



高职高专“十一五”规划教材

★ 农林牧渔系列

园林生态

YUANLIN
SHENGTAI

龙冰雁 主编



化学工业出版社



高职高专“十一五”规划教材

★ 农林牧渔系列

园林生态

YUANLIN
SHENGTAI

龙冰雁 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是高职高专“十一五”规划教材★农林牧渔系列之一。本书依据高职高专院校的培养目标和教学要求,针对我国园林生产实践现状及发展趋势,吸收了国内外园林生态的最新研究成果,以生态学基本原理为基础,在全面系统地阐述了有关园林的生态学知识的同时,注重理论知识的实际应用。全书主要包括:生态学与园林生态学的基本知识;生态因子与园林植物;园林植物种群与群落;城市绿地与生态环境;园林生态旅游;园林生态利用。书中还设计了十个相关实训项目,可供各院校根据教学实际选用。

本书可作为高职高专院校园林专业及相关专业的教学用书,同时也可供园林工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

园林生态/龙冰雁主编. —北京:化学工业出版社, 2009.8

高职高专“十一五”规划教材★农林牧渔系列
ISBN 978-7-122-06539-1

I. 园… II. 龙… III. 园林植物-植物生态学-
高等学校:技术学院-教材 IV. S688

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 147977 号

责任编辑:李植峰 梁静丽 郭庆睿
责任校对:蒋 宇

装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷:北京云浩印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 14 字数 350 千字 2009 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:25.00 元

版权所有 违者必究

“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列” 建设委员会成员名单

主任委员 介晓磊

副主任委员 温景文 陈明达 林洪金 江世宏 荆 宇 张晓根
 窦铁生 何华西 田应华 吴 健 马继权 张震云

委 员 (按姓名汉语拼音排列)

边静玮	陈桂银	陈宏智	陈明达	陈 涛	邓灶福	窦铁生	甘勇辉	高 婕	耿明杰
官麟丰	谷风柱	郭桂义	郭永胜	郭振升	郭正富	何华西	胡繁荣	胡克伟	胡孔峰
胡天正	黄绿荷	江世宏	姜文联	姜小文	蒋艾青	介晓磊	金伊洙	荆 宇	李 纯
李光武	李效民	李彦军	梁学勇	梁运霞	林伯全	林洪金	刘俊栋	刘 莉	刘 蕊
刘淑春	刘万平	刘晓娜	刘新社	刘奕清	刘 政	卢 颖	马继权	倪海星	欧阳素贞
潘开宇	潘自舒	彭 宏	彭小燕	邱运亮	任 平	商世能	史延平	苏允平	陶正平
田应华	王存兴	王 宏	王秋梅	王水琦	王晓典	王秀娟	王燕丽	温景文	吴昌标
吴 健	吴郁魂	吴云辉	武模戈	肖卫苹	肖文左	解相林	谢利娟	谢拥军	徐苏凌
徐作仁	许开录	闫慎飞	颜世发	燕智文	杨玉珍	尹秀玲	于文越	张德炎	张海松
张晓根	张玉廷	张震云	张志轩	赵晨霞	赵 华	赵先明	赵勇军	郑继昌	周晓舟
朱学文									

“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列” 编审委员会成员名单

主任委员 蒋锦标

副主任委员 杨宝进 张慎举 黄 瑞 杨廷桂 胡虹文 张守润
 宋连喜 薛瑞辰 王德芝 王学民 张桂臣

委 员 (按姓名汉语拼音排列)

艾国良	白彩霞	白迎春	白永莉	白远国	柏玉平	毕玉霞	边传周	卜春华	曹 晶
曹宗波	陈传印	陈杭芳	陈金雄	陈 璟	陈盛彬	陈现臣	程 冉	褚秀玲	崔爱萍
丁玉玲	董义超	董曾施	段鹏慧	范洲衡	方希修	付美云	高 凯	高 梅	高志花
弓建国	顾成柏	顾洪娟	关小变	韩建强	韩 强	何海健	何英俊	胡凤新	胡虹文
胡 辉	胡石柳	黄 瑞	黄修奇	吉 梅	纪守学	纪 瑛	蒋锦标	鞠志新	李碧全
李 刚	李继连	李 军	李雷斌	李林春	梁本国	梁称福	梁俊荣	林 纬	林仲桂
刘革利	刘广文	刘丽云	刘贤忠	刘晓欣	刘振华	刘振湘	刘宗亮	柳遵新	龙冰雁
罗 玲	潘 琦	潘一展	邱深本	任国栋	阮国荣	申庆全	石冬梅	史兴山	史雅静
宋连喜	孙克威	孙雄华	孙志浩	唐建勋	唐晓玲	陶令霞	田 伟	田伟政	田文儒
汪玉琳	王爱华	王朝霞	王大来	王道国	王德芝	王 健	王立军	王孟宇	王双山
王铁岗	王文焕	王新军	王 星	王学民	王艳立	王云惠	王中华	吴俊琢	吴琼峰
吴占福	吴中军	肖尚修	熊运海	徐公义	徐占云	许美解	薛瑞辰	羊建平	杨宝进
杨平科	杨廷桂	杨卫韵	杨学敏	杨 志	杨治国	姚志刚	易 诚	易新军	于承鹤
于显威	袁亚芳	曾饶琼	曾元根	战 忠	张春华	张桂臣	张怀珠	张 玲	张庆霞
张慎举	张守润	张响英	张 欣	张新明	张 艳	张祖荣	赵希彦	赵秀娟	郑翠芝
周显忠	朱雅安	卓开荣							

“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列”建设单位

(按汉语拼音排列)

- | | | |
|-----------------|---------------|----------------|
| 安阳工学院 | 河西学院 | 青海畜牧兽医职业技术学院 |
| 保定职业技术学院 | 黑龙江农业工程职业学院 | 曲靖职业技术学院 |
| 北京城市学院 | 黑龙江农业经济职业学院 | 日照职业技术学院 |
| 北京林业大学 | 黑龙江农业职业技术学院 | 三门峡职业技术学院 |
| 北京农业职业学院 | 黑龙江生物科技职业学院 | 山东科技职业学院 |
| 本钢工学院 | 黑龙江畜牧兽医职业学院 | 山东理工职业学院 |
| 滨州职业学院 | 呼和浩特职业学院 | 山东省贸易职工大学 |
| 长治学院 | 湖北生物科技职业学院 | 山东省农业管理干部学院 |
| 长治职业技术学院 | 湖南怀化职业技术学院 | 山西林业职业技术学院 |
| 常德职业技术学院 | 湖南环境生物职业技术学院 | 商洛学院 |
| 成都农业科技职业学院 | 湖南生物机电职业技术学院 | 商丘师范学院 |
| 成都市农林科学院园艺研究所 | 吉林农业科技学院 | 商丘职业技术学院 |
| 重庆三峡职业学院 | 集宁师范高等专科学校 | 深圳职业技术学院 |
| 重庆水利电力职业技术学院 | 济宁市高新技术开发区农业局 | 沈阳农业大学 |
| 重庆文理学院 | 济宁市教育局 | 沈阳农业大学高等职业技术学院 |
| 德州职业技术学院 | 济宁职业技术学院 | 苏州农业职业技术学院 |
| 福建农业职业技术学院 | 嘉兴职业技术学院 | 温州科技职业学院 |
| 抚顺师范高等专科学校 | 江苏联合职业技术学院 | 乌兰察布职业学院 |
| 甘肃农业职业技术学院 | 江苏农林职业技术学院 | 厦门海洋职业技术学院 |
| 广东科贸职业学院 | 江苏畜牧兽医职业技术学院 | 仙桃职业技术学院 |
| 广东农工商职业技术学院 | 江西生物科技职业学院 | 咸宁学院 |
| 广西百色市水产畜牧兽医局 | 金华职业技术学院 | 咸宁职业技术学院 |
| 广西大学 | 晋中职业技术学院 | 信阳农业高等专科学校 |
| 广西农业职业技术学院 | 荆楚理工学院 | 延安职业技术学院 |
| 广西职业技术学院 | 荆州职业技术学院 | 杨凌职业技术学院 |
| 广州城市职业学院 | 景德镇高等专科学校 | 宜宾职业技术学院 |
| 海南大学应用科技学院 | 丽水学院 | 永州职业技术学院 |
| 海南师范大学 | 丽水职业技术学院 | 玉溪农业职业技术学院 |
| 海南职业技术学院 | 辽东学院 | 岳阳职业技术学院 |
| 杭州万向职业技术学院 | 辽宁科技学院 | 云南农业职业技术学院 |
| 河北北方学院 | 辽宁农业职业技术学院 | 云南热带作物职业学院 |
| 河北工程大学 | 辽宁医学院高等职业技术学院 | 云南省曲靖农业学校 |
| 河北交通职业技术学院 | 辽宁职业学院 | 云南省思茅农业学校 |
| 河北科技师范学院 | 聊城大学 | 张家口教育学院 |
| 河北省现代农业高等职业技术学院 | 聊城职业技术学院 | 漳州职业技术学院 |
| 河南科技大学林业职业学院 | 眉山职业技术学院 | 郑州牧业工程高等专科学校 |
| 河南农业大学 | 南充职业技术学院 | 郑州师范高等专科学校 |
| 河南农业职业学院 | 盘锦职业技术学院 | 中国农业大学 |
| | 濮阳职业技术学院 | |
| | 青岛农业大学 | |

《园林生态学》编写人员

主 编 龙冰雁

副 主 编 吴俊琢
王蓉丽

参编人员 (按姓名汉语拼音排列)

常慧萍 (濮阳职业技术学院)

邓 洁 (永州职业技术学院)

龙冰雁 (永州职业技术学院)

孙加奇 (商丘职业技术学院)

王蓉丽 (金华职业技术学院)

吴俊琢 (濮阳职业技术学院)

吴艳华 (辽宁农业职业技术学院)

序

当今,我国高等职业教育作为高等教育的一个类型,已经进入到以加强内涵建设,全面提高人才培养质量为主旋律的发展新阶段。各高职高专院校针对区域经济社会的发展与行业进步,积极开展新一轮的教育教学改革。以服务为宗旨,以就业为导向,在人才培养质量工程建设的各个侧面加大投入,不断改革、创新和实践。尤其是在课程体系与教学内容改革上,许多学校都非常关注利用校内、校外两种资源,积极推动校企合作与工学结合,如邀请行业企业参与制定培养方案,按职业要求设置课程体系;校企合作共同开发课程;根据工作过程设计课程内容和改革教学方式;教学过程突出实践性,加大生产性实训比例等,这些工作主动适应了新形势下高素质技能型人才培养的需要,是落实科学发展观,努力办人民满意的高等职业教育的主要举措。教材建设是课程建设的重要内容,也是教学改革的重要物化成果。教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)指出“课程建设与改革是提高教学质量的核心,也是教学改革的重点和难点”,明确要求要“加强教材建设,重点建设好3000种左右国家规划教材,与行业企业共同开发紧密结合生产实际的实训教材,并确保优质教材进课堂。”目前,在农林牧渔类高职院校中,教材建设还存在一些问题,如行业变革较大与课程内容老化的矛盾、能力本位教育与学科型教材供应的矛盾、教学改革加快推进与教材建设严重滞后的矛盾、教材需求多样化与教材供应形式单一的矛盾等。随着经济发展、科技进步和行业对人才培养要求的不断提高,组织编写一批真正遵循职业教育规律和行业生产经营规律、适应职业岗位群的职业能力要求和高素质技能型人才培养的要求、具有创新性和普适性的教材将具有十分重要的意义。

化学工业出版社为中央级综合科技出版社,是国家规划教材的重要出版基地,为我国高等教育的发展做出了积极贡献,曾被新闻出版总署领导评价为“导向正确、管理规范、特色鲜明、效益良好的模范出版社”,2008年荣获首届中国出版政府奖——先进出版单位奖。近年来,化学工业出版社密切关注我国农林牧渔类职业教育的改革和发展,积极开拓教材的出版工作,2007年底,在原“教育部高等学校高职高专农林牧渔类专业教学指导委员会”有关专家的指导下,化学工业出版社邀请了全国100余所开设农林牧渔类专业的高职高专院校的骨干教师,共同研讨高等职业教育新阶段教学改革中相关专业教材的建设工作,并邀请相关行业企业作为教材建设单位参与建设,共同开发教材。为做好系列教材的组织建设与指导服务工作,化学工业出版社聘请有关专家组建了“高职高专农林牧渔类‘十一五’规划教材建设委员会”和“高职高专农林牧渔类‘十一五’规划教材编审委员会”,拟在“十一五”期间组织相关院校的一线教师和相关企业的技术人员,在深入调研、整体规划的基础上,编写出版一套适应农林牧渔类相关专业教育的基础课、专业课及相关外延课程教材——“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列”。该套教材将涉及种植、园林园艺、畜牧、兽医、水产、宠物等专业,于2008~2009年陆续出版。

该套教材的建设贯彻了以职业岗位能力培养为中心,以素质教育、创新教育为基础的教育理念,理论知识“必需”、“够用”和“管用”,以常规技术为基础,关键技术为重点,先

进技术为导向。此套教材汇集众多农林牧渔类高职高专院校教师的教学经验和教改成果，又得到了相关行业企业专家的指导和积极参与，相信它的出版不仅能较好地满足高职高专农林牧渔类专业的教学需求，而且对促进高职高专专业建设、课程建设与改革、提高教学质量也将起到积极的推动作用。希望有关教师和行业企业技术人员，积极关注并参与教材建设。毕竟，为高职高专农林牧渔类专业教育教学服务，共同开发、建设出一套优质教材是我们共同的责任和义务。

介晓磊

2008年10月

前言

目前温室效应、臭氧层的破坏以及酸雨的产生等全球性环境问题的出现,使全球生态系统面临失去平衡的危险,已威胁到人类的生存和生活质量。为此,人们开始从不同角度研究环境问题,使人类和环境相协调,园林生态学作为应用生态学的一个分支便在此基础上产生和形成并发展起来。园林生态学涉及的学科面很广,它不仅涉及了生态学、土壤学、植物学、气候学、水文学、环境科学和系统科学等自然科学,同时还涉及城市规划、绿地规划、经济学、城市生态学和社会学等诸多工程和人文学科。

本教材的编写根据生态学研究对象的特点,依据高职高专院校的人才培养目标及教学特点,吸取园林生态学的最新研究成果和发展,注重理论知识和实践操作的易学性、系统性和整体性,并尽可能反映学科的层次性与系统性,体现出园林专业的特点及对该课程的要求。它既是源于现实教学的需要,又是一次大胆的尝试,旨在使学生在生产实践中树立生态意识,增强生态管理能力,从而更好地为城市园林化、城市生态化的建设服务。

教材由龙冰雁担任主编,具体分工如下。第一章和第六章第二节由吴俊琢编写;第二章由王蓉丽编写;第三章由邓洁编写;第四章第一节由孙加奇编写;第四章第二节、第三节以及第五章由龙冰雁编写;第六章第一节、第三节由常慧萍编写;第六章第四节由吴艳华编写。

园林生态学是现代生态学体系中一个年轻而活跃的分支,其内容体系还在不断地发展,加之编写时间仓促,编者水平有限,书中难免存在疏漏之处,恳请同行、读者批评指正。

编 者
2009年6月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 生态学	1
一、生态学的含义	1
二、生态系统的含义	1
三、生态学的研究内容与对象	8
四、生态学的历史与发展	9
第二节 园林生态学	13
一、园林生态学的基本含义	13
二、园林生态学的组成与特点	13
三、园林生态系统	13
四、园林生态学与其他学科的关系	18
五、园林生态学的研究任务与目的	19
复习思考题	20
第二章 生态因子与园林植物	21
第一节 生态因子分析	21
一、生态因子的概念及类型	21
二、生态因子作用的基本特征	22
三、生态因子作用的基本原理	23
第二节 非生物因子与园林植物	25
一、光照与园林植物	25
二、温度与园林植物	32
三、水分与园林植物	37
四、大气与园林植物	42
五、土壤与园林植物	46
六、城市环境与园林植物	51
第三节 生物因子与园林植物	68
一、微生物与园林植物	68
二、动物与园林植物	69
三、人类与园林植物	70
复习思考题	71
第三章 园林植物种群与群落	72
第一节 园林植物种群	72
一、植物种群及其基本特征	72
二、植物种群的种内关系与种间关系	76
第二节 园林植物群落	81
一、植物群落及其基本特征	81
二、植物群落的组成与结构	82
三、植物群落的动态	88
四、植被类型与分布	94
复习思考题	99
第四章 城市绿地与生态环境	100
第一节 城市生态系统	100
一、城市的特点	100
二、城市生态系统及其组成	100
三、城市生态系统的特点与功能	101
第二节 城市绿地	105
一、城市绿地系统概述	105
二、城市绿地类型	109
三、城市绿地系统规划	109
四、城市绿地系统与城市生态系统的 关系	111
第三节 城市景观生态	111
一、景观的基本概念	111
二、城市景观生态的特点	112
三、城市景观生态规划的内容和基本 原理	115
四、城市景观生态管理	117

五、协调城市景观与生态规划的有效措施	120	复习思考题	123
第五章 园林生态旅游	124		
第一节 生态旅游的产生、发展及特点	124	三、生态旅游资源的特征	131
一、生态旅游的概念	124	四、生态旅游资源的开发与保护	133
二、生态旅游的产生及特点	126	第三节 生态旅游环境	137
三、中国生态旅游的发展现状	128	一、生态旅游环境概述	137
第二节 生态旅游资源	129	二、生态旅游环境容量	139
一、生态旅游资源的概念	130	三、生态旅游环境保护	143
二、生态旅游资源的形成与分类	130	复习思考题	147
第六章 园林生态应用	148		
第一节 园林生态评价	148	二、园林生态规划的原则	170
一、园林生态评价的概念和意义	148	三、园林生态规划的内容与程序	172
二、园林生态评价程序及方法	149	四、园林生态系统建设	176
三、园林生态评价的内容	153	五、园林绿地生态规划实例	177
四、园林生态服务功能及其价值评估	158	第四节 园林植物的生态配置	178
第二节 园林生态管理	163	一、园林植物生态配置的内涵	178
一、园林生态管理的概念	163	二、园林植物配置需考虑的原则	179
二、园林生态管理的原则、步骤及对策	165	三、园林树种的生态类型选择与应用	183
第三节 园林生态规划	167	四、室外园林植物生态配置	189
一、园林生态规划的概念	167	五、室内园林植物生态配置	193
		复习思考题	199
实训指导	200		
实训一 园林生态系统的观察与分析	200	实训六 城市局部气候因子的测定	204
实训二 空气中 SO ₂ 对植物叶片叶绿素 a、 叶绿素 b 含量比例的影响	200	实训七 园林植物耐阴性的观察与评价	207
实训三 园林植物种群特征的调查	201	实训八 生态旅游资源的调查	210
实训四 常见园林植物种群最适生长密度 调查	202	实训九 旅游地生态旅游环境容量的 测定	211
实训五 园林植物群落类型与结构的 调查	203	实训十 园林生态规划设计	212
参考文献	213		

第一章 绪 论

【学习目标】

1. 了解生态学、园林生态学的演进与发展及园林生态学与其他学科的关系。
2. 理解生态学、园林生态学和生态系统的含义。
3. 掌握生态学的研究内容与对象、园林生态学的研究任务与目的。
4. 熟练掌握生态系统和园林生态系统的组成、结构与功能。

第一节 生 态 学

一、生态学的含义

生态就是指一切生物的生存状态，以及生物与环境、生物与生物之间环环相扣的关系。因此，生态表现为一种关系，即生物与生物、生物与环境之间的关系。自有人类以来，为了生存，人类不得不与大自然进行艰苦卓绝的斗争，在斗争中，人类逐渐积累了对自身与周围生物、生物与环境相互关系的认识。直到十九世纪，人们逐渐将这种认识和知识上升为理论，生态学由此登上了学科建设的舞台。

1749年，法国人布丰提出“生命律”，第一次将有关动物与其环境关系的认识系统化。1803年，马尔萨斯发表了《人口论》，阐述了人口增长与食物的关系。1807年，德国科学家洪堡德在《植物地理学》中揭示了植物分布与气候条件的关系。1869年，德国生物学家E. 海克尔最早提出生态学的概念，强调生态学是研究生物在其生活过程中与环境关系的科学，尤其是指动物与其他动物、植物之间互惠或敌对的关系，这标志着近代生态学的产生。此后，不同生态学家从不同角度对生态学进行了不同的定义。

1909年植物生态学的奠基人 E. Warming 指出：植物生态学是研究影响植物生活的外在因素及这些因子对植物结构、分布等影响的科学。1966年 Smith 指出，生态学是研究有机体与生活地之间相互关系的科学。1955年俄罗斯 Haymob 指出，生态学是研究动物的生活方式与生存条件的联系以及生存条件对动物的繁殖、生活、数量及分布的意义。1971年美国生态学家 E. P. Odum 指出，生态学是研究生命系统的结构和功能的科学。我国生态学家马世骏指出，生态学是研究生命系统和环境系统相互关系的科学，这一概念较为准确地表述了生态学的科学内涵。

二、生态系统的含义

1. 生态系统的概念、分类、组成及作用

(1) 生态系统的概念 生态系统的概念是由英国生态学家坦斯列于1935年最先提出来的。他认为，“生态系统不仅包括生物复合体，而且还包括了人们称为环境的各种自然因素的复合体”，他强调生物与其所处的环境是不可分割的有机整体，强调一定地域内各生物组分之间、生物组分和非生物组分之间在功能上的统一，把生物组分和非生物组分当作一个统

一的自然实体,这样的自然实体就是生态系统。

后来,美国生态学家奥德姆给生态系统下了一个更完整的定义:生态系统是指生物群落与生存环境之间,以及生物群落内的生物之间密切联系、相互作用,通过物质交换、能量转化和信息传递,成为占据一定空间、具有一定结构、执行一定功能的动态平衡整体。简言之,在一定空间内生物群落与非生物环境相互作用的统一体就是生态系统,即:生态系统=生物群落+无机环境。生态系统是一种客观存在的实体,其核心是生物群落。生物群落具有自我维持、修补和重建的能力,因而生态系统在一定范围内可以自我维持。生态系统在生物与环境的相互作用下,总是趋向于一种相对平衡。

(2) 生态系统的分类 生态系统是生态学上的功能单位,其范围非常广泛。如生物圈是地球上最大的生态系统,包括地面以上 10km 及地面以下 12km,共约 22km 范围内的生物及其生存条件,生物圈中包括多种多样的生态系统。

根据环境性质不同,生态系统可以分为陆地生态系统(包括森林、草原、荒漠、山地、农田等生态系统)、淡水生态系统(包括湖泊、河流、池塘、水库等生态系统)、海洋生态系统(包括海岸、河口、浅海、大洋、海底等生态系统)。

根据人类活动对生态系统的干预程度,生态系统可分为自然生态系统、半自然生态系统、人工生态系统。

① 自然生态系统。指基本上不受人为干预的生态系统,如原始森林、热带雨林、海洋生态系统等,是一种自给自足的生态系统。

② 半自然生态系统。它是自然生态系统经人工驯化的产物,介于自然生态系统和人工生态系统之间,是在自然生态系统的基础上,通过人工对生态系统进行调节和管理,使其更好地为人类服务的生态系统。农业生态系统是一种典型的半自然生态系统。

③ 人工生态系统。按人类需求,由人类设计制造建立起来的,并受人类活动强烈干预的生态系统,如城市生态系统、宇宙飞船生态系统、人工气候室等。

生物圈中的生态系统多种多样,下面仅介绍几种主要的自然生态系统。

① 淡水生态系统。淡水生态系统包括江、河、溪流、泉、水渠等流动水体的生态系统和湖泊、沼泽、池塘、水库等静止水体的生态系统。淡水生态系统中的生物种类因水的流速不同和水的混浊度不同而有所变化,水质、水温等对生物也有影响。例如,急流中的生产者多为藻类,缓流中的生产者除藻类外还有高等水生植物如芦、荻等。在静水中,表层因光照充足、温度比较高,硅藻、绿藻、蓝藻等浮游植物占优势,氧气的含量比较充足,消费者(鱼、浮游动物)也较多;深层由于光线微弱,不能满足绿色植物的需要,因此以底栖动物和嫌气细菌为主。在淡水中,除了鱼类与浮游动物作为消费者外,还有虾、蛇、水鸟等。淡水生态系统不仅可为人类提供丰富的水产资源,而且还有一些重要的生态效应,其通过水面蒸发以调节局部的大气湿度和温度,调洪和灌溉,蓄积有机质和养分,为农田提供塘泥、水草和青饲料等。

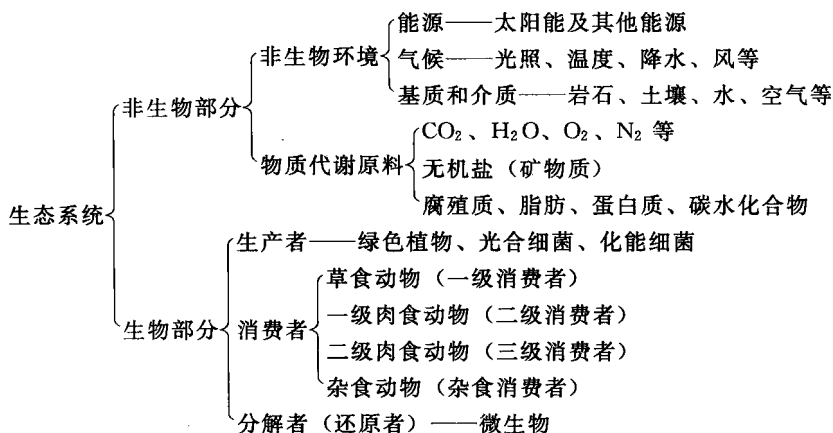
② 森林生态系统。森林是地球上最大的陆地生态系统,其总面积为 36.25 亿 hm^2 ,占地球陆地总面积的 24%,其生物现存量最大,为 100~400t/ hm^2 。据估算,全球森林每年所固定太阳能约占陆地上全部植物所固定太阳能的 68%。森林生态系统主要分布在湿润和半湿润地区,有着极其丰富的物种资源。森林生态系统中初级生产者的种类极多,有高大乔木、木质藤本和草本植物;森林生态系统中有许多大型草食和肉食消费者,还有鸟类和昆虫等小型消费者;枯枝落叶中的分解者也极为丰富。森林生态系统生产者和消费者不仅为人类提供大量的植物产品和野生动植物资源,而且还具有调节气候、增加降水、涵养水源、保持

水土、防风固沙、保护农田、净化空气、防治污染、减低噪音、美化环境的生态功能。

③ 草原生态系统。全球草原总面积为 30 亿 hm^2 ，占陆地面积的 21%，主要分布在干旱、半干旱地区，年降水量一般为 250~450mm。草原生态系统的主要生产者是草本植物，消费者以草食性昆虫、草食动物和鸟类、啮齿类为主。草原生态系统的生物种类和生产力随降雨量的变化有很大的差异。我国草原从东往西依次为森林草原地带、干旱草原地带、荒漠草原地带。草原生态系统以饲草为主体，是发展畜牧业的重要基础，同时在防风固沙、保土保水、调节气候等方面也起着重要的生态作用。

④ 海洋生态系统。全球海洋总面积为 3.61 亿 hm^2 ，占地球总面积的 71%，平均深度为 2750m。海洋生态系统是生物圈内面积最大、层次最厚的生态系统。海洋生态系统的生产者主要是浮游植物和藻类，消费者主要是各种鱼类。海洋生态系统的生产力以海岸、浅海、河口为最高，受水层中的光强、水温、养分、水流等多种因子的综合影响。海洋生态系统在调节大气圈中的水热运动、大气中的氧和二氧化碳的平衡，以及全球范围内的物质循环起着十分重要的作用。

(3) 生态系统的组成要素与作用 生态系统是由生物部分和非生物部分组成的。在生态系统中，各要素之间紧密联系缺一不可。具体介绍如下。



① 生产者。生产者是指能利用以太阳能为主的各种能源，将简单的无机化合物合成复杂有机物的所有自养生物，包括绿色植物和一些利用光能和化学能合成有机物的微生物，其中以绿色植物为主。绿色植物通过光合作用把水和二氧化碳等无机物合成碳水化合物、蛋白质和脂肪等有机物，并把太阳辐射能转化为化学能贮藏在有机物的化学键中，同时释放出氧气。这个过程不仅为生产者自身的生长发育提供所必需的营养物质和能量，也为整个生物圈内包括人类在内的所有异养型生物，直接或间接地提供进行生命活动所必需的营养物质和能量，同时也为生态系统中其他生物提供栖息场所，并在一定程度上决定生活在该系统中的生物物种和类群。绿色植物以多种方式强有力地改变着生态环境，它的种类构成及生长状况决定生态系统的组成、结构和功能状态，是生态系统的核心。

② 消费者。消费者是指不能直接利用无机物制造有机物，直接或间接地依赖于生产者所合成的有机物以获得营养物质和能量的异养生物，主要是各种动物。由于它们不能直接利用太阳光能和无机化合物中的能量，只能直接或间接地从生产者处摄取碳水化合物、脂肪和蛋白质等有机物质以获得生命活动的能量，因此消费者又称为异养生物。消费者在生态系统中起着重要的作用，不仅对初级生产物起着加工再生产的作用，而且其中许多消费者对生态

系统中其他生物种群的数量和质量起着调控作用。

③ 分解者。又称还原者，属于异养生物，包括细菌、真菌、放线菌及土壤原生动物和一些小型无脊椎动物等，其中主要以细菌和真菌为主。分解者体型微小、数量惊人、分布范围广，几乎在生物圈的各个部分都有分布。它们以动植物的残体和排泄物中的有机物物质作为维持生命活动的食物源，并把复杂的有机物分解为简单的无机物，归还环境，供生产者再利用。正是由于分解者的分解作用，使生态系统的物质循环不断进行，避免地球表面动植物尸体堆积如山。

④ 非生物组分。又称生命保障系统，由许多环境要素组成，主要分为以下三部分。
a. 气候或其他物理条件：光照、湿度、温度、风、霜、雨等；
b. 无机元素或化合物：氧气、二氧化碳、水、各种矿质元素和各种无机盐类等；
c. 有机物质：蛋白质、糖类、脂类和腐殖质等。非生物组分的功能主要是为生物组分的生存与发展提供物质支撑。

2. 生态系统的结构

生态系统的结构主要指构成生态系统的诸要素及其量比关系，各组分在时间、空间上的分布及各组分间能量、物质、信息的流动途径与传递关系。

(1) 物种结构 指生态系统中各物种的种类与数量方面的分布特征。由于自然界中物种的种类和数量千差万别，非常复杂，因此，在实际工作中，主要以生物群落中的优势种类、生态功能上的主要种类和类群为主进行种类组成的数量特征的研究。

(2) 空间结构 也称空间配置，包括水平结构和垂直结构。

① 水平结构。是指在一定的生态区域内，生物类群在水平空间上的组合与分布。在不同的地理环境条件下，受地形、水文、土壤、气候等环境因子的综合影响，植物在地面上的分布并非是均匀的，有的地段种类多一些，有的地段种类少一些，有的地段则很稀疏。植物分布的变化必然引起动物的变化，植物种类多的地段，动物种类也相应多，反之就少。这种生物成分的区域分布差异性直接体现在景观类型的变化上，形成了所谓的带状分布、同心圆式分布或块状镶嵌分布等景观格局。

② 垂直结构。生态系统的垂直结构包括不同类型的生态系统在海拔高度不同的生境上的垂直分布和生态系统内部不同类型物种及不同个体的垂直分层两个方面。

(3) 时间结构 由于生态系统中环境因子，如光照强度、温度、日长、水分、湿度等随着季节变化而变化，植物和动物的种类和数量也有明显的季节变化，如植物群落的季相变化、植物的落叶现象、动物的冬眠和季节迁移现象等，都赋予了生态系统时间结构的特征。这种随时间变化的结构特征在温带的生态系统中表现得最为明显。

生态系统时间结构的变化，反映了动植物等为适应环境因素的周期性变化而引起的整个生态系统组成外貌上的变化，同时也反映了生态系统环境质量好坏的波动变化。因此，对生态系统结构的时间变化特征的研究具有重要意义。

(4) 营养结构 生态系统中的食物营养关系是很复杂的。由于一种生物常常以多种食物为食，而同一种食物又常常为多种消费者取食，于是食物链交错起来，多条食物链相连，形成了食物网。食物网不仅维持着生态系统的相对平衡，而且推动着生物的进化，成为自然界发展演变的动力。生态系统的营养结构是指生态系统中生物与生物之间，生产者、消费者和分解者之间以食物营养为纽带所形成的食物链和食物网结构以及营养物质在食物链和食物网中不同环节的分配结构。生态系统的营养结构分为两种类型。

① 以物质循环为基础的营养结构模式。环境中的营养物质不断地被绿色植物吸收，转化为植物体的有机质，通过消费者取食，这些有机质逐级传递，最终被还原者分解，转化为

无机物归还到环境中。

② 以能量流动为基础的营养结构模式。太阳能不断地被绿色植物吸收,并贮存在植物体内,通过消费者取食,能量传递给草食动物、肉食动物、还原者,最终以热的形式散失到环境中。

不同的生物属于不同的营养级,绿色植物和其他自养生物构成第一营养级,草食动物为第二营养级,一级肉食动物为第三营养级,二级肉食动物为第四营养级,依此类推。如果将生态系统中每个营养级生物个体的数量、生物量或者能量按营养级的顺序由低到高排列起来绘成结构图,就会成为一个金字塔形,即生态金字塔。其中,能量金字塔、一般的生物量金字塔和数量金字塔,通常从第一营养级到最后营养级逐渐减少,即营养级越高的生物,其生物种类、数量和该营养级所有生物的能量之和越少。

3. 生态系统的功能

(1) 能量流动 能量是一切生命活动的基础,所有生物的生命活动都伴随着能量的转化,能量作为生态系统发展和运行的动力,它的运动与转化贯穿于生态系统的生物组分与非生物组分相互作用的全过程。

(2) 物质循环 物质循环又称生物地球化学循环,是指生态系统从大气圈、水圈和土壤圈等环境中获得营养物质,通过绿色植物的吸收进入生态系统,被其他生物重复利用,最后以可被生产者吸收的形式再归还于环境中的过程。因此,物质循环的特点是物质的循环利用。

(3) 信息传递 信息传递是指生态系统中各生物组分之间及生物组分与非生物环境之间的信息交流与反馈。信息传递的特点:信息传递是双向运行的,既有从输入到输出的信息传递,又有从输出到输入的信息反馈。因此,生态系统在一定范围内具有自动调节机制。

(4) 生物生产 生态系统不断运转,生物有机体在能量代谢过程中,将能量、物质重新组合,形成新的产品(碳水化合物、脂肪和蛋白质)的过程,称为生态系统的生物生产。自养生物为地球上的一切异养生物提供营养物质,它们是全球生物资源的营造者,此类生产称初级生产。而异养生物对初级生产的物质进行取食加工和再生产,从而形成次级生产。初级生产和次级生产为人类提供几乎全部的食品、工农业生产的原料。生态系统的生物生产常分为个体、种群和群落等不同层次。

(5) 服务功能 生态系统的服务功能是指生态系统与生态过程中所形成及所维持的人类赖以生存的环境条件与效用。生态系统是我们获得自然资源的源泉,也是人类赖以生存的环境条件。它不仅为人类提供食物、医药及其他工农业生产的原料,而且维持了地球生态支持系统。生态系统的服务功能包括:大气组成的调节、气候的调节、水资源的贮存保持与调节、生物多样性的维护、有害生物的控制、保护和改善环境质量、土壤形成及其改良、减缓干旱和洪涝灾害、传粉、传播种子等。

4. 生态系统平衡

(1) 生态系统平衡的概念 生态系统平衡是指在一定时间和相对稳定的条件下,生态系统的结构与功能处于相对稳定的状态,其物质和能量的输入、输出接近相等的状态。生态系统和生物有机体一样,具有从幼期到成熟的发育进化过程,始终处于动态变化之中,即使群落发育到顶极阶段,演替也仍在继续进行,只是持续时间更久、形式更加复杂而已,因此生态系统平衡是动态平衡。

生态系统平衡是一种相对平衡,因为任何生态系统都不是孤立的,都会与外界发生直接

或间接的联系，会经常受到外界的干扰。生态系统对外界的干扰和压力具有一定的自我调节能力，但其自我调节能力是有限度的，如果外界干扰或压力在其所能忍受的范围之内，当这种干扰或压力去除后，它可以通过自我调节能力而恢复；如果外界干扰或压力超过了它所能承受的极限，其自我调节能力就遭到了破坏，生态系统就会衰退，甚至崩溃。通常把生态系统所能承受干扰或压力的极限称为“阈值”（即自我调控能力的极限值），生态系统平衡阈值的大小取决于生态系统的成熟性。系统越成熟，表示它的种类组成越多，营养结构越复杂，稳定性越大，对外界的干扰或冲击的抵抗力也越大，即阈值高。相反，生态系统越简单，其阈值越低。

（2）影响生态系统平衡的因素 生态系统平衡是通过生态系统的自我调控能力来维持的，当外界的干扰程度超过其内部自我调控能力的范围，生态系统就不能恢复到原初状态，还会引起生态系统平衡失调甚至发生生态危机。

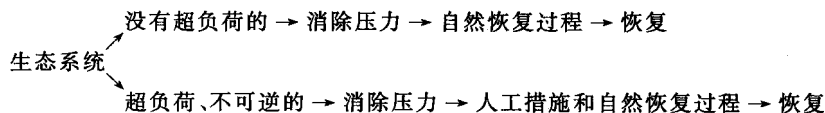
引起生态系统平衡失调的因素主要包括：自然因素和人为因素。由自然因素引起的生态系统平衡破坏称为第一环境问题，包括火山喷发、台风、地震、暴风雨、海啸、洪水、泥石流和雷击、火灾等。这些因素都可能在很短时间内造成局部或大区域的环境系统或生物系统的破坏或毁灭，导致生态系统的破坏或崩溃。由人为因素引起的生态系统平衡破坏称为第二环境问题，包括对自然资源的不合理开发利用、引进或消灭某一生物种群，建造某些大型工程以及现代工农业生产中排放某些有毒物质和喷洒大量农药对环境的污染等。这些人为因素都能破坏生态系统的结构和功能，引起生态系统平衡失调。

（3）生态系统的恢复和重建 在自然状态下，生态系统总是向着生物种类多样化、结构复杂化、功能完善化的方向演替，最终形成顶极生态系统，即平衡系统。同时，处于平衡状态的生态系统，也可能在人类或自然因素干扰下，或者两者的叠加作用下，发生结构和功能上的改变。改变的结果打破了原有的生态系统平衡，使生态系统固有的功能遭到破坏或丧失，稳定性和生产力降低，抗干扰能力和平衡能力减弱，生态系统退化。退化或受损的生态系统可恢复或重建。

① 恢复。恢复是指改良和重建退化的自然生态系统，恢复其生物学潜力。目前，恢复被赋予新的生态学内涵，包含重建、改建、改造、再植等内容，称为生态恢复。生态恢复就是恢复生态系统合理的结构、高效的功能和协调的关系。

② 重建。重建是指在不可能或不需要再现生态系统原貌的情况下营造一个不完全雷同于过去状态的甚至是全新的生态系统。

受损生态系统的生态恢复和重建一般可遵循以下两种模式。



生态系统受到损害，在没有超负荷、可逆的情况下，干扰和压力被解除后，可依靠系统本身的自组织能力在自然过程中恢复；在超负荷的、不可逆的情况下，生态系统完全依靠自恢复能力作为生态恢复的动力是很难取得较理想效果的，必须通过人为地正向干扰，施加以技术、能量的投入，促进生态系统迅速恢复。

5. 生态系统的基本特征

生态系统是系统，因此具有系统的共性。生态系统是以生物为主体的系统，因而又具有以下区别于一般系统的基本特征。