

生态学研究热点技术丛书

SHENGTAI XUE YANJIU REDIAN JISHU CONGSHU

SHENGTAI XUE
YANJIU FANGFA JI YINGYONG

生态学

研究方法及应用

主 编 ◆ 周东兴 李淑敏

副主编 ◆ 张 迪

黑龙江人民出版社

SHENGTAI XUE YANJIU REDIAN JISHU CONGSHU
生态学 研究 热点 技术 丛书

生态学

SHENGTAI XUE
YANJIU FANGFA JI YINGYONG

研究方法及应用

主 编 ◆ 周东兴 李淑敏

副主编 ◆ 张 迪

黑龙江人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

生态学研究方法及应用 / 周东兴,李淑敏主编. — 哈尔滨:
黑龙江人民出版社, 2009.6

ISBN 978-7-207-08246-6

I. 生… II. ①周…②李… III. 生态学—研究方法
IV. Q14—3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 096935 号

责任编辑:陈 恩

装帧设计:张 娟

生态学研究方法及应用

Shengtaixue Yanjiu Fangfa Ji Yingyong

主 编 周东兴 李淑敏

副主编 张 迪

出版发行 黑龙江人民出版社

通讯地址 哈尔滨市南岗区宣庆小区 1 号楼

邮 编 150008

网 址 www.longpress.com E-mail hljrmcbs@yeah.net

印 刷 哈尔滨天兴速达印务有限责任公司

开 本 880×1230 毫米 1/16

印 张 18.75

字 数 380 000

版 次 2009 年 6 月第 1 版 2009 年 6 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-207-08246-6/X·20

定 价 38.00 元

(如发现本书有印制质量问题,印刷厂负责调换)

本社常年法律顾问:北京市大成律师事务所哈尔滨分所律师赵学科、赵景波

编 委 会

主 编 周东兴 李淑敏

副主编 张 迪

编 委	王春梅	孟丽丽	赵文祥	刘大伟	高贤波
	李冬蕾	刘丰梅	王春晖	杨丽媛	任 辉
	罗秀芹	费静怡	尹立光	董舒雁	王淑芝
	王晓玮	金永山	李佳宁	李淑荣	白 玉
	张群宇	郭庆科	谷冬梅	陈允红	张书杰
	依志达	商哲浩	陈海旭	高秀萍	曹占军
	胡忠波	徐 玲	王立友	于湘秋	吴宝国
	刘志英	谢秀华	鞠 飞		

前 言

近年来，随着生态学的飞速发展，以及人们对生态环境问题的日益重视，非常有必要对生态学相关研究方法进行详细的介绍，使之能够作为相关科研人员和相关专业学生的工具书使用。在生态学研究需要一定的方法和技术，尤其是高等农业院校生态学、环境科学和环境工程等专业在教学中需要一门专门介绍生态学研究方法的工具书，本书作者总结自己和他人多年的教学和科研经验，结合目前最新的相关资料，编写了《生态学研究方法及应用》一书。

在本书中，引用实例，从最传统的实验设计与数据统计分析方法开始，系统地介绍了种群、群落、生态系统、生物多样性、景观及生态环境评价的各种研究方法。本书中介绍的研究方法以定量为主，具有稳定性和长时效性，适合作为教材或工具书，涵盖的多数研究方法是从事生态学研究必须掌握的。

本书还系统地介绍了生态学的研究方法、研究方向和应用，既有我们的研究成果，又有从大量文献资料获得的信息。具体分工如下：第一章由周东兴编写，第二章由张迪编写，第三章由周东兴编写，第四章由张迪编写，第五章由李淑敏编写，第六章由周东兴编写，第七章由李淑敏编写，第八章由李淑敏编写，第九章由张迪编写。全书由周东兴统稿。本书在编写过程中得到了王宏燕教授、孙彦坤教授的大力支持和帮助，在此表示感谢！

为使本书不仅可作为高等农业院校生态学、环境科学、环境工程等专业的主要教学参考书，同时也力图作为其他非农业院校、研究机构的参考书，作者在编写过程中，收录了大量相关著作和论文中的内容和图表，在此向有关文献的作者表示诚挚的谢意！

由于编者受知识水平限制，编写时间仓促，尽管在编著过程中努力追求完善，但书中难免出现错误和疏漏之处，欢迎广大读者提出批评和改进意见。

编 者

二〇〇九年三月

目 录

第一章 生态学研究概述	1
1.1 生态学研究的基本思想	2
1.1.1 层次观	2
1.1.2 整体论	2
1.1.3 系统学说	3
1.1.4 协同进化	3
1.2 现代生态学研究的热点问题	3
1.2.1 现代生态学研究的特点与内容	3
1.2.2 现代生态学研究的热点问题	4
1.3 生态学研究的基本方法	7
1.3.1 原地观测	7
1.3.2 受控实验	8
1.3.3 生态学研究的综合方法	8
第二章 试验设计与数据统计分析	10
2.1 试验设计原理	10
2.2 试验设计类型	11
2.3 生物统计的常用术语	15
2.3.1 总体与样本	15
2.3.2 参数与统计量	15
2.3.3 准确性与精确性	15
2.3.4 随机误差与系统误差	16
2.4 平均数、标准差与变异系数	16
2.4.1 平均数	16
2.4.2 标准差	19
2.4.3 变异系数	21
2.5 方差分析	21
2.5.1 方差分析的意义和作用	21
2.5.2 方差分析的基本原理及步骤	22
2.5.3 单因素试验资料的方差分析	25
2.6 方差分析的数学模型与期望均方	27
2.6.1 数学模型	27

2.6.2 期望均方	28
第三章 取样技术	29
3.1 样地制图	29
3.1.1 陆地生境制图	30
3.1.2 水塘与河流制图	32
3.2 简单随机取样	34
3.2.1 取样误差	35
3.2.2 样本平均数的置信区间	35
3.2.3 理论取样数的确定	36
3.2.4 样本抽取方法	39
3.3 分层取样	41
3.3.1 分层取样的样本平均数与样本方差	41
3.3.2 分层取样理论取样数的确定	42
3.4 标记重捕技术	45
3.4.1 标记技术	45
3.4.2 Lincoln指数法	47
3.4.3 Jolly-Seber随机法	48
3.5 种群相对数量的估计	52
3.5.1 估计方法	52
3.5.2 影响相对数量估计的因素	55
3.6 去除取样法	55
3.6.1 回归分析法	56
3.6.2 三点法	56
3.6.3 极大似然法	58
3.7 群落数量特征的调查方法	59
3.7.1 样方法与种-面积曲线	59
3.7.2 样条法	62
3.7.3 点样法	63
3.7.4 无样地法	64
3.8 样本容量的确定	64
3.8.1 连续变量	65
3.8.2 离散变量	67
3.8.3 生态学特有变量	68
3.8.4 通用方法与经验方法	70

第四章 种群结构与过程研究	71
4.1 种群的基本特征	71
4.1.1 种群的空间分布	71
4.1.2 种群的数量特征	74
4.1.3 种群的遗传特征	77
4.1.4 邻接效应	77
4.2 生命表技术	78
4.2.1 特定时间生命表	78
4.2.2 特定年龄生命表	82
4.2.3 生命表组建方法	83
4.3 数学生态模型	83
4.3.1 生态学模型的概念	84
4.3.2 建立生态模型的一般步骤	85
4.3.3 生态模型的一般成分	86
4.3.4 生态模型的类型	87
4.3.5 建立模型的一般方法	88
4.4 种群与种间关系模型	89
4.4.1 单种群模型	89
4.4.2 双种群模型	93
4.4.3 k -种群作用模型 ($k \geq 3$)	98
4.4.4 矩阵模型	101
4.4.5 随机模型	106
4.4.6 生态位的测度方法	113
4.5 种群数量估计	114
4.5.1 种群的数量动态	114
4.5.2 种群的空间动态	117
4.5.3 种群数量调节	118
4.5.4 种群数量估计	119
第五章 群落结构与生物多样性研究	121
5.1 群落结构分析	121
5.1.1 生物群落的概念	121
5.1.2 地球上群落的主要类型	121
5.1.3 群落结构分析	124
5.1.4 生物群落的基本特征	128

5.1.5 生物群落的种类组成及其数量特征	129
5.2 群落动态分析	134
5.2.1 生物群落的季节动态	134
5.2.2 生物群落的年变化	134
5.2.3 经验模型	136
5.2.4 群落的演替	137
5.2.5 群落的演替模型	142
5.3 群落分类与排序	144
5.3.1 群落分类	144
5.3.2 群落的排序	148
5.4 生物多样性研究	149
5.4.1 多样性的定义	150
5.4.2 物种多样性的研究方法	150
5.4.3 物种多样性在空间上的变化规律	153
5.4.4 决定多样性梯度的因素	154
第六章 生态系统的系统分析方法	156
6.1 生态系统的基本知识	156
6.1.1 生态系统的概念	156
6.1.2 生态系统的组成	157
6.1.3 生态系统的基本特征	157
6.1.4 生态系统的完整性	159
6.1.5 生态循环	159
6.1.6 生态系统稳定性	160
6.2 生态系统模型	161
6.2.1 模型的组成	161
6.2.2 建模过程	162
6.2.3 模型验证	166
6.2.4 灵敏度分析	166
6.3 生态系统的能量流动	167
6.3.1 能量流动遵循的规律	167
6.3.2 生态系统中能量的主要来源	167
6.3.3 能量流动遵循的基本热力学定律	168
6.3.4 生态系统中的辅助能	169
6.3.5 生态系统的能量分析	170
6.3.6 农业生态系统能流关系的调整方向	177

6.4 生态系统的物质循环	179
6.4.1 生态系统物流的一般特点	179
6.4.2 物质循环的基本类型	181
6.4.3 水循环	183
6.4.4 碳循环	185
6.4.5 氮循环	187
6.4.6 磷循环	190
6.4.7 钾循环	191
6.4.8 硫循环	192
6.4.9 农业生态系统中的养分循环	194
6.5 生态系统分析	205
6.5.1 分室模型：方法和实例	205
6.5.2 湖泊富营养化模型	208
6.6 生态系统生产力的测定	215
6.6.1 初级生产中的能流分析	215
6.6.2 次级生产中的能量流动	222
第七章 景观研究方法	225
7.1 景观要素	225
7.1.1 斑块	225
7.1.2 廊道	228
7.1.3 基质	230
7.1.4 景观异质性	231
7.1.5 景观空间格局	231
7.1.6 网络	233
7.2 景观生态分类与评价	235
7.2.1 景观生态分类	235
7.2.2 生态系统健康评价	237
7.2.3 生态系统综合评价	239
7.3 景观生态学研究方法	242
7.3.1 3S技术	242
7.3.2 景观模型	243
7.4 景观规划与设计方法	246
7.4.1 景观生态规划的概念与内涵	246
7.4.2 景观生态规划的原则	246
7.4.3 景观生态规划的步骤	247

7.4.4 景观生态规划的类型	250
7.5 RS和GIS在景观研究中的应用	254
7.5.1 RS及其在景观研究中的应用	254
7.5.2 GIS及其在景观研究中的应用	258
7.6 地统计学方法在景观研究的应用	260
第八章 微生物生态学研究方法	268
8.1 微生物生态学研究的传统方法	268
8.1.1 样品的采集、富集培养和微生物纯培养的分离	268
8.1.2 最大或然值法	269
8.1.3 活菌计数法	269
8.2 微生物生态研究的分子生物学方法	269
8.2.1 核酸探针杂交技术	269
8.2.2 PCR特异性扩增技术	270
8.2.3 rRNA基因同源性分析方法	271
8.2.4 变性梯度凝胶电泳技术	271
8.3 微生物生态模型	272
8.3.1 实验模型	272
8.3.2 数学模型	274
8.3.3 竞争方程式	275
8.3.4 共生方程式	276
8.3.5 捕食方程式	277
8.3.6 生物群落的数学模型	278
8.3.7 组建数学模型常用的方法	280
第九章 生态环境影响评价方法	281
9.1 生态环境影响调查与监测	281
9.1.1 生态环境现状调查	281
9.1.2 生态环境现状调查项目	282
9.2 生态环境现状估计与评价	283
9.2.1 物种评价	283
9.2.2 群落评价	283
9.2.3 栖息地评价	283
9.2.4 生态系统完整性评价	284
9.2.5 生态环境保护目标及其界定	284
9.3 生态环境影响预测与评价	285

第一章 生态学研究概述

生态学是研究生物与环境关系的一门科学。自从生物在地球上出现就与环境有着紧密的联系。到了 20 世纪的中叶,随着生产的需要和生物学、地理学的发展,生态学(Ecology)才作为一门研究生物与环境相互关系的科学登上历史的舞台。生态学发展的初期在学科上分化为植物群落学、动物生态学,并结合生产部门的特点形成了一系列分支学科。

生态学的发展进一步加深了生物与生物间以及生物与环境间认识的深度,并将其提高到整体性和系统性的高度。20 世纪 60 年代以后,世界上人口、资源与环境等全球性问题日益激化,这些当今社会所面临的重大问题,无法用传统的线性思维方式来解决,而生态学的系统研究理论及其所固有的非线性思维方法正是这一危机的解毒剂。它不仅在理论和方法方面,而且在研究对象的范畴、规模和尺度方面都有了新的发展,生态学已经引人注目地成熟起来。它已经从一门描述性的学科发展成为一门崭新的、结构完整的、量化的学科,并向预测性科学扩展。

当今的生态学已经发展成一个研究内容广泛、分支学科众多、综合性很强的学科;从研究方法而言,也同样在不断地更新。

1. 从描述性科学走向实验科学。生态学期以来被认为是描述性的,只有个体生态学能对有机体与非生物因子关系的研究进行室内外的定量实验,而群体生态学难以用实验方法进行研究。随着科学技术发展,使生态学工作者能开辟新的领域,对群体生态学也进行科学实验。

2. 生态学的研究重点从个体水平转移到种群和群落,进而发展到以生态系统研究为中心。早期的生态学在达尔文生存竞争学说的影响下,主要发展的是自然历史或博物学;而本世纪初到 50、60 年代,动物生态学是以种群数量为中心,而植物生态学则着重发展了群落的结构、演替和经典的植被分析等。而近代生态学,在迫切要求解决实践问题的影响下,多学科的综合研究迅速发展,在整体观和系统观等思想的指导下,宏观的生态系统结构、功能和调控的研究有了突出的发展。

3. 生态学原理与人类社会实践的许多领域紧密结合。过去的生态学,人类更多地站在第三者的位置上,研究生物与环境的相互关系;近代生态学,人类将自己放到了生态系统中进行研究。生态学原理为许多应用领域工作者所接受,出现了农业生态学、污染生态学、环境生态学、生态工程与生态农业、资源生态学、人口生态学、经济生态学,城市生态学和景观生态学等。生态学还渗透到城市规划、区域规划,甚至许多水利工程、露天开矿、工业设施均提出要以生态学和社会科学联合,以及现代信息技术、近代理论物理方法论的观点进行分析和评价。

4. 数学模型在生态学中得到广泛的应用。由于生态系统的结构和功能比较复杂,传统的数学方法已不能满足需要,系统分析与生态学相结合的系统生态学应运而生。随着系统分析与生态学的结合以及计算机技术的广泛应用,群落生态学由描述群落结构、发展到定量分类、排序并进而探讨群落结构形成的机理。

生态学研究方法的发展,虽然在人类认识生物、利用生物的初期即已开始积累素材,但上升到理性的规律总结是在19世纪以后。例如,Malthus(1803)用指数方程表述人口的增长规律;verhulst(1838)提出描述种群动态的逻辑斯谛方程等。20世纪以后,由于引用其他学科的新方法,化学家、数学家等与生态学家相合作,促进了生态学研究方法的发展。

1.1 生态学研究的基本思想

生态学自诞生以来,大体上经历了三个发展阶段,即生态学的资料积累和生态描述阶段(1869年~20世纪60年代)、实验生态学发展阶段(20世纪60~80年代)和现代生态学阶段(20世纪80年代至今)。然而到20世纪80年代以后,随着全球人口、资源、环境问题的不断出现,现代生态学突破了原有经典或传统生态学的自然科学界限,在研究层次、时空尺度、内容和技术方法上均有较大的转变,出现了一些具有时代特色的研究趋向,它们已逐渐成为现代生态研究的热点与前沿。

指导生态研究的理论观点,主要遵循以下几种基本思想。

1.1.1 层次观

生命物质有从大分子到细胞、器官、机体、种群、群落等不同的结构层次。生态学研究机体以上的宏观层次。虽然每一生命层次都有各自的结构和功能特征,但高级层次的结构和功能是由构成它的低级层次发展而来的。因此,研究高级层次的宏观现象须了解低级层次的结构功能及运动规律,从低级层次的结构功能动态中可以得到对高级层次宏观现象及其规律的深入理解。对低层次的运动来讲,其生物学意义也只有以较高的层次为背景,才能看得更清楚。宏观层次的研究方向主要有景观生态和全球生态,主要解决全球性的环境变化问题;微观层次上的发展方向主要有分子生态学、生态毒理学、化学生态学等,主要解决生态进化的机理和生态、污染过程的机理问题。在生态研究中,分析不同层次构成的谱系称为层次分析方法。

1.1.2 整体论

每一高级层次都具有其下级层次所不具有的某些整体特征。这些特征不是低级层次单元特性的简单迭加,而是由低层次单元以特定方式组建在一起时产生的新特征。所以,由若干低层次单元所组成的高层次单元实际上就是高一级的新的整体。如个体有出生、死亡、寿命、性别、年龄等特征,在种群层次,虽有出生率、死亡率、平均寿命、性比、平均年

龄等似乎与个体水平相似的特性，实际上，这些特性在不同层次上有本质的区别，后一类是在整体上的特性，有数量动态的含义。此外，种群水平更有个体水平所不存在的整体特性，如数量动态、分布型、扩散与聚集等。所有的这些特性，都只有在种群作为整体的水平上才能认识，在个体水平则无从研究。

总之，整体论要求始终把不同层次的研究对象作为一个生态整体来对待，注意其整体的生态特征。

1.1.3 系统学说

系统是指具有特定功能的、相互间具有有机联系的许多要素（element）所构成的一个整体。

一般所说的生态系统是指生物群落与环境组成的动态平衡体系。在生态学中，系统观点与层次观和整体论是不可分的。生物的不同层次，既是一个生态整体，也同样是一个系统，均可用系统观进行研究。系统分析的方法既区分出系统的各要素（或称组分，常是较低的层次单元），研究它们的相互关系和动态变化，同时又综合各组分的行为，探讨系统的整体表现。系统研究，还必须探讨各组分间作用与反馈的调控，以指导实际系统的科学管理。

1.1.4 协同进化

各种生命层次及各层次的整体特性和系统功能都是生物与环境长期协同进化的产物。

协同进化是普遍存在的现象。例如：捕食者—被食者之间的对抗性特性与行为的协同发展；寄生-共生转化的协同适应；生物—环境，植物、高等动物被动与主动对环境的改造。

协同进化的观点应是生态学研究由设计方案到解释结果的全过程和指导原则。如今就有更多的人提议，把协同进化的因素加入到种群动态模型之中。

1.2 现代生态学研究热点问题

1.2.1 现代生态学研究的特点与内容

与传统生态学相比，现代生态学具有以下几个特点：（1）在研究层次和尺度上逐渐由个体-群落-生态系统向区域-国家-全球规模转变；（2）在研究对象上由传统的以自然生态系统为主逐渐向自然-社会-经济复合生态系统转变；（3）研究目的的转变。现代生态学从“象牙塔”走向社会，直接为社会服务，因而其技术含量加大，可操作性和实用性加强；（4）在研究方法和手段上，由传统的收集、观测、描述、统计到现代的全球生态网络和“3S”技术的广泛应用；（5）现代生态学由有孤立研究到大范围多层面的合作，全球性和协作性研究加强，这是由现代生态学日益拓展的时空尺度所要求的。

现代生态学研究具有明显的时代特色，它除保持原有的研究领域外，还涌现了一批新

的研究方向和热点问题,包括全球变化、可持续发展、生物多样性、湿地生态学、景观生态学、脆弱与退化生态学、恢复与重建及保护生态学、生态系统健康、生态工程与生态设计、生态经济与人文生态学等新兴研究领域。这些研究领域是以全球变化为起点和主题,以恢复重建为内容和手段,以可持续发展为目标相互交织在一起而构成的一个“生态学三角形研究框架”,其它研究热点大多是围绕这三个轴心而展开的(图1)。

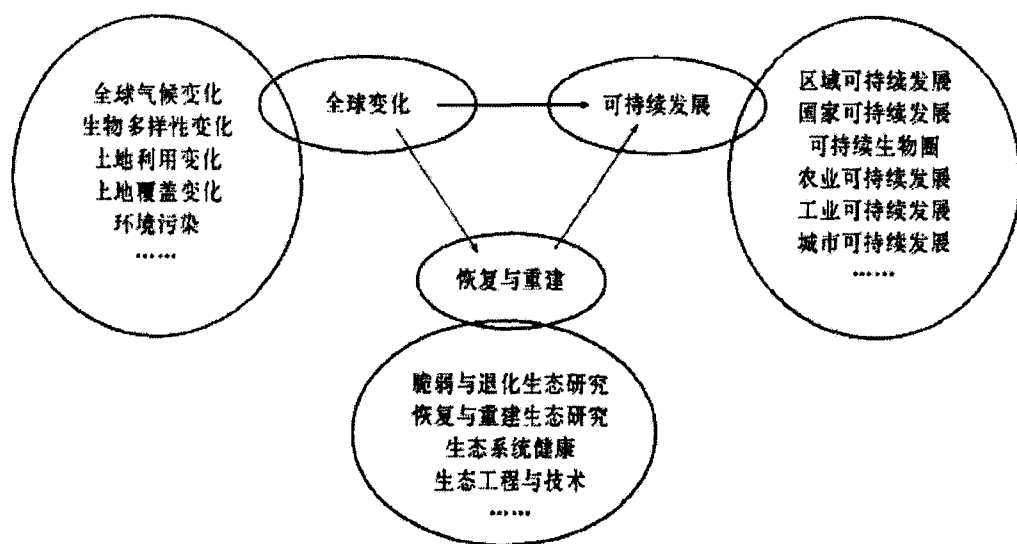


图 1-1 现代生态学研究热点问题

1.2.2 现代生态学研究热点问题

1. 全球变化 (Global Change)

全球变化研究主要集中在以下几个方面:(1)全球变化的科学性问题;(2)全球变化的幅度及其生态效应的预测研究;(3)温室效应气体释放机理的研究;(4)不同生态系统碳库(Source)与汇(Sink)估测;(5)全球变化的高新技术产业的开发与利用研究;(6)全球变化陆地样带(Transect)研究。

“反全球变化研究”也是当今全球变化研究的一个重要内容。其主要目的是通过对温室效应气体的各种反馈过程等的研究,来证实全球变化的非科学性和不确定性。同时,近年来,对全球变化的控制和管理研究工作正在不断开展。国际上已建立了全球变化的监测网络,并成立了相应的协调机构,制定了管理计划和公约,如降低森林采伐的速度;增加森林面积(人工造林);增加现有森林的碳贮存量;增加木材的利用(包括提高木材的利用率);以薪柴替代化石燃料等。同时,一些为控制或延缓全球变化的新技术产业也在不断兴起。在一些国家,已在进行低碳或无碳燃料、核聚变技术、可再生能源技术的利用与开发,无氟冰箱的研制、无公害物质的开发,以及温室气体的固定转换技术,如利用细菌、藻类固定 CO_2 ,及森林再生技术等。

2. 可持续发展 (Sustainable Development)

“可持续发展”一词自1987年世界环境与发展委员会在《Our Common Future》提出以来,已被广泛地应用于各行各业。

可持续发展研究主要集中在以下几个方面：(1) 可持续发展的内涵、发展观等探讨；(2) 可持续发展定量化的研究；(3) 可持续发展模式与规划研究。目前该领域的研究多停留在概念或内涵的定性探讨上，可操作性差。因此，对可持续发展的量化即如何来度量、鉴定和评价区域可持续发展的水平与能力显得十分的必要，近年来，国内外的一些学者致力于建立可持续发展的指标体系研究，并取得了一些进展。一致认为判断和测度可持续发展能力包括五个方面的内容，即资源的承载能力、区域的生产能力、环境的缓冲能力、进程的稳定能力、管理的调节能力。并可用社会的稳定度、安全度、保障度、舒适度、公益度、抗逆度、满意度、文明度、控制度、自立度十大指标来衡量和比较不同地区的可持续发展的能力和水平。

3. 生物多样性 (Biodiversity)

生物多样性是人类社会得以存在和持续发展的物质基础和必要保证。生物多样性及其保护已日益成为全球人民共同关注的热点问题。生物多样性研究主要包括以下几个核心领域：(1) 生物多样性的起源、维持与丧失；(2) 生物多样性的生态系统功能；(3) 生物多样性的编目、分类及其相互关系；(4) 生物多样性评价与监测；(5) 生物多样性保护、恢复与持续利用。

生物多样性将来的研究方向包括：物种多样性的起源及其地理分布格局的物理生物机制，特别是包括地史学、分子生物学及生物系统学等方面来探讨物种多样性的演化及维持机制；种内多样性的研究，主要研究种内基因型和表现型的多样性格局及在不同微生境中的生长情况；人类活动对生物多样性的影响；物种多样性的价值；生物多样性的保护与自然保护区的建立；生物多样性的开发与应用研究；保护生物学 (Conservation Biology) 的研究。

4. 湿地生态学 (Wetland Ecology)

湿地被誉为“自然之肾”，它是陆生系统和水生系统之间过渡的具独特的水文、土壤、植被与生物特征的生态系统。1982年在印度召开了第一届国际会议，国际上现已成立了一批湿地研究中心，并签署了有关湿地保护公约，现有80多个国家成为湿地公约缔约国。这标志着全球湿地研究进入了一个新的发展阶段。

目前，湿地生态研究主要集中在以下几个方面：(1) 湿地的定义与分类；(2) 湿地的清查与编目；(3) 湿地的结构、功能和生态过程研究；(4) 湿地的生物多样性研究；(5) 湿地的全球变化研究；(6) 湿地的管理、保护与开发利用研究；(7) 湿地的环境变迁研究。

湿地研究今后的发展方向为：湿地资源的综合考察；湿地资源与环境数据库的建立；湿地生态系统结构、功能与生产力研究；湿地生物群落演替规律的研究；湿地的评价、管理、保护及其决策研究；不同湿地保护区和试验示范区的建立以及长期定位研究观测等。

5. 景观生态学 (Landscape Ecology)

目前，景观生态学的基本概念和理论已初具雏形。景观的四个基本类型：廊道 (Corridor)、基质 (Matrix)、斑块 (Patch)、生态过渡区 (Ecotone) 在概念用法上基本得到统一。在景观空间结构定量指标 (包括破碎度、连通性、离散指标、分维数、景观优势度指数、景观多样性指数、蔓延度等) 亦基本确立。同时一系列景观生态学理论亦逐步形

成,如景观结构与功能原理、物种流动原理、养分再分布原理、能量流动原理、景观稳定性原理等。而且,一些新技术和方法也不断被引入到景观生态学研究,如多维地理信统、全球定位系统(GPS)、景观尺度的GAP分析、点数据的空间面分析、应用差别分析、景观时空不连续研究的统计学方法等。

景观生态学今后应加强如下内容的研究:(1)生态空间理论与景观异质性研究;(2)景观结构的网络分析;(3)景观演变模型与模拟;(4)景观生态规划(LANDEP)与管理;(5)景观的生态监测与动态预测;(6)景观生态制图;(7)景观格局与生物多样性;(8)景观与持续发展。

6. 退化生态学(Degradation Ecology)与生态系统健康(Ecosystem Health)

退化生态学是近年来发展起来的热门研究领域。生态退化研究可追溯到本世纪70年代,1971年联合国粮农组织提出了土地退化的概念,并编写了《土地退化》一书,继之,一系列的土壤退化和土地退化的专著相继出现,标志着土地退化研究的开展。

但目前对生态退化的概念、内涵尚未形成统一和明确的认识;对生态系统的退化机理、受损过程也不甚清楚;退化生态系统的诊断、预测和控制以及退化评价指标体系与标准的建立等方面尚需作深入的研究工作。

7. 恢复生态学(Restoration Ecology)

恢复生态学是一门在80年代得到大力发展的现代生态学分支。生态系统的恢复和重建的思想是根据生态学原理,人为改变和消除限制生态系统发展的不利因子,尽快地成功地恢复已退化的生态系统。恢复生态学在一定意义上是一门生态工程学(Ecological Engineering),或是一门在生态系统水平上的生物技术学(Biotechnology)。它最早由西欧学者提出,当时的研究对象是人类采矿活动留下的各种废弃地。它的出现有着强烈的应用生态学背景,因为其研究对象是那些在自然灾变和人类活动压力下受到破坏的自然生态系统。

8. 生态工程与生态设计研究(Ecological Engineering and Ecological Design)

生态工程与生态设计研究是生态学与生产实践直接挂钩的一个领域,是生态学的“硬件”部分。生态工程建设是一个复杂的系统工程,它是生态学、系统学和技术科学相互交叉的学科分支。目前,从研究水平上来看,美国和中国在生态工程方面处于国际领先地位。我国在该领域起步较早,现已摸索和积累了一些经验,在理论上亦日益成熟。

今后生态工程应加强以下几个方面的研究:(1)加强生态工程理论体系研究,包括生态工程基本概念、范畴、原则、方法论等的确立和完善,以及新理论、新方法的引入。(2)加强生态工程设计方法、原则与技术研究。即在现有的理论和实践经验的基础上,建立一套从系统边界确定、系统辨识、设计、模拟、优化的生态工程设计专家系统,实现生态工程建设的系统化、规律化及可操作性,以适应于不同地区、不同研究对象的生态工程建设的需要。(3)加强生态工程的后期管理、评估和监测研究。

9. 生态经济(Ecological Economics)与人文生态(humanistic Ecology)研究

生态经济学是生态学和经济学相互渗透和有机结合而形成的一门研究自然-经济复合生态系统的结构和运行规律的学科分支。