

“中国森林生态系统连续观测与清查及绿色核算”系列丛书

王 兵 ■ 主编

森林生态学方法论

Methodology of Forest Ecology

王 兵 牛 香 陶玉柱 等 ■ 著



中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

森林生态学方法论 / 王兵等著. —北京: 中国林业出版社, 2018. 11

(中国森林生态系统连续观测与清查及绿色核算系列丛书)

ISBN 978 - 7 - 5038 - 9896 - 9

I. ①森… II. ①王… III. ①森林生态学 - 方法论. IV. ①S718.5 - 03

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 277130 号

该书出版得到以下资助:

科技创新服务能力建设—协同创新中心—林果业生态环境功能提升协同创新中心(2011 协同创新中心)(市级)(PXM2017_014207_000043)

国家自然科学基金面上项目: 基于生态系统地理区划的森林生态系统观测网络典型抽样布局体系研究(30972426)

中国森林生态系统定位观测研究网络(CFERN)

感谢以下单位对本书的支持:

国家标准化管理委员会

海南大学热带农林学院

北京林业大学“互联网+生态站”技术研发中心

国家林业局寒温带林业研究中心

中国林业出版社·科技出版分社

策划、责任编辑: 于界芬 于晓文

出版发行 中国林业出版社

(100009 北京西城区德内大街刘海胡同7号)

网 址 <http://lycb.forestry.gov.cn/>

电 话 (010)83143542

印 刷 北京卡乐富印刷有限公司

版 次 2018年12月第1版

印 次 2018年12月第1次

开 本 889mm×1194mm 1/16

印 张 18.5

字 数 472千字

《森林生态学方法论》著者名单

王 兵	牛 香	陶玉柱	宋希强	谭正洪	龙文兴
陈志泊	秦 岭	高桂锋	蔡体久	陈祥伟	张文辉
宋维峰	刘苑秋	魏江生	刘春江	李明文	阮宏华
高 鹏	艾训儒	姚 兰	张维康	丁访军	潘勇军
张吉利	丛日征	房瑶瑶	陈 波	宋庆丰	郭 慧
王 丹	李 娜	张振明	薛沛沛	郑秋红	胡 文
鲁绍伟	李少宁				



序

人类已经进入生态文明时代，生态文明建设是当今世界发展的主题。习近平总书记指出，建设生态文明是中华民族永续发展的千年大计；生态兴则文明兴，生态衰则文明衰；建设生态文明关系人民福祉；良好的生态环境是最公平的公共产品，是最普惠的民生福祉；让良好生态环境成为人民生活质量的增长点，成为展现我国良好形象的发力点；保护生态环境就是保护生产力，绿水青山就是金山银山。林业是生态建设的排头兵，在维护生态系统平衡、保护生态环境、修复生态、生态扶贫中具有极其重要的作用，在生态建设中具有优先地位。森林关系国家生态安全，林业建设事关经济社会可持续发展。随着森林退化、土地沙化、湿地锐减、水土流失、物种灭绝等生态危机日益突出，森林在推动全球可持续发展和环境治理进程中的作用日益凸显，提高森林生态功能是生态文明建设的重要举措。

要维护和改善森林生态服务功能，使林业在生态文明建设中发挥更大的作用，需以森林生态学理论为支撑。森林生态学是研究生物之间及其与森林环境之间相互作用和相互依存关系的学科。森林生态学的研究目的是阐明森林生态系统的结构、功能及其调节、控制的原理，为不断扩大森林资源、提高其生物产量，充分发挥森林多种效能和维护自然界生态平衡提供理论基础。近年来，借助于传统生物学、物理学、化学、气象学、水文学以及系统工程和电子计算机等学科的知识 and 手段，森林生态学快速发展，取得了很大成就。但森林生态学还是一个在不断发展的年轻学科，学科体系还需继续完善，方法论就是森林生态学理论体系中的一个重大空白。

我从事森林生态学研究几十年，一直致力于推动森林生态学的发展，在森林群落学、生物多样性、亚高山森林功能、森林生态系统长期定位观测、森林可持续经营等方面做了一些科学研究工作。多年的研究经历也使我深感方法论的缺乏对学科发展的限制。方法论是指导人们探索、认识和改变世界的根本方法，也是指导自然科学和社会科学发展的基石。一个学科方法论的产生和发展，是其学科体系完善和成熟的重要标志。成熟学科如数学、物理学、法学、社会学、地理学等都有其本学科的方法论。科学研究方法对森林生态学研究至关重要，是实现科学研究程序化、规范化的手段和途径，是科学研究的重要推动力。森林生态学研究对象多，研究内容丰富，研究方法众多。如何选择合适的研究方法，怎样实现研究方法的创新，是森林生态学研究的关键问题。虽然，已有一些关于生态学研究方法方面的书籍，但生态学发展至今还没有建立成熟的方法论。森林生态学方法论以研究方法为研究对象，对研究方法进行多角度、多层次的综合分析，是规范化系统化的研究方法理论。缺少方法论是森林生态学的一个缺憾，王兵研究员等人所著的这本《森林生态学方法论》填补了森林生态学理论体系的空白，弥补了这一缺憾。

王兵研究员带领的中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所森林生态长期观测与网络管理学科组，以大岗山森林生态站为科研基地，在森林生态系统生态过程、森林生态系统服务功能、森林生态系统长期定位观测、森林生态站建设等方面进行了深入研究。制定了以国家



标准《GB/T33027—2016 森林生态系统长期定位观测方法》和《GB/T35377—2017 森林生态系统长期定位观测指标体系》为代表的一系列标准，出版了《森林治污减霾功能研究——以北京市和陕西关中地区为例》为代表的一系列有影响力的研究著作。在森林生态学研究有着深厚的积淀，对森林生态学研究有着深入的了解。在此基础上所写作的这本《森林生态学方法论》，提出了森林生态学方法论的框架，包括森林生态学野外调查抽样方法、大样地与大样带研究方法论、森林生态系统碳汇研究方法论、森林生态野外仪器观测方法论、稳定同位素研究方法论、森林生态系统长期定位观测研究网络布局方法、森林生态系统健康研究方法论、地统计学研究方法论、森林生态系统模型模拟研究方法论等内容。该书对森林生态学研究的前沿和热点问题研究方法进行了多角度、多层次、多方面地系统分析，建立了多个具体研究方法论，为相关森林生态学问题研究提供了非常有益的指导。该书既具有较高的学术价值，也具有很强的实用性，填补了森林生态学领域的一个空白，为森林生态学的发展做出了贡献。同时，该书对森林生态学研究具有很强的指导意义，能够满足科研一线的迫切需要，为其科学实践提供有益指导，是一本森林生态学研究参考书。同时，该书建立的森林生态学方法论框架，易于培养学生方法论思维，使其能够更好地去理解森林生态学的研究方法。

究方法论之精髓，推森林生态学之发展。在此，为此书的出版表示祝贺，愿此书能够发挥其作用，为森林生态学学科发展、林业发展和我国生态文明建设做出贡献。

是为序。

2018年1月



前言

科技创新，方法先行。研究方法是科研的基础、动力和保障。只有实现研究方法的不断发展进步，才能给科学研究提供不竭动力，才能够保障科学研究的蓬勃发展。在科技飞速进步的今天，研究方法的作用更加突出。方法论是关于研究方法的系统理论，指导旧方法改进，新方法建立，实现研究方法的创新。方法论是一个学科理论体系不可或缺的一部分，数学、物理、化学等成熟的学科都有其各自学科的方法论。生态学研究方法方面的著作，一般是倾向于单一研究方法的介绍，关于同一问题的多种研究综合对比分析，以及能够从方法论角度进行分析的资料还很稀少。而关于森林生态学研究方法方面的资料则更加匮乏，多数时候只能参考生态学及其他相关学科的研究方法资料，森林生态学方法论目前还是一个空白。森林生态学方法论的研究是填补理论体系空白，实现学科发展的迫切需要；是指导科研活动，满足科学研究实践的现实需要；是完善教学体系，满足森林生态学教学的需要。

几十年森林生态学科科研实践为基础，在对森林生态学研究方法长期思考后，本书作者精心收集森林生态学研究中的各种科学问题及科研方法，建立了由基础性、重要性、前言性、可比性、不确定性等指标构成的指标体系，并精心筛选出了森林生态野外抽样调查方法、大样地与大样带等森林生态学科学研究方法。

全书内容包括绪论、森林生态野外调查抽样方法论、大样地与大样带研究方法论、森林生态系统碳汇研究方法论、森林生态野外仪器观测方法论、稳定同位素研究方法论、森林生态系统长期观测野外台站布局方法、森林生态系统模型模拟研究方法论、地统计学研究方法论、森林生态系统健康研究方法论 10 章内容。在内容选择上包含了森林生态科学研究中野外抽样、仪器观测、模型模拟等基础方法，也包括森林生态系统碳汇、森林生态系统健康等具体森林生态学问题的研究方法。在写作形式上，既有森林生态系统长期定位观测研究网络布局、稳定同位素等新方法和新技术的详细分析，同时也针对森林生态野外调查抽样、森林生态系统碳汇、森林生态系统健康等多方法并存的研究内容的相关研究方法从原理、数据、测算、仪器特点、实施过程等方面进行综合对比分析，明确各研究方法的优缺点及其适用条件，为方法改进完善指明方向，为合理高效地选取适宜方法提供指导。

本书在写作过程中充分利用了文献法、专家咨询法、整合分析法，既查阅了大量文献，也在北京、黑龙江、辽宁、湖南、海南、浙江、广东、甘肃等地进行多次研讨。本书的写作得到了中国林业科学研究院、北京市农林科学研究院林业果树研究院、广东省林业科学研究院、辽宁省森林经营研究所、辽宁省林业科学研究院、大兴安岭农林科学研究院、东北林业大学、北京林业大学、南京林业大学等林业科研院所相关专家学者的大力帮助，内蒙古农业大学、沈阳农业大学、西北农林科技大学、北京农学院等涉林农业大学的相关专家学者和海南大学、华南师范大学、广西师范大学等综合大学的专家学者为书稿的写作和改进也提出了很多宝贵的修改意见，为书稿的写作和出版提供了大量有益的帮助。在此，向所有曾为本书写作提供帮助的专



家学者表示深深的感谢!

森林生态学研究内容丰富, 研究手段多样, 研究方法众多, 本书限于篇幅只是针对部分研究方法进行了分析和研究。像分子生物学、生物多样性、土壤动物等研究内容相关的多种研究方法都没有包含在本书的内容之中。希望能够在将来, 将书稿内容进行扩充和完善, 使其内容更加全面。同时, 受篇幅、水平、时间等因素的限制, 书中难免有不足之处, 我们也欢迎专家和读者对本书批评指正。

著者
2018年4月



目 录

序 前 言

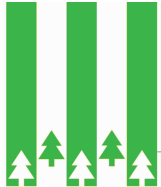
第一章 绪 论	1
第一节 森林生态学方法概述	2
一、森林生态学研究方法的内涵	2
二、森林生态学研究方法与相关学科的关系	2
三、森林生态学研究方法的主要类型	2
第二节 森林生态学方法论概述	4
一、森林生态学方法论内涵	4
二、森林生态学研究方法与方法论的区别和联系	4
三、森林生态学方法论的层次	5
四、森林生态学的一般性方法论	5
五、森林生态学具体的方法论	6
本章小结	9
参考文献	10
第二章 森林生态学野外调查抽样方法论	11
第一节 野外调查抽样方法概述	12
一、抽样方法分类	12
二、典型概率抽样方法	13
三、森林生态学野外观测抽样方法	15
第二节 野外调查抽样方法论	16
一、等概率抽样方法及其对比分析	16
二、不等概率抽样及其对比分析	25
三、针对稀疏群团总体的抽样	30
第三节 平均数取值区间选取的方法论	31
一、平均数概述	31
二、平均数区间选取方法论	34
第四节 研究案例	37
一、多阶段抽样案例	37
二、多抽样方法比较案例	40
三、极值平均数研究案例	41
本章小结	41



参考文献	41
第三章 大样地与大样带研究方法	45
第一节 大样地研究方法论	46
一、大样地研究方法概述	46
二、大样地的设置方法	50
二、大样地调查方法	53
第二节 大样带研究方法论	57
一、大样带研究方法概述	57
二、大样带设置方法	58
三、大样带研究方法	59
第三节 研究案例	65
一、大样地研究案例	65
二、大样带研究案例	66
本章小结	66
参考文献	66
第四章 森林生态系统碳汇研究方法论	69
第一节 森林生态系统碳汇研究方法概述	70
第二节 森林生态系统碳汇研究方法论	71
一、样地实测法	71
二、材积源生物量法	73
三、净生态系统碳交换法	76
四、遥感判读法	78
五、森林碳汇研究方法的对比分析	82
第三节 研究案例	85
一、样地实测法案例	85
二、材积源生物量法案例	87
三、净生态系统碳交换法案例	90
四、遥感判读法案例	91
本章小结	93
参考文献	93
第五章 森林生态要素野外仪器观测方法	99
第一节 森林水文要素野外仪器观测方法	100
一、森林生态系统蒸散量仪器观测方法	100
二、森林生态系统水量空间分配格局仪器观测方法	103
三、森林生态系统配对集水区与嵌套式流域仪器观测方法	105
第二节 森林土壤要素野外仪器观测方法	106
一、森林生态系统土壤呼吸仪器观测方法	106



二、森林生态系统根际微生态区仪器观测方法	107
第三节 森林气象要素野外仪器观测方法	108
一、森林生态系统常规气象野外仪器观测方法	108
二、森林生态系统小气候观测方法	108
三、森林生态系统微气象法碳通量仪器观测方法	110
四、森林生态系统温室气体观测方法	110
五、森林生态系统大气干湿沉降仪器观测方法	110
六、森林生态系统负离子仪器观测方法	111
第四节 森林生物要素野外仪器观测方法	112
一、森林生态系统长期固定样地仪器观测方法	112
二、森林生态系统物候仪器观测方法	112
三、森林生态系统树木年轮仪器观测方法	113
第五节 森林其他要素野外仪器观测方法	113
一、森林生态系统调控环境有害气体仪器观测方法	113
二、森林生态系统吸滞大气颗粒物仪器观测方法	113
本章小结	114
参考文献	115
第六章 稳定同位素生态学研究方法论	117
第一节 稳定同位素技术概述	118
一、同位素基础知识	118
二、稳定同位素的测定	118
三、稳定同位素分析结果表达	120
第二节 森林生态系统稳定同位素研究方法论	121
一、森林生态系统碳循环稳定同位素研究方法	121
二、森林生态系统氮循环稳定同位素研究方法	125
三、森林生态系统水循环稳定同位素研究方法	127
第三节 研究案例	130
一、森林生态系统碳循环研究案例	130
二、森林生态系统氮循环研究案例	133
三、森林生态系统水循环研究案例	135
本章小结	135
参考文献	136
第七章 森林生态系统长期定位观测台站布局方法	141
第一节 生态观测网络及地理区划概述	142
一、国内外生态观测网络概述	142
二、中国典型生态地理区划对比分析	144
第二节 台站布局体系研究方法	150
一、台站布局特点和原则	150



二、主要研究方法	151
三、台站布局体系构建步骤	155
第三节 国家尺度森林生态系统长期定位观测网络布局	155
一、布局区域概况与规划布局方法	155
二、结果与分析	161
本章小结	168
参考文献	168
第八章 森林生态系统的模型模拟方法论	171
第一节 森林生态模型模拟研究方法概述	172
一、森林生态系统模型模拟的内涵	172
二、森林生态系统模型分类	173
第二节 森林生态模型模拟研究方法	175
一、森林生态系统结构模型模拟研究方法	175
二、森林生态系统功能模型模拟研究方法	181
三、森林生态 R 语言模型模拟研究方法	197
第三节 研究案例	199
一、FVS 模型应用案例	199
二、SWAT 模型应用案例	201
三、InVEST 模型应用案例	202
本章小结	203
参考文献	203
第九章 森林生态地统计学研究方法	209
第一节 地统计学概述	210
一、地统计学发展历程及特点	210
二、地统计学基础理论	210
第二节 森林生态地统计学方法论	213
一、普通克里格法(Ordinary Kriging)	214
二、指示克里格法(Indicator Kriging)	214
三、泛克里格法(Universal Kriging)	214
四、协同克里格法(Co-Kriging)	215
五、回归克里格法(Regression Kriging)	215
六、不同克里格方法的比较	215
第三节 研究案例	216
一、普通克里格法案例	216
二、指示克里格法案例	220
三、泛克里格法案例	221
四、协同克里格法案例	225
五、回归克里格法案例	227



本章小结	229
参考文献	229
第十章 森林生态系统健康研究方法论	235
第一节 森林生态系统健康研究概述	236
一、森林生态系统健康监测	236
二、森林生态系统健康评价	237
三、森林生态系统健康预警	238
第二节 森林生态系统健康方法论	240
一、监测方法论	240
二、评价方法论	242
三、预警方法论	248
第三节 研究案例	251
一、监测研究案例	251
二、评价研究案例	253
三、预警研究案例	255
本章小结	257
参考文献	257