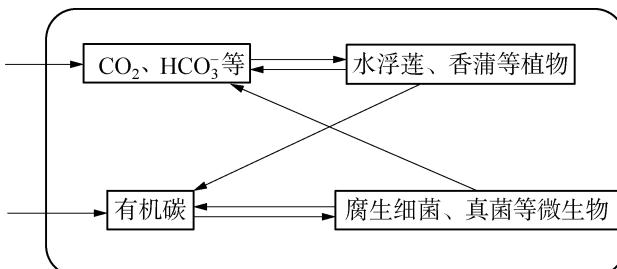
(2) 分解者 微生物无氧呼吸释放能量少,需要分解更多的有机物维持自身生命活动

(3) 提供更多的氧气,有利于其中的需氧微生物分解有机物 硝化细菌

(4)



或



第4章 生态环境的保护

第1节 人口增长影响生态环境

选择题

1. C 2. D 3. B 4. D 5. A 6. C

综合题

1. (1) 资源逐年下降 随人口增长,人类对自然资源的需求加大,人类加速了对自然资源的开采和利用
(2) 污染严重、资源枯竭,粮食不足
(3) 污染 一方面人口数量增长是导致环境污染最重要的原因,因此污染的峰值将出现在人口峰值之后,另一方面有些污染的治理比较复杂,可能需要大量的经费、技术的投入,并持续较长时间
(4) 控制人口增长,保护环境,合理开发和利用自然资源,防止环境污染
2. (1) “J” 缺口 生态平衡(生态系统的稳定性) 种内斗争 自我调节
(2) 受到食物、空间等因素的限制,人口也具有环境容纳量 增加 n
(3) 出生率 计划生育

第2节 生物多样性关系到生态系统稳定及人类生存和发展

选择题

1. D 2. A 3. B 4. B 5. C 6. C

综合题

1. (1) 样方法 种群
(2) 物种
(3) E
(4) 研究结果数据显示,随着放牧强度增加,多样性的各种指标都呈现先略微升高后下降的趋势,这说明人类对资源的适度利用有利于增加生物多样性,但过度利用会降低生物多样性。
2. (1) 遗传多样性 种群密度 样线
(2) 28~30
(3) 160 增大 增大
(4) 直接 就地保护 迁地保护 迁地保护

第3节 保护环境实现人类与自然的和谐相处

选择题

1. B 2. A 3. B 4. A 5. B 6. C

综合题

1. (1) CO_2 和无机盐

- (2) 通过多层次分级利用有机废弃物,既可以充分利用有机物中的能量,又能减少环境污染
 - (3) 自我调节(自我净化)
 - (4) 富含塑料垃圾 分解者
2. (1) 自我调节 相对稳定
- (2) ① 种植菹草和苦草均能有效降低水体的总氮和总磷,但菹草更能有效降低总氮,苦草更能有效降低总磷
- ② 抑制
- (3) 分解者 PCR-DGGE结果显示,菹草和苦草处理后的条带数量均大于无草对照组,反映出菹草和苦草处理能提高细菌群落的多样性指数,说明生态修复有较好的效果
- (4) 措施一:种植多种适合本地生长的沉水植物,并比较其修复水体的能力,选择最合适的沉水植物大量种植或混合种植适合本地生长的多种沉水植物;措施二:增加水体中的细菌丰富度;措施三:减少工业、农业、生活污水中的N、P等污染物的排放。

本章综合练习

- 1. (1) 防止微生物过度失水而死亡(或防止微生物失水而影响其生命活动)
 - (2) 生物群落 水平 水中植物的光合作用产生的氧气
 - (3) 原因:挺水植物遮光,并且竞争无机盐,从而抑制藻类生长
方法:在氧化塘的中部与出水口处分别取水样,对其中的浮游藻类进行计数
 - (4) 控制流速,使废水在氧化塘中停留足够的时间,保证氧化塘中有机物的充分分解,也有利于氧化塘中植物充分吸收无机盐 自我调节能力是有限的
2. (1) 垂直 竞争 浮游藻类会与沉水植物竞争阳光。如生长于湖泊表层的藻类大量繁殖时,会降低湖泊下层光照强度,使沉水植物得不到充足的阳光,从而影响沉水植物的生长
- (2) 分解者 分解有机物,释放CO₂
 - (3) A
 - (4) 这个提议是很好的建议,因为引入肉食性的鱼后,它能捕食鲤鱼。鲤鱼少了,则螺就多。螺多了,则能摄食更多的藻类。藻类少了,则沉水植物能获得更多的阳光,使沉水植物更好地生长发育,增加沉水植物的生物量,从而提高了对水体净化能力,达到更好地对水体进行净化的作用。
- (5) 负反馈调节 直接和间接

附录3 《实验与活动部分》“学业评价”参考答案

探究·实验1-1 探究培养液中酵母种群数量的变化规律

1. B 2. A 3. B 4. (1) 计数 (2) 短 (3) S 12~18 (4) 营养物质

探究·实验1-2 探究土壤中动物类群的丰富度

1. B 2. C 3. C 4. (1) ① 标记重捕 ② 地形 环境 (2) 地点 时间 (3) 诱虫器
(4) 放大镜或显微镜 (5) 目测估计法 记名计算法

探究·活动1-3 调查城市常见鸟类生态位

1. D 2. A 3. B

探究·活动2-1 调查本地一个生态系统的能量流动或物质循环

1. ABCD 2. B 3. B

探究·实验3-1 设计并制作生态瓶

1. B 2. A 3. BC

探究·活动3-2 设计保持和提高某个生态系统稳定性的方案

1. B 2. D 3. C

探究·活动4-1 调查身边的环境问题

1. D 2. C 3. B 4. C

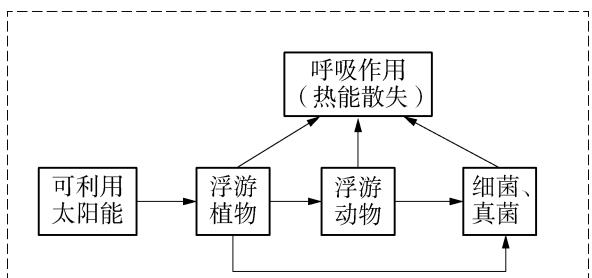
探究·活动4-2 探讨身边的生物多样性保护现状

1. A 2. D 3. ABCD 4. C

探究·活动4-3 了解身边的人工生态系统

1. D 2. C 3. (1) 太阳能 (2) 垂直 次生演替 (3) 向水体中通入适量的空气(氧气) 自我调节能力有限

(4) 如图



附录 4 教学参考书目

1. 中华人民共和国教育部. 普通高中生物学课程标准(2017 年版 2020 年修订). 北京: 人民教育出版社, 2020.
2. S. E. 约恩森. 生态系统生态学. 北京: 科学出版社, 2017.
3. 牛翠娟等. 基础生态学(第 3 版). 北京: 高等教育出版社, 2015.
4. Michael Begon 等. 生态学——从个体到生态系统(第 4 版). 北京: 高等教育出版社, 2016.
5. 周长发等. 生态学精要(第 2 版). 北京: 科学出版社, 2017.

说 明

本书根据教育部颁布的《普通高中生物学课程标准(2017年版 2020年修订)》和高中生物学教科书编写,经上海市中小学教材审查委员会审查准予使用。

编写过程中,上海市中小学(幼儿园)课程改革委员会专家工作委员会,上海市教育委员会教学研究室,上海市课程方案教育教学研究基地、上海市心理教育教学研究基地、上海市基础教育教材建设研究基地、上海市生命科学教育教学研究基地(上海高校“立德树人”人文社会科学重点研究基地)及基地所在单位华东师范大学给予了大力支持。还有许多学科专家、教育专家、教研人员及一线教师给我们提出了宝贵意见和建议,感谢所有对教材编写、出版提供帮助与支持的同仁和各界朋友!

欢迎广大师生来电来函指出书中的差错和不足,提出宝贵意见。出版社电话:021-64848025。

声明 按照《中华人民共和国著作权法》第二十五条有关规定,我们已尽量寻找著作权人支付报酬。著作权人如有关于支付报酬事宜可及时与出版社联系。

本书部分图片由视觉中国等提供。

经上海市中小学教材审查委员会审查
准予使用 准用号 II-GJ-2022026



绿色印刷产品

ISBN 978-7-5478-5686-4

A standard EAN-13 barcode representing the ISBN number 978-7-5478-5686-4.

9 787547 856864 >

定价：29.00 元