

SHENGTAIXUE CHANGYONG SHIYAN
YANJIU FANGFA YU JISHU

生态学常用实验 研究方法与技术

章家恩 主编

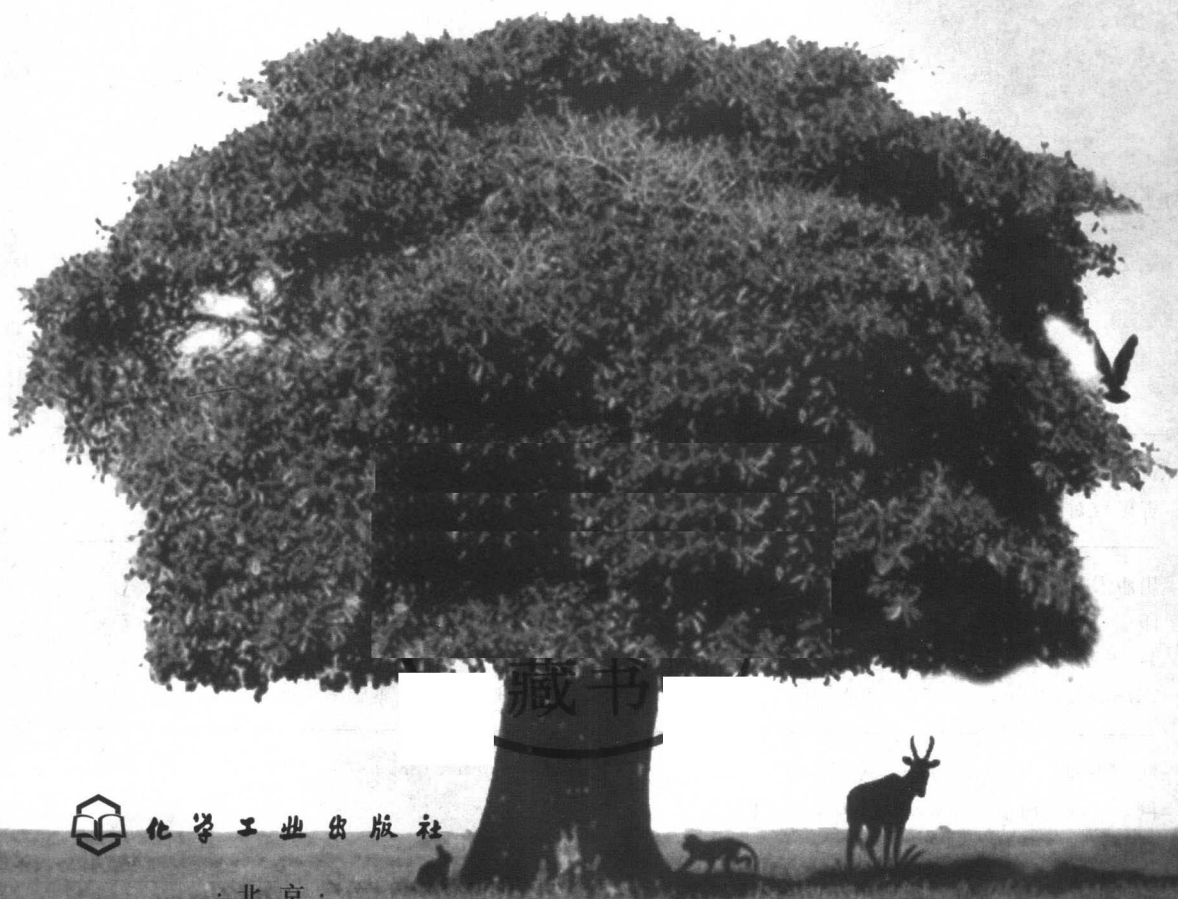


化学工业出版社

SHENGTAIXUE CHANGYONG SHIYAN
YANJIU FANGFA YU JISHU

生态学常用实验 研究方法与技术

章家恩 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

生态学常用实验研究方法与技术/章家恩主编. —北京: 化学工业出版社, 2006. 12

ISBN 978-7-5025-9859-4

I. 生… II. 章… III. 生态学-实验 IV. Q14-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 161401 号

责任编辑: 刘兴春

文字编辑: 李锦侠

责任校对: 周梦华

装帧设计: 韩 飞

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: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 20 3/4 字数 508 千字 2007 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-6419686) 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: 39.80 元

版权所有 违者必究、

前 言

近几十年来,由于世界人口的急剧膨胀、城市化与工业化的快速发展,以及人类社会经济活动对自然资源的过度开发利用与破坏,导致了全球性的资源问题和环境问题,诸如全球变化、生物多样性下降、水体富营养化、酸雨、臭氧层空洞、森林破坏、生态退化与沙漠化、生物入侵等问题,现已严重威胁到人类社会的可持续发展。面对当今严峻的资源环境形势,生态学作为一门研究生物(包括人类)与环境相互作用关系的系统科学,日益承担着其义不容辞的历史使命和艰巨的历史任务。生态学也正是在当今这种迫切的生态环境建设和社会经济发展需求中,不断发展壮大起来的。

自 H. Haeckel 于 1866 年首次提出“生态学”概念以来,生态学现已有近 140 年的发展历史。在这 100 多年间,特别是自 20 世纪 70~80 年代以来,生态学得到了突飞猛进的发展。生态学的研究深度和广度日益得到拓展,与其他学科的交叉渗透也十分频繁,逐渐形成了一个横跨微观、中观、宏观三个尺度,涵盖分子、个体、种群、群落、生态系统、景观以及全球等不同层次,涉及自然、经济、社会、文化等多方面要素的庞大学科体系。由于该学科的综合性、系统性和复杂性,对当前生态学的科学研究和生态学的人才培养也提出了严峻的挑战。

一个学科的整体发展水平在很大程度上体现在其基础理论和方法论的发展水平上。近几十年来,生态学无论在理论上还是在方法论上均有长足的进展。然而,目前在生态学研究方法方面尚缺乏一些较为系统的著作或教材,许多研究方法大多分散在不同的生态学分支研究领域及其相应的著作和论文中,这给生态学的科学研究和生态学方法论的教学带来了很多困难。目前,许多高等院校生态学专业及相关专业的师生在教学方面都面临着同样的问题,并都有同样的愿望,就是尽快编写一本较系统的生态学方法论方面的书籍。作者从 2000 年起担任研究生的《生态学常用实验研究方法与技术》的教学工作,也遇到了同样的问题,即缺乏用于该方面教学的系统教材。鉴此,作者经过多年的积累,在自编讲义的基础上,广泛收集有关资料,终于编写完成了这本较为系统的《生态学常用实验研究方法与技术》教材。本书内容设计上不仅考虑了生态学专业研究生和本科生的教学需求,而且也考虑到了生态学科技工作者作为一般科研参考书的需求。

本书在内容共分十一章。第一章主要介绍了生态学的学科属性、分类以及生态学实验研究的基本特点和内容体系;第二章主要介绍了生态环境因子(包括地理位置、地形地貌、气象气候、水文、土壤)的野外观测技术与基本方法;第三章系统介绍了植物生态学的相关研究方法,包括植物生理生态学测定方法、植物种群与群落野外调查技术、植物根际生态学研究方法和植物种子库研究方法;第四章主要介绍了动物生态学的实验观测研究方法与技术,包括地面动物种群生态的野外调查方法、土壤动物的研究方法、水生动物的调查观测方法等;第五章集中介绍了微生物生态学的研究方法,包括微生物平板培养技术、土壤微生物生物量的测定技术、土壤酶活性的测定方法、土壤微生物群落及其多样性的研究方法等;

第六章介绍了化学生态学的一般研究方法,包括植物化感作用、昆虫的化学相互作用的观测实验技术;第七章主要介绍了分子生态学的基本方法原理与实验技术,如PCR、RAPD、RFLP、SSR等方面的基本原理与实验技术;第八章介绍了生态系统层次物质与能量转化的研究方法,包括物质热值测定技术、土壤、植物、水体中养分元素(如C、N、P、K)的测定方法与技术;第九章介绍了环境生态学的相关研究方法,包括大气、水体、土壤、生物样品的野外采集技术,以及一些常用的环境生态污染指标(如大气悬浮物、氮氧化物、二氧化硫、温室气体,水体中的DO、COD、BOD等,以及土壤中重金属、植物农药残留等)的测定技术;第十章主要介绍了一些现代仪器分析技术的方法原理及其在生态研究中的应用;第十一章主要介绍了景观生态学的研究方法以及3S技术的工作原理及其应用。

本书综合参考了国内外大量的生态学及其相关学科的实验研究方法方面的专著、教材和论文,在此谨向本人参阅过的各种书籍的作者致以诚挚的谢意。同时,在本书的编写过程中,本校的肖红生、苏贻娟、谢利、秦钟、蔡燕飞等老师提供了部分资料,在此,对他们的帮助表示衷心的感谢。另外,刘文高、朱丽霞、饶卫民、黄兆祥、高爱霞、刘金苓、许荣宝、唐国玲、张磊、朱可峰、陈瑞、全国明、李庆芳、蒋艳萍、栗方亮、方丽、高凤君、陈欢、郭丽、滕丽丽、胡蓉蓉、罗宇萍、郭磊、林田安、冯丽芳等同志在文字录入和资料收集方面也提供了一些帮助,在此一并致谢。最后,向所有关心、鼓励和支持本书出版的专家、学者等表示深深的谢意!

生态学发展迅速,学科体系庞大,研究内容广阔,因此,想通过一本书将其所有的研究方法概括起来实属困难。本书虽力求完美,但也肯定会存在“挂一漏万”的问题,因此,希望广大生态学工作者共同努力,将我国的生态学研究推上一个新的台阶。

由于编者的水平所限,本书中疏漏之处在所难免,衷心希望各位教师、学生和有关的科研工作者提出宝贵意见,以便我们在今后的工作中进一步改正、完善和提高。

编者
2006年12月

目 录

第一章 生态学实验研究方法与技术概述	1
第一节 生态学及其学科属性.....	1
一、生态学的基本概念.....	1
二、生态学的研究层次及其学科分类.....	1
三、生态学的实验科学属性.....	2
第二节 生态学研究方法的类型与内容体系.....	3
一、科学研究的基本过程.....	3
二、生态学研究方法的基本类型.....	4
三、生态学研究方法的内容体系.....	6
第三节 生态学试（实）验设计方法概述.....	7
一、生态学实验的基本特点.....	7
二、生态学试验设计的基本原则.....	8
三、控制田间试验误差的小区技术.....	9
四、常用的田间试验设计方法.....	10
参考文献.....	15
第二章 野外生态环境因子的观测方法与技术	16
第一节 地理位置观测.....	16
一、地理位置的表示方法.....	16
二、高程测量.....	17
三、角度测量.....	18
四、距离测量.....	20
五、电子全站仪测量.....	20
六、全球定位系统测量.....	22
第二节 地形地貌环境观测.....	22
一、一些基本的地貌形态描述与计量指标.....	23
二、地形地貌的观测步骤.....	23
三、一些特征地貌的考察内容.....	24
四、地形图的应用.....	24
五、遥感影像图在地形地貌研究上的应用.....	26
六、野外地质状况的观测方法.....	26
第三节 气象气候环境因子观测.....	28
一、辐射观测.....	28
二、空气温度和湿度观测.....	31

三、气压观测	33
四、风的观测	34
五、降水观测	36
六、蒸发量观测	37
七、云的观测	37
八、能见度的观测	38
九、地面气象观测场的设置方法	39
十、小气候的观测方法	40
第四节 水体环境因子观测	44
一、地表水位的观测	44
二、地下水位的观测	45
三、地表水深的观测	45
四、流速的观测	45
五、流量的测量	46
六、河流含沙量的测量	47
七、水温的测定	48
八、水下辐射的测定	49
九、透明度的测定	49
十、水体浊度的测定	49
十一、水色的测定	50
十二、水体 pH 值的测定	50
十三、水体电导率的测定	51
十四、水体 Eh 值的测定	51
第五节 土壤环境因子调查与观测	51
一、土壤剖面调查	52
二、土壤侵蚀量的观测	54
三、土壤温度的测定	55
四、土壤水分的测定	56
五、土壤相对密度的测定	57
六、土壤容重的测定	58
七、土壤总孔隙度的计算	59
八、土壤颗粒分析	59
九、田间持水量的测定	61
十、土壤凋萎含水量的测定	62
十一、土壤 pH 值的测定	63
十二、土壤氧化还原电位的测定	64
参考文献	65
第三章 植物生态学实验观测研究方法与技术	66
第一节 植物生理生态学研究方法	66
一、光合作用强度的测定	66

二、叶绿素 a 和叶绿素 b 含量的测定	68
三、叶绿体光诱导荧光强度的测定	70
四、呼吸强度的测定	71
五、蒸腾强度的测定	72
六、植物缺水程度的鉴定 (脯氨酸法)	74
七、超氧化物歧化酶 (SOD) 活性的测定	75
八、过氧化氢酶 (CAT) 和过氧化物酶 (POD) 活性的测定	77
九、植物组织丙二醛含量的测定	78
十、植物内源激素的提取方法	78
十一、测定乙烯含量的气相色谱法	79
十二、测定植物内源激素的酶联免疫法 (ELISA)	80
第二节 植物种群与群落调查方法	82
一、取样技术	83
二、种群和群落特征的计量指标	88
三、植物群落组分重要性和优势度的分析	90
四、植物群落的物种多样性分析	91
五、植物种群的年龄结构分析	92
六、植物群落的生活型分析	93
七、植物群落生物量与第一性生产力的测定方法	93
八、草本植物群落生物量与第一性生产力的测定	94
九、灌木群落生物量与第一性生产力的测定	97
十、森林群落生物量与第一性生产力的测定	98
十一、森林群落凋落量的测定	102
十二、大型水生植物现存量的测定	102
十三、浮游植物生物量和第一性生产力的测定	103
第三节 植物根际生态学研究方法	105
一、植物根系的采集与观测方法	105
二、根系生长的原位观测方法	109
三、根系形态参数及其测定方法	110
四、根系活力的测定方法	111
五、根系分泌物的收集、分离与鉴定	113
第四节 植物的土壤种子库研究方法	116
一、土壤种子库的采样方法	117
二、土壤种子库的分离与检测方法	118
三、种子雨的采集与调查方法	119
参考文献	120
第四章 动物生态学实验观测研究方法与技术	122
第一节 动物生态学研究的基本内容与方法	122
一、动物生态学研究的基本内容	122
二、动物生态学研究的一般方法	122

三、动物野外生态学观测的主要仪器设备·····	123
第二节 地面上主要动物类群的野外生态学观测方法·····	123
一、地面上动物种群野外生态学调查的基本方法·····	123
二、大型兽类的种类和种群数量的调查方法·····	125
三、小型兽类的种类和种群数量的调查方法·····	126
四、爬行类、两栖类的种类和种群数量的调查方法·····	126
五、鸟类动物的种类和种群数量的调查方法·····	127
六、昆虫的种类和种群数量的采集与调查方法·····	128
第三节 土壤动物的采集技术与方法·····	132
一、土壤动物野外采样方法·····	132
二、土壤动物的分离与采集的主要设备·····	133
三、土壤动物的实验室分离方法·····	134
四、土壤动物的野外辅助采集方法·····	135
五、土壤动物的镜检和种类鉴定·····	137
第四节 水生动物的生态调查与观测方法·····	138
一、鱼类种类和数量的观测方法·····	138
二、浮游动物种类、数量和生物量的观测方法·····	140
三、水体底栖动物种类、数量和生物量的观测方法·····	143
参考文献·····	144
第五章 微生物生态学实验研究方法与技术·····	146
第一节 微生物的纯培养技术与方法·····	146
一、消毒和灭菌技术·····	146
二、培养基的制作技术·····	148
三、接种、分离纯化和培养技术·····	150
四、微生物菌落观察与计数方法·····	153
五、土壤微生物的稀释平板培养技术·····	154
第二节 土壤微生物生物量的测定方法·····	155
一、土壤微生物生物量碳的测定·····	156
二、土壤微生物生物量氮的测定·····	158
三、土壤微生物生物量磷的测定·····	159
四、土壤微生物生物量硫的测定·····	160
第三节 土壤酶活性的测定方法·····	162
一、蛋白酶活性的测定·····	162
二、脲酶活性的测定·····	163
三、磷酸酶活性的测定·····	164
四、纤维素酶活性的测定·····	165
五、 β -葡萄糖苷酶活性的测定·····	166
六、蔗糖酶活性的测定·····	167
七、芳香硫酸酯酶活性的测定·····	168
八、脱氢酶活性的测定·····	169

九、过氧化氢酶活性的测定·····	169
十、硝酸还原酶活性的测定·····	170
第四节 土壤微生物多样性的测定方法·····	171
一、Biolog 分析方法·····	171
二、PLFA 分析方法·····	173
三、PCR-DGGE 分析方法·····	177
参考文献·····	179
第六章 化学生态学实验研究方法与技术·····	180
第一节 植物化感作用的实验研究方法与技术·····	180
一、化感物质的收集与提取方法·····	180
二、化感物质的分离和纯化方法·····	183
三、化感物质的定性与定量测定方法·····	183
四、化感物质的生物测定方法·····	184
第二节 昆虫化学生态学的研究方法·····	185
一、嗅觉定向方法·····	185
二、取食测定方法·····	187
三、视觉定位方法·····	188
四、电生理测定方法·····	188
五、昆虫信息化化合物的收集、分离与鉴定方法·····	192
参考文献·····	193
第七章 分子生态学实验研究方法与技术·····	195
第一节 分子生态学的实验研究方法概述·····	195
一、等位酶技术·····	195
二、基因指纹技术·····	196
第二节 PCR 技术的基本原理与方法·····	197
一、PCR 技术的基本原理·····	198
二、PCR 反应体系·····	198
三、PCR 产物的检测·····	200
四、PCR 产物的纯化·····	200
第三节 分子生态学常用的实验技术·····	200
一、等位酶实验技术·····	200
二、RFLP 实验技术·····	202
三、RAPD 实验技术·····	203
四、SSR 实验技术·····	205
五、动植物与微生物样品中 DNA 的 PCR 实验分析技术·····	207
参考文献·····	211
第八章 生态系统能量与物质平衡的研究方法与技术·····	212
第一节 生态系统中的能量研究方法与实验分析技术·····	212
一、生态系统的能量类型·····	212
二、生态系统的能量途径·····	213

三、生态系统能流分析方法与步骤·····	213
四、能流的测定和计算·····	214
第二节 生态系统中的物质平衡的研究方法·····	217
一、生态系统中的物质循环类型·····	217
二、生态系统物质循环的一般模型·····	217
三、生态系统物流平衡模型的建立方法与步骤·····	217
第三节 土壤主要养分含量的测定方法·····	218
一、土壤有机质的测定·····	218
二、土壤全氮的测定·····	220
三、土壤硝态氮的测定·····	222
四、土壤铵态氮的测定·····	224
五、土壤碱解氮的测定·····	225
六、土壤全磷的测定·····	226
七、土壤速效磷的测定·····	227
八、土壤全钾的测定·····	230
九、土壤速效钾的测定·····	231
十、土壤有效性钾的测定·····	232
第四节 植物主要养分元素的测定方法·····	232
一、植物全氮（不包括硝态氮）的测定·····	232
二、植物全氮（包括硝态氮）的测定·····	234
三、植物中磷的测定·····	234
四、植物中钾的测定·····	235
第五节 水体中主要养分元素的测定方法·····	236
一、水体中总氮的测定·····	236
二、水体中总磷的测定·····	238
三、水体全钾和全钠的测定·····	240
参考文献·····	242
第九章 生态环境监测方法与技术·····	243
第一节 生态环境污染样品的野外采集技术·····	243
一、水污染样品的采集方法与技术·····	243
二、大气污染样品的野外采集方法与技术·····	247
三、土壤污染样品的采集方法与技术·····	250
四、植物样品的采集方法与技术·····	251
五、人和动物样品的采集和制备·····	253
六、生物样品的预处理·····	254
第二节 生态环境污染的常用实验分析方法·····	255
一、化学分析法·····	255
二、仪器分析法·····	256
三、生物监测技术·····	256
第三节 主要环境污染物含量的实验测定技术·····	256

一、水中溶解氧 (DO) 的测定	256
二、化学需氧量 (COD) 的测定	258
三、生化需氧量 (BOD ₅) 的测定	259
四、水中氨氮的测定	261
五、水体硝酸盐氮的测定	262
六、大气中总悬浮微粒 (TSP) 的测定	264
七、大气中二氧化硫的测定	264
八、大气中氮氧化物的测定	267
九、农田温室气体排放的测定方法	269
十、土壤中重金属含量的测定	269
十一、生物体中农药残留量 (有机氮农药等) 的测定	271
参考文献	273
第十章 仪器分析方法与技术	274
第一节 仪器分析技术概述	274
一、仪器分析的基本类型	274
二、分析仪器的基本组成	275
第二节 生态学中常用的仪器分析技术介绍	276
一、气相色谱分析技术	276
二、高效液相色谱分析技术	280
三、质谱分析技术	282
四、紫外-可见吸收光谱分析技术	285
五、原子吸收光谱分析技术	288
六、原子发射光谱分析技术	291
第三节 仪器分析在农林科学及生态环境科学中的应用	295
一、紫外-可见吸收光谱分析法的应用	295
二、原子吸收光谱分析法的应用	295
三、原子发射光谱分析法的应用	295
四、分子发光分析法的应用	295
五、电位分析法的应用	296
六、电导分析法和伏安分析法的应用	296
七、色谱分析法的应用	296
参考文献	296
第十一章 景观生态学研究方法与 3S 技术	298
第一节 景观生态学的主要研究方法	298
一、景观格局的研究方法	298
二、景观过程与动态的研究方法	303
三、景观功能的研究方法	305
第二节 3S 技术及其在景观生态学中的应用	307
一、遥感技术系统	307
二、地理信息系统	311

三、全球定位系统.....	312
四、3S 技术在景观生态学中的应用	315
参考文献.....	317

第一章 生态学实验研究方法与技术概述

第一节 生态学及其学科属性

一、生态学的基本概念

生态学（ecology）一词来源于希腊文的两个词根“oikos”和“logos”，前者表示住所或栖息地，后者表示学问，因此，从字义上讲，生态学是关于生物栖息地及其居住环境的科学。

从科学的角度来看，生态学是运用层次观和系统论的方法，研究生物与生物之间、生物与环境之间相互关系的科学（图 1-1）。这里所说的“生物”（organism）是指自然界中由活质构成并具有生长、发育、繁殖等能力的物体，不仅包括动物、植物、微生物而且也包括人类自身；这里所说的“环境”（environment）是指某一特定生物体或生物群体以外的空间、时间以及直接、间接影响该生物体或生物生存的一切事物的总和，不仅包括非生命的自然环境（光、热、水、土、气、风等），也包括有生命的生物环境，还包括社会经济文化环境。环境总是针对某一特定主体或中心而言的。没有脱离主体而存在的环境。因此，环境只具有相对意义。这里所说的相互关系包括物理的、化学的和生物学的关系。这些相互关系会从生物大分子（molecule）、个体（individual）、种群（population）、群落（community）、生态系统（ecosystem）、区域景观（landscape）、全球（globe）等不同组织层次上对生物和环境系统的结构和功能产生各种影响。因此，生态学是研究这些相互关系的产生方式、影响途径和作用后果有关规律的学科。

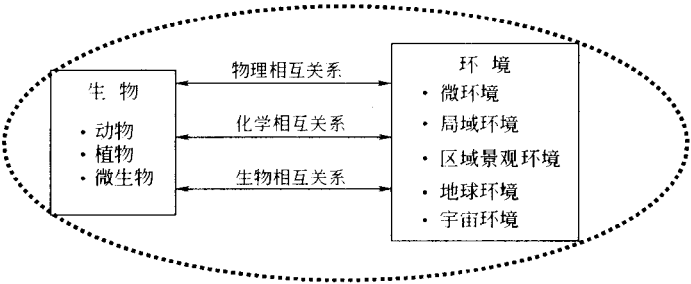


图 1-1 生态学研究的对象和内容

二、生态学的研究层次及其学科分类

现代生态学在研究层次上向宏观与微观两极发展。由于生态学研究对象的极其复杂性，

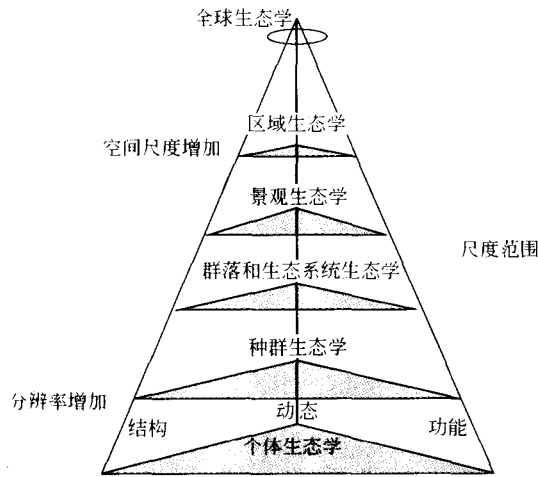


图 1-2 生态学的研究尺度
(邬建国、肖笃宁)

它现已发展成为一个庞大的学科体系。根据研究性质分，生态学可概分为理论生态学和应用生态学两大体系。从生态学的研究对象的组织水平和层次来看，生态学可分为分子生态学 (molecular ecology)、个体生态学 (individual ecology)、种群生态学 (population ecology)、群落生态学 (community ecology)、生态系统生态学 (ecosystem ecology)、景观生态学 (landscape ecology) 和全球生态学 (global ecology) (图 1-2)。

由于生态学与生物科学、环境科学、工程科学、基础科学、人文社会科学和应用科学等之间的交叉和渗透，形成了一系列的生态学分支 (表 1-1)。

表 1-1 生态学与其他学科交叉产生的分支学科 (李文华等, 2004)

生物科学	基础科学	应用科学		环境科学	社会科学
分子生态学	理论生态学	农业生态学	生态工程学	环境生态学	生态经济学
生理生态学	数学生态学	森林生态学	工业生态学	污染生态学	生态伦理学
遗传生态学	物理生态学	草原生态学	旅游生态学	生态毒理学	文化生态学
行为生态学	化学生态学	淡水生态学	产业生态学	保育生态学	社会生态学
动物生态学		海洋生态学	恢复生态学		人类生态学
植物生态学		湿地生态学	景观生态学		生态法学
微生物生态学		城市生态学			

三、生态学的实验科学属性

科学的发展与研究方法和技术设备有关。在传统的生态学研究 中，生态学侧重于研究对象的描述，所采用的研究方法（如直观描述、调查分析、数理统计、单项实验等）都很简单。20 世纪 40 年代 R. Bracher (1934) 在《生态学野外研究》一书中介绍了“一只生态学工具箱”，小小的工具箱中的设备就是当时生态学计量的全部仪器。因此，长期以来，生态学被人们误认为是一门描述性的、近似于思维方法论和社会科学的一门学科。特别是近十几年来，随着生态学向经济学科和人文社会学科的渗透，使人们感觉到生态学似乎越来越偏离自然科学，而向社会科学靠近了。

然而，生态学来源于生物学，其研究对象是生物与环境之间的相互关系。它始终围绕着生物与环境之间的物质循环、能量流动、信息传递（乃至资金流动）开展研究，就必然要与生物学实验、环境学实验、物理、化学实验等打交道，就需要通过实地观测与调查研究，获取实验数据来认识和回答各种各样的生态学过程及其内在机理。因此，从总体上讲，生态学必然是一门实验科学，它的天然实验室就是自然界（或人类社会）。

由于生态学的特殊学科属性，生态学实验具有以下几个特点：①生态学是一门与空间、时

间相关的科学,因此,其实验必然涉及空间位置与时间的测定,与地理学密切相关;②生态学是研究生物与环境相互关系的科学,那么,其实验必然涉及生物学与环境学;③生态学的综合性与系统性,决定了其实验必然是多元化的,并与其他学科具有交叉渗透性;④生态学的不同尺度,决定了其不同实验方法的巨大差异性,如宏观生态学研究方法和微观生态学研究方法。

随着科学的发展和研究技术手段的进步,现代生态学的研究领域日益拓展,研究手段与方法不断更新。在现代生态学研究已广泛使用野外自计电子设备(测定光合、呼吸、蒸腾、水分状况、叶面积、生物量、植物根系及微环境、气象气候要素等)、同位素示踪(测定物质转移与物质循环等)、稳定性同位素(用于生物进化、物质循环、全球变化等)、3S技术、计算机、信息与网络技术(用于生态环境要素的时空定量、定位、动态监测、调查与信息管理、决策等)、生态建模技术(如从生理生态过程、斑块、种群、生态系统、景观到全球)以及实验室内的现代仪器分析技术(如GC、MS、HPLC、GC-MS、ICP、核磁共振、显微镜技术、分子生物学技术等),推动了现代生态学的发展,使生态学从传统的定性或半定量研究日益走向定量化和精确化研究。生态学的实验研究属性得到加强。

第二节 生态学研究方法的类型与内容体系

科学的理论是建立在科学的实验研究方法基础之上的。生态学研究方法大多数与相关学科的方法相同或近似。生态学研究需要先对自然界或实验室中的生态现象进行观察记载、测计度量 and 实验,再对资料数据进行分析综合,找出生态学规律。

从20世纪50年代开始,生态学研究方法一方面趋向专门化,针对不同对象和问题,设计了各种专用的方法技术;另一方面是强调系统化,即为各类生态系统制定出生态综合研究方法。生态学研究的专门化与系统化同时并进,彼此汇合,是学科方法体系日趋成熟的标志。

一、科学研究的基本过程

科学研究是人类认识自然、改造自然和服务社会的原动力,是科技创新的源泉。其目的在于探求新的知识、理论、方法、技术和产品。基础或应用基础性研究在于揭示新的知识、理论和方法;应用性研究则在于获得某种新的技术或产品。无论是基础性研究,还是应用性研究,其基本过程大致包括3个环节:①根据自己的研究(观察、了解)或前人的研究(通过查阅文献)对所研究的命题形成一种认识或假说;②根据假说所涉及的内容安排相斥性的试验或抽样调查;③根据试验或调查所获得的资料进行推理,肯定或否定或修改假说,从而形成结论,或开始新一轮的试验,以验证修改完善后的假说,如此循环发展,使所获得的知识逐步发展、深化(图1-3)。

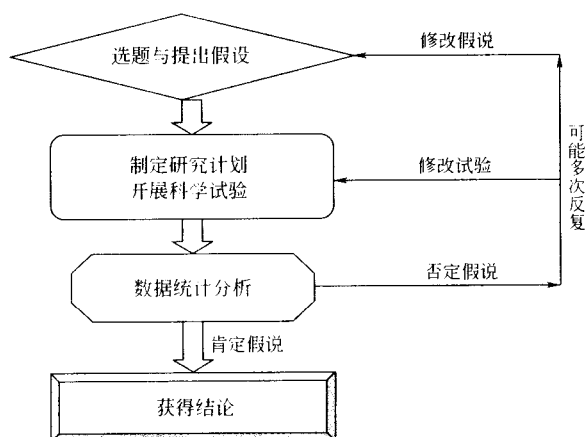


图1-3 科学研究的基本过程

二、生态学研究方法的基本类型

根据生态学研究对象的多样性和复杂性,对生态学现象和生态学规律的研究,不仅要通过野外的观测和实地调查研究,而且还需要通过严格的控制实验来模拟自然的生态过程与内在规律。根据生态学研究的不同需要,可以分为原地观测研究、受控实验研究,以及生态学综合研究方法三大类型。

(一) 原地观测研究

原地观测研究是指在自然实地对生物与环境关系的考察。生态现象的直观第一手资料皆来自原地观测。因为生态学的研究对象(种群、群落等)均与特定自然生境不可分割,生态现象涉及因素众多,联系形式多样,相互影响又随时间不断变化,观测的角度和尺度不一,迄今尚难以或无法使自然现象全面地在实验室内再现,原地观测仍是生态学的基本方法。原地观测研究包括野外考察、定位观测和原地实验等不同方法。

1. 野外考察

野外考察是考察特定生态环境要素(生物要素和环境要素)的时空分异格局和规律。野外考察首先必须确定需要考察的空间范围及其边界,以及考察对象,然后根据调查目的,设计相应的调查方案和调查指标。

对于生物要素而言,其调查边界通常视物种生物学特性而异。植物种群不仅要考虑其定居的植株分布,还应包括其种子的向外扩散范围。动物种群活动范围,其巢穴或防御的领地可能很小,但取食空间范围可能很大。对有定期长距离迁徙或洄游行为的动物种群原地观测往往要包括广大地区,考察动物种群活动可能要用飞机、遥测或标志追踪技术。陆生群落的生境划界,通常是依据植物群落或植被类型边界与地形地貌的联系。但在大范围内出现群落连续,或逐渐过渡性强时,则要借助于群落学统计或航测遥测技术。野外考察种群或群落的特征,测计生境的环境条件,不可能在原地内进行普遍的观测,只能通过适合于各类生物的规范化抽样调查方法。例如动物种群调查中取样方法有样方法、标志重捕法、去除取样法等;植物种群和群落调查中的取样方法有样方法、无样方取样法等。抽取样地的大小、数量和空间配置,都要求符合统计学的原理,保证其得出的数据能反映整体情况。

属于种群水平的野外考察项目,主要有个体数量(或密度)、水平与垂直分布样式、适应形态性状、生长发育阶段或年龄结构、物种的生活习性行为等。属于群落水平的考察项目主要有群落的种类组成、即对组成该群落的植物种类进行分类鉴定和记录、植物种的生活型或生长型、各种动物的生态习性和行为;各种动植物种群的多度、频度、显著度、分布样式、年龄结构、生活史阶段、种间关联和群落结构等。同时,要考察种群或群落生境的主要环境因子特征,如对生境的总面积、形状、海拔高度、大气、水、土壤、地质、地貌等环境因子的描述和测量。

对于社会经济要素和社会经济环境的调查而言,首先也需要确定研究对象和研究范围,然后根据研究目的,设计一系列调查表格和问卷,通过资料收集、当面采访、座谈会、问卷调查等方法,获取第一手和第二手的数据信息,如国民经济统计年鉴、地方志、产业发展概况、各种生产报表、人口状况、环境保护状况等,在此基础上进行统计分析,研究社会经济发展与资源与生态环境之间的关系。