

Methodology on Ecology Research

生态学研究方法

张文军 编著



中山大学出版社

生态学研究方法

张文军 编著

中山大学出版社

· 广州 ·

版权所有 翻印必究

图书在版编目 (CIP) 数据

生态学研究方法/张文军编著. —广州: 中山大学出版社,
2007. 10

ISBN 978 - 7 - 306 - 02955 - 3

I. 生… II. 张… III. 生态学—研究方法 IV. Q14 - 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 145174 号

出 版 人: 叶侨健

责任编辑: 张礼凤

封面设计: 曹巩华

责任校对: 陈 霞

责任技编: 黄少伟

出版发行: 中山大学出版社

电 话: 编辑部 (020) 84111996, 84113349

发行部 (020) 84111998, 84111981, 84111160

地 址: 广州市新港西路 135 号

邮 编: 510275 传 真: (020) 84036565

网 址: <http://www.zsup.com.cn> E-mail: zdcbs@mail.sysu.edu.cn

印 刷 者: 广州市番禺市桥印刷厂

规 格: 850mm × 1168mm 1/32 12.25 印张 307 千字

版次印次: 2007 年 10 月第 1 版 2007 年 10 月第 1 次印刷

印 数: 1 - 3000 册 定 价: 25.00 元

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与出版社发行部联系调换

本书部分研究内容得到
国家重点基础研究发展计划 (973 计划)
(编号: 2006CB102005)
农业部 948 项目
(编号: 2006 - G32)
资助

Methodology on Ecology Research

by

Wen-Jun Zhang

**Sun Yat-sen University Press
Guangzhou, China**

内 容 提 要

本书介绍生态学研究中的各种方法和技术,包括从试验设计、抽样技术、种群动态、生物多样性,到系统分析、3S技术、生态环境影响评价等多方面的内容。同时,介绍了生态学研究今后发展的一些方向与重点,并给出了一些试验与调查方法。本书兼顾传统方法和新型方法,内容丰富,配有大量的例题、代码,以及练习思考题。

本书适合从事生态学、环境科学等教学和研究的高等院校师生和科研院所科研人员作为教材或参考书。

序 言

生态学正在从边沿科学向中心科学过渡。

——Ecological Monographs, 2007, 77 (1)

迄今为止，国内已出版了大量的生态学理论专著和教材，以及部分实验教材。然而，至今仍缺乏生态学研究方法的书籍。近年来，随着生态学研究在我国的飞速发展，以及国家、政府和大众对生态环境问题的日益重视，有必要对生态学相关研究方法进行分析、加工和总结，以供有关人员参考使用。本书就是在这种背景下编写而成的。本书具有下列特点：

(1) 不少研究方法是生态学普通书籍中没有或较少涉及的，着重强调方法，而非理论或实验，因此与生态学普通书籍有所不同。

(2) 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。

(3) 研究方法强调应用技术与数据分析，以实用为主，偏重工具性和易操作性，多数研究方法是从事生态学研究必须掌握的。

(4) 配有较多的例题和习题，便于学习理解和实际应用。

本书的资料积累和编写，得到过诸多同事的帮助。作者衷心感谢汪世泽教授的启蒙教育，感谢商鸿生教授和李振歧教授的指导，感谢古德祥教授、庞义教授、张润杰教授、周昌清教授的支持。同时，齐艳红副研究员、张治国副教授以及中山大学昆虫学

研究所有同仁对本书的编写给予了重要帮助和支持，中山大学出版社积极支持该书的出版，张礼凤老师为本书的加工做了很多工作，在此一并致谢。本书在编写过程中，参考了国内外一些生态学专著和教材，特此对作者们深表敬意。对于书中可能存在的错误和不足，希望读者给予指正，以便再版时改正。

张文军

2007 年 7 月 16 日

目 录

第 1 章 试验设计方法	(1)
1 试验设计基本原理	(1)
1.1 随机化	(2)
1.2 重复与准重复	(2)
1.3 设计控制	(3)
2 试验设计类型	(4)
2.1 线性可加模型	(4)
2.2 因子设计	(5)
2.3 随机区组设计	(6)
2.4 巢式设计	(7)
2.5 拉丁方设计	(7)
2.6 重复观测设计	(9)
3 方差分析	(9)
3.1 单因子设计	(9)
3.2 两因子设计	(14)
3.3 多因子设计	(16)
练习思考题	(19)
参考文献	(20)
第 2 章 抽样设计方法	(21)
1 简单随机抽样	(21)
1.1 随机抽样的基本原则	(21)
1.2 简单随机抽样	(22)

1.3	有限总体矫正	(23)
1.4	参数估计	(23)
2	分层随机抽样	(25)
2.1	分层随机抽样的应用范围	(25)
2.2	各亚总体抽样单位数的分配	(26)
2.3	层的构造	(27)
2.4	参数估计	(29)
3	系统抽样	(30)
4	多阶段抽样	(31)
4.1	抽样单位等大小	(31)
4.2	抽样单位不等大小	(32)
	练习思考题	(33)
	参考文献	(33)
第3章	样品容量的确定	(35)
1	连续变量	(35)
1.1	正态分布的均值	(35)
1.2	两均值的比较	(37)
1.3	正态分布方差	(38)
2	离散变量	(39)
2.1	比率	(39)
2.2	Poisson 分布的样品容量	(40)
2.3	负二项分布的样品容量	(40)
3	生态学特有变量	(40)
3.1	线形样带方法的样品容量	(40)
3.2	标记-重捕方法的样品容量	(41)
3.3	距离方法的样品容量	(42)
4	通用方法与经验方法	(42)

4.1 通用方法	(42)
4.2 经验方法	(43)
练习思考题	(43)
参考文献	(44)
第4章 空间格局与分布型方法	(45)
1 分布型	(46)
1.1 二项分布	(46)
1.2 Poisson 分布	(48)
1.3 负二项分布	(49)
2 聚集强度与类型	(51)
2.1 聚集指标	(51)
2.2 回归分析法	(52)
练习思考题	(54)
参考文献	(54)
第5章 动物种群数量估计的标记重捕方法	(56)
1 一般步骤与要点	(56)
2 Peterson 方法	(57)
2.1 各种 Peterson 方法	(57)
2.2 Peterson 方法的置信区间	(58)
2.3 Peterson 方法的抽样量	(60)
2.4 丢失标记概率的估计	(60)
3 Schnabel 方法	(60)
3.1 各种 Schnabel 方法	(61)
3.2 Schnabel 方法的置信区间	(62)
4 Jolly-Seber 方法	(62)
5 个体被捕获几率是否相等的检验方法	(63)

5.1	Cormack 检验	(63)
5.2	Chapman 检验	(64)
	练习思考题	(65)
	参考文献	(66)
第6章	群落分类与排序技术	(68)
1	调查试验方法	(68)
2	群落相似性 (距离) 测度	(68)
2.1	连续取值函数	(69)
2.2	离散多值函数	(69)
2.3	离散二值函数	(70)
2.4	相似性测度的选择原则	(71)
3	群落分类方法	(71)
3.1	群落间距离	(72)
3.2	类间距离	(73)
4	群落排序方法	(73)
4.1	主成分分析	(74)
4.2	对应分析	(77)
	练习思考题	(80)
	参考文献	(81)
第7章	生态因子影响分析	(82)
1	变温生物的发育与温度关系	(82)
1.1	试验要点	(82)
1.2	发育-温度关系	(83)
1.3	实例	(84)
2	变温生物的温度与热量条件	(84)
2.1	发育与温度的线性关系	(85)

2.2 实例	(85)
2.3 其他应用	(85)
3 生物的光照条件	(86)
3.1 试验方法	(86)
3.2 分析方法	(86)
练习思考题	(87)
参考文献	(87)
第8章 生命表技术	(88)
1 特定时间生命表	(89)
1.1 特定时间生命表的项目	(89)
1.2 生命期望表	(89)
1.3 生殖力表	(93)
2 特定年龄生命表	(95)
3 生命表组建方法	(96)
练习思考题	(96)
参考文献	(97)
第9章 食物偏好性测度方法	(98)
1 食物偏好性测度	(98)
1.1 饲食比	(98)
1.2 选择性指数	(99)
1.3 Murdoch 指数	(99)
1.4 偏好系数	(99)
1.5 Manly 的 α 偏好系数	(100)
1.6 秩偏好系数	(101)
1.7 Rogers 偏好系数	(101)
2 偏好性测度的选择标准	(102)

练习思考题	(102)
参考文献	(103)
第 10 章 生态位测度方法	(104)
1 生态位试验一般步骤	(104)
2 生态位宽度	(104)
2.1 Levins 生态位宽度	(105)
2.2 Shaanon-Wiener 生态位宽度	(106)
2.3 Smith 生态位宽度	(106)
2.4 资源状态数的确定	(107)
3 生态位重叠	(108)
3.1 MacArthur-Levins 生态位重叠度	(108)
3.2 Pianka 生态位重叠度	(108)
3.3 百分比生态位重叠度	(108)
3.4 Morisita 生态位重叠度	(109)
3.5 简化 Morisita 生态位重叠度	(109)
3.6 Horn 生态位重叠度	(109)
3.7 Hurlbert 生态位重叠度	(110)
3.8 生态位重叠度算法的选择	(110)
练习思考题	(111)
参考文献	(111)
第 11 章 单种种群动态方法	(113)
1 微分方程方法	(113)
1.1 Malthus 模型	(113)
1.2 Logistic 模型	(115)
1.3 时空动态模型	(116)
2 差分方程方法	(118)

2.1	微分方程差分化	(118)
2.2	建立差分方程	(118)
3	经验模型方法	(120)
	练习思考题	(123)
	参考文献	(123)
第 12 章	种间关系方法	(124)
1	种间竞争建模	(124)
1.1	种间竞争建模概述	(124)
1.2	建模途径	(125)
1.3	Lotka-Volterra 种间竞争模型参数的求解 ...	(125)
1.4	Lotka-Volterra 种间竞争模型的求解	(126)
1.5	种间竞争差分方程模型	(126)
2	捕食 - 被捕食关系建模	(127)
2.1	捕食 - 被捕食关系建模概述	(127)
2.2	建模途径	(128)
2.3	Lotka-Volterra 捕食 - 被捕食模型参数的 求解	(128)
2.4	Lotka-Volterra 捕食 - 被捕食模型的求解 ...	(129)
2.5	捕食 - 被捕食差分方程模型	(129)
2.6	多物种的寄生 - 被寄生差分方程模型	(130)
3	捕食 - 被捕食功能反应建模	(130)
3.1	建模方法	(131)
3.2	建模途径	(131)
3.3	模型参数的求解方法	(132)
4	共生关系建模	(132)
5	流行病建模	(133)
	练习思考题	(134)

参考文献	(135)
第 13 章 生态系统的系统分析方法	(137)
1 系统分析思想	(137)
1.1 整体性	(138)
1.2 综合性	(138)
1.3 最优化	(138)
2 生态系统模型	(138)
2.1 判别模型	(139)
2.2 分室模型	(139)
2.3 管理模型	(139)
2.4 统计模型	(139)
3 生态系统的模型化	(139)
4 生态系统动力学模型	(140)
4.1 草原生态系统动力学模型	(140)
4.2 流行病系统动力学模型	(143)
4.3 线性系统的动力学模型	(145)
练习思考题	(146)
参考文献	(147)
第 14 章 生物多样性方法	(148)
1 试验调查方法	(148)
1.1 调查试验类型 I	(148)
1.2 调查试验类型 II	(149)
2 多样性指数	(150)
2.1 Shannon-Wiener 指数	(150)
2.2 Simpson 指数	(151)
2.3 McIntosh 指数	(152)

2.4	Berger-Parker 指数	(152)
2.5	Hurlbert 指数	(152)
2.6	Brillouin 指数	(152)
3	均匀度指数	(153)
3.1	均匀度指数概述	(153)
3.2	应用示例	(154)
4	多样性曲线	(154)
4.1	对数正态分布曲线	(154)
4.2	Rarefaction 曲线	(155)
4.3	应用示例	(157)
5	物种丰度估计	(158)
5.1	非参数估计	(158)
5.2	参数估计	(159)
5.3	估计方法的选择	(159)
6	生物多样性编目与监测	(161)
6.1	步骤与原则	(161)
6.2	原理与方法	(163)
	练习思考题	(164)
	参考文献	(164)
第 15 章 景观生态方法		(166)
1	景观格局特征指数	(167)
1.1	斑块数目	(167)
1.2	斑块周长	(167)
1.3	斑块面积	(167)
1.4	形状系数	(167)
1.5	分维数	(168)
1.6	分离度指数	(168)