

生态工程技术丛书

生态系统管理 与技术

杨京平 主编

祁真 副主编



Chemical Industry Press



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

生态工程技术丛书

生态系统管理与技术

杨京平 主 编

祁 真 副主编



化学工业出版社

环境科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

生态系统管理与技术/杨京平主编. —北京: 化学工业出版社, 2004. 4

(生态工程技术丛书)

ISBN 7-5025-5242-1

I. 生… II. 杨… III. 生态系统-系统管理 IV. Q147

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 016816 号

生态工程技术丛书
生态系统管理与技术

杨京平 主 编

祁 真 副主编

责任编辑: 夏叶清 曾照华

责任校对: 李 林

封面设计: 蒋艳君

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行

环境科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

中国纺织工业出版社印刷厂印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 12¼ 字数 303 千字

2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5242-1/X · 388

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版者的话

随着科学技术的飞跃发展，工业化程度及人类生活水平不断提高，对人类生存的地球环境带来了很大的影响，尤其明显地体现在整个生态环境上，生态安全危机越来越严重，如水土流失、土地荒漠化、水体和空气污染严重、生物多样性骤减、区域性病害时常发生等。环境问题已引起全球性关注，我国也将环境问题提到了很高的高度，不断加大研究、治理的投入，强调可持续发展。

化学工业出版社在 2001 年组织众多专家、学者编写了《生态·环境与生态工程丛书》共 14 本，分专题讲座了一些生态环境方面的问题，自该丛书出版以来，受到了广大读者的认可和肯定。因此化学工业出版社继续加大出版力度，此次再推出《生态工程技术丛书》一套共计 8 本，从多个角度深入探讨了许多生态工程技术问题。本套书主要从生态系统管理技术、生态园区实用技术、山地生态农业工程技术、都市生态农业与可持续发展、有机食品生产技术、草业生态工程技术、环境影响评价、生态设计理论与技术等角度入手介绍了许多生态工程技术的理论与实用方法，希望对广大读者有所帮助和启发。

化学工业出版社将继续努力，不断推出更多更好的图书，不辜负广大读者的期望。同时也盼望得到您的批评与建议。

前 言

在人类生存的地球上存在着大大小小的各种生态系统。生态系统是人类生存、发展的基础，随着人口的增加和工业化的发展，人类对资源与环境、地球上各类生态系统的开发与过度利用，致使大面积植被与土壤、水体遭受到不同程度的破坏，许多类型的生态系统出现严重退化，继而引发了一系列的生态环境问题。生态系统受到人类活动的影响与表现出的生态安全危机也日益严重，如水土流失、森林消减、土地荒漠化、水体和空气污染加重、生物多样性锐减、淡水资源短缺等。这些越来越严重的环境与生态问题对人类的生存环境以及经济社会的可持续发展构成了严重威胁。如何整治日趋恶化的生态环境，防止自然生态系统的退化，恢复和重建已经受损的生态系统，这是改善生态环境、提高区域生产力、实现可持续发展的关键，成为当前国内外生态研究的热点和国际生态学前沿学科之一。自 1992 年以来，可持续发展与环境保护成为人类社会的共同目标，而可持续发展说到底就是生态系统的可持续利用与管理或者说是生态系统的管理 (Ecosystem Management)。

生态系统管理最早可以追溯到 20 世纪 50 年代。80 年代以来，在欧美和一些发达国家，关于生态系统的功能与结构管理、政策与技术调控的文章与报道大量增加。从研究生态系统受损、退化的原因及其生态学过程和机理，到生态系统恢复与重建的技术和方法、生态系统的管理技术进行了大量的卓有成效的工作。把管理理论与技术应用到生态系统中，其中特别是在对系统的结构与功能的调节、控制与管理上，生态系统服务的管理与控制成

为联合国与世界各国的关注问题。对于生态系统管理，其基本任务有两个方面：(a) 提高生态系统的生产力，使生态系统的现有组成成分及要素得到合理的保护、开发与利用，从而产生良好的生产与生态效益，不断开发形成新的系统生产力；(b) 维护并改善生态系统的生物与环境的相互关系。保护生物多样性同时改善大气与土壤环境，使生物与环境得到协同进化。

生态系统管理主要涉及人类的价值认识与取向。由于生态系统是自然-社会-经济复合而成的系统，因此对于它的管理与调控必须在遵循生态学原理的同时又受到社会经济规律的调节和制约。本书正是在这样的背景下，结合生态学的理论与大量的生态工程与技术研究资料，对生态系统管理理论与工程技术进行了详细的介绍。全书共分七章，主要介绍了有关生态系统管理理论与内容体系；生态系统管理的空间技术与应用手段；生态系统管理的模拟分析技术与方法；生态系统管理中的环境标准与技术；生态系统管理中生物管理技术；生态系统管理中的结构与服务功能的调控；几种主要生态系统的可持续利用与管理技术对策。

本书由杨京平主编，祁真副主编。主要编写人员为：杨京平第一章；冯涛编写第二章；陈杰编写第三章；祁真编写第四章与第七章；王强编写第五章；金洁编写第六章，全书由主编统编定稿。

本书的得以出版首先感谢化学工业出版社环境科学与工程出版中心的有关领导和编辑，正是他们对于环境与生态问题的敏锐观察和认识，使我们确定了本书的思路与主题，特别是在本书的内容、版式等方面提供了有益的建议和帮助。同时也要感谢浙江大学生态学专业的研究生们，在本书的编写过程中，阅读书稿、认真校对，对他们的辛劳在此表示感谢！本书在写作过程中参考和引用了国内外大量科学研究与技术人员在生态管理与技术方面所做工作的论文与资料，也在此表示谢意！

由于本书是对生态系统管理技术体系的一次全新尝试，编写过程参考了大量国内外的资料与案例，但由于资料与作者水平有所局限，所以遗漏、错误在所难免，请广大读者和关心生态系统管理技术问题的有关人士提出宝贵意见。

作者

于杭州浙江大学华家池

2004 年 1 月

内 容 提 要

本书结合生态学的理论与大量的生态工程与技术研究资料，对生态系统管理理论与工程技术进行了详细的介绍。具体涉及到：生态系统管理理论与内容体系；生态系统管理中的空间技术、模拟技术、环境管理技术、生物管理技术；生态系统结构与服务的调控管理技术；几种生态系统的可持续利用与管理对策。

本书可为广大从事生态管理与技术研究的科技人员提供帮助，同时也可成为有关专业院校师生的参考书。

目 录

第一章 生态系统管理导论	1
第一节 系统、生态系统与管理	1
一、系统的定义与概念	1
二、系统分析	3
三、生态系统	4
四、管理与调控	7
第二节 生态系统管理的概念	10
一、生态系统管理的概念与发展	10
二、生态系统管理的发展	12
第三节 生态学原理在生态系统管理中的应用	13
一、生物与环境的相互适应与协同进化原理	13
二、生态系统管理中的生物之间相互关系的原理	19
三、生态系统最基本的功能——有机质的生产-加工-分 解原理	26
四、物质循环再生原理	34
五、生态系统的管理技术	41
参考文献	42
第二章 生态系统管理中的空间技术	43
第一节 空间技术的理论与发展	44
一、遥感 (Remote Sensing, RS)	46
二、地理信息系统 (Geographical Information System, GIS)	48

三、全球定位系统 (Global Position System, GPS) ...	53
第二节 生态系统管理中的遥感技术应用	56
一、遥感在农业生态系统管理中的应用	57
二、遥感在森林生态系统管理中的应用	64
三、遥感在流域和海洋生态系统管理中的应用	69
四、遥感在工业与城市生态系统管理中的应用	72
第三节 生态系统管理中的地理信息系统应用	76
一、地理信息系统在农业生态系统中的应用	76
二、地理信息系统在森林生态系统中的应用	81
三、地理信息系统在流域和海洋生态系统管理中的 应用	87
四、地理信息系统在工业与城市生态系统中的应用	91
第四节 生态系统管理中的全球定位系统应用	96
一、全球定位系统在农业生态系统中的应用	96
二、全球定位系统在流域和海洋生态系统管理中的 应用	100
三、全球定位系统在工业与城市生态系统管理中的 应用	102
第五节 3S 技术在生态系统管理中的综合应用	103
一、RS 与 GIS 结合的应用	105
二、GIS 与 GPS 结合的应用	106
三、RS 与 GPS 结合的应用	106
四、3S 整体结合的应用	107
参考文献	113

第三章 生态系统管理模拟技术	117
第一节 系统动力学基础	118
一、系统动力学的内涵和研究对象	118
二、系统动力学的基本原理	118

三、系统动力学建模的原则、方法与步骤·····	122
四、DYNAMO 语言简介·····	124
第二节 生态系统管理中的计算机技术·····	127
一、计算机模拟技术·····	128
二、数据库技术·····	131
三、生态信息技术·····	135
四、专家系统·····	137
五、决策支持系统·····	140
第三节 生态系统计算机模拟技术应用·····	144
一、模拟技术在生态系统中的应用·····	144
二、作物生长发育过程的模拟·····	147
三、水稻氮肥施用的优化模拟·····	152
四、森林生态系统生产力的模拟·····	155
五、城市土地规划系统动力学模拟·····	158
六、气候变化对亚洲水稻生产影响的模拟·····	162
参考文献·····	167
 第四章 生态系统中的环境管理技术·····	169
第一节 环境质量体系·····	169
一、环境管理国际标准产生的背景·····	169
二、ISO 14000 标准的构成·····	170
三、ISO 14000 的应用·····	171
四、我国的环境管理标准·····	173
五、我国农业环境管理标准实施现状·····	173
第二节 景观生态环境保护及建设·····	176
一、景观生态的概念、原理·····	176
二、景观规划设计·····	177
三、景观生态与环境保护·····	182
四、景观生态与生态旅游规划·····	187

五、城市景观生态·····	190
六、农业景观生态规划原则与设计·····	193
第三节 生态环境建设规划及技术·····	195
一、生态环境建设的内涵·····	195
二、全国生态环境建设的区域配置·····	196
三、区域生态环境建设技术·····	197
参考文献·····	208
 第五章 生态系统中的生物管理技术·····	210
第一节 转基因生物、引种与生物入侵·····	210
一、转基因生物·····	210
二、外来种的引入·····	222
三、生物入侵·····	224
四、对付生物入侵的措施和策略·····	237
第二节 自然保护区·····	242
一、生物多样性保护与自然保护区的关系·····	242
二、自然保护区在保护生态系统中的作用·····	244
三、自然保护区的发展·····	247
四、中国自然保护区管理现状·····	253
五、自然保护区生态系统管理·····	257
第三节 迁地保护·····	271
一、迁地保护·····	271
二、野生动物的迁地保护·····	273
三、野生植物的迁地保护·····	277
参考文献·····	283
 第六章 生态系统结构与服务的调控管理技术·····	287
第一节 系统观与生态系统管理·····	287
一、系统观的概述·····	287

二、生态系统管理·····	288
第二节 生态系统结构和结构调控技术·····	290
一、生态系统结构·····	291
二、生态系统结构的变化·····	293
三、生态系统结构调控及相关技术·····	294
第三节 生态系统结构的优化·····	298
一、农业生态系统结构优化·····	299
二、水域生态系统结构优化·····	300
三、森林生态系统优化·····	301
第四节 生态系统服务·····	302
一、生态系统服务的概念·····	302
二、生态系统服务的功能·····	303
三、生态系统服务功能的价值分类·····	307
四、生态系统服务评价·····	309
五、生态系统服务发展趋势·····	319
第五节 生态系统服务动态演变与调控技术·····	320
一、生态系统服务功能演变·····	320
二、生态系统服务调控策略·····	322
三、生态系统服务调控技术·····	325
第六节 生态系统服务的优化·····	327
参考文献·····	330
 第七章 几种生态系统的可持续利用与管理对策·····	 334
第一节 生态系统管理与可持续发展·····	334
一、农业生态系统管理与农业的可持续发展·····	336
二、森林生态系统和林业可持续发展·····	342
三、城市生态系统管理与城市可持续发展·····	345
四、生态旅游业的可持续发展·····	352
第二节 生态经济分析与政策管理·····	355

一、生态经济的定义、发展、包含内容·····	355
二、发展生态经济的理论基础·····	357
三、发展生态经济的政策指导·····	358
四、农业生态经济系统管理·····	360
五、生态工业及环保产业·····	364
六、生态旅游经济·····	366
七、草原生态经济·····	369
参考文献·····	371

第一章

生态系统管理导论

在人类生存的地球上存在着大大小小的各种生态系统。生态系统是人类生存、发展的基础，随着人类对于自然干预的程度与范围越来越深、越来越广，生态系统受到人类活动的影响与表现出的生态安全危机也日益严重。自 1992 年以来，可持续发展与环境保护成为人类社会的共同目标，而可持续发展说到底就是生态系统的可持续利用与管理或者说是生态系统的管理（Ecosystem Management）

第一节 系统、生态系统与管理

一、系统的定义与概念

关于系统的定义，最早由奥地利理论生物学家贝塔朗菲（Bertalanffy, 1901—1972 年）提出。他认为所谓的系统就是相互联系的诸要素的综合体。我国科学家钱学森给系统的定义是：系统是由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合而成的具有特定功能的有机整体。从现代科学的发展与认识观点来看：系统是普遍存在的范式，从原子到分子到整个银河、宇宙；从蛋白质、细胞到生物群落以及地球生物圈，自然界中的任何对象，只要它

是由若干个相互作用的部分联系起来的有机整体，都可看作一个系统。可以是客观实体的系统，也可以是认知或虚拟的系统。

根据系统和环境之间的关系，我们将系统分为三大类即孤立系统、封闭系统和开放系统。

(1) 孤立系统

一般是指与外界既没有物质交换也没有能量交换的系统，但除了在实验室内严格人为的条件下，自然界并不存在真正意义上的孤立系统，但有时为了研究和分析的需要，在一定的时空范围内，当系统所受的外界作用对所研究的问题影响很小或可忽略不计，可近似地看成是一个孤立系统。

(2) 封闭系统

与外界只有能量交换而没有物质交换的系统。如果我们忽略在地球上落下的流星和宇宙尘埃，那么地球就是一个封闭系统的例子。

(3) 开放系统

这类系统不仅与外界有能量交换，而且还有物质交换。这种系统是自然界普遍存在的系统，如地球上存在的各种生态系统。开放系统具有开放性、组织性、演替性等特点，决定了它与其他系统的本质区别，在系统演化过程中的特殊地位和作用。

系统的基本性质包括以下几个方面。

① 系统无论大小，都具有一定的边界。边界的范围可以是自然状况下形成的，也可以是人为划定的（便于人类的研究与分析），通常系统边界划分按照研究目的而定。

② 由于系统是由两个或两个以上的组分构成的，各个部分或部件必须按照一定规格和严格的程序有机结合起来，因此系统各个组分之间都有一定的量比关系。系统内的量比关系不同，造成了系统的特性及功能不同。系统内各组分通过各种联系相互作用、相互约束、制约，使系统内某一组分的变化会影响到系统的其他组分，并最终使系统的整体功能产生相应的变化。

③ 整体功能不等于它各组分功能的简单相加，而是一种集体效应，既有各组分的功能，又有各组分之间交互作用产生的新功能，因而形成了整体功能 $>$ 部分功能之和的特性。

④ 系统结构与功能的可控性。系统的结构决定了系统的功能，通过改变系统组分及结构就能影响系统功能，而对于开放系统的管理与控制常通过对系统的输入与输出状态来进行控制，一些开放系统常具有反馈机制，能够自动调节。

二、系统分析

正因为系统的开放性、复杂性、整体性的特点，因此对于系统的分析与认识也必须采用系统科学的方法来进行。系统分析与系统科学要求把涉及的对象与研究的客体作为一个系统，从整体出发，全面分析组成系统整体各个要素的组成、层次及相互关系，以达到处理问题形成有效的系统功能。

系统分析是人们广泛采用的对于复杂系统的认识手段。系统分析能否达到预期的目的，往往取决于系统分析人员对系统的理解程度及分析方法，再加上人们科学认识的局限性，使人们对于复杂系统的认识和研究、系统内部组分及其相互关系时，可能会产生不同的困难，对于系统内部的联系则有的很清楚，有的很模糊，有的则一无所知，因此对于不同的系统及不同研究目的要有不同的研究方法，系统分析的手段一般可以分为“白箱”、“黑箱”和“灰箱”三种方法。

黑箱方法是完全忽略系统内部结构，只通过输入和输出的信息来研究系统的转化特性和反应特征的系统研究途径，这种情况多半是由于技术原因使人们对系统内部难以了解，或仅对系统整体功能感兴趣时，都会采用黑箱方法。

白箱方法则是在系统分析中常用的手段之一，它建立在对系统的组分构成及其相互联系有透彻了解的基础上，通过揭示系统内部的结构和功能来理解系统的整体特性。