

生态农业旅游

严贤春 编著

 中国农业出版社

生态农业旅游

严贤春 编著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

生态农业旅游/严贤春编著. —北京: 中国农业出版社, 2004.9

ISBN 7-109-09227-5

I. 生... II. 严... III. 生态农业—旅游
IV. F590.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 088437 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 贺志清

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 8.5

字数: 211 千字 印数: 1~3 000 册

定价: 17.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

前 言

土壤侵蚀是一个世界性的环境生态问题，我国的水土流失日趋严重，已成为农业生态环境中最突出的问题。严重的水土流失，脆弱的生态环境，制约着当地的经济发展。为防治坡耕地的水土流失，“坡改梯”水土治理技术得到了大力推广和政府的支持，但其局限性也限制了在陡坡耕地、砂质土壤等条件下的有效应用。另外一个方法是退耕还林，但我国大部分地区的人口密度大，日益加剧的人地矛盾使得这一措施的实施困难重重。因此，必须寻找既能有效治理水土流失，又能建设生态农业，实现坡耕地持续耕作，促进区域经济持续发展，同时还可使当地人民脱贫致富的技术。因此，提出了治理水土流失的“生态农业旅游”技术与示范。

生态农业旅游是生态农业与旅游业相结合的新型交叉产业。生态农业旅游是一个历史范畴，从19世纪30年代欧洲出现农业旅游开始，距今已有160多年了。从意大利1865年成立“农业与旅游全国协会”开始，生态农业旅游作为一个产业距今也有130多年的历史了。目前，生态农业旅游在欧美发达国家已成为一种举足轻重的旅游产业部门，其收入份额已接近整个旅游收入的20%。

生态农业旅游在我国的兴起较晚，但发展非常迅速。据

1996年初步统计,1996—1997年已动工和计划投资在1亿元以上的开发项目已有7家以上,从南至北涉及生态农业旅游主题的各类开发项目投资累计30亿元以上。随着我国生态农业旅游的发展,一些问题也开始暴露出来。

为了引导生态农业旅游向正常健康的方向发展,在借鉴近年来国内外相关学者研究成果的基础上,作者根据项目研究内容及成果,并结合国内外开展生态农业旅游的实践经验,编著出版了此书。

本书较为全面、系统地阐述了生态农业旅游的理论 and 实践。全书内容共有6章。在介绍在了农业生态系统、农业生态工程与技术、生态农业的基本知识后,重点阐述了生态农业旅游的基本理论,生态农业旅游的规划设计与实施,生态农业旅游产品的开发和绿色食品、有机食品、无公害食品的生产,同时还对生态农业旅游与农业生态环境、可持续发展、废弃物的处理利用、水土保持、土壤污染的防治与修复技术、农民培训、产业化经营和效果评价等相关问题进行阐述。本书可以作为农业、林业、旅游及环境保护工程技术人员和管理人员阅读使用,也可作为培训用书。本书还可作为大专院校相关学科的教材和教学参考书。

针对丘陵区的地貌特征,本研究还提出了“垂直生态景观模式”。这种高效生态经济型农林复合模式,不仅可以用于生态农业旅游,还可以广泛用于低山丘陵区坡耕地上水土流失的综合治理。这种模式对山区农民脱贫致富有广阔的推广应用前景。

本书的研究内容系国家“十五”重大科技攻关项目“中国西部重点生态脆弱区综合治理技术与示范”的子项目之一,同时也

是四川省重点学科、西华师范大学重点学科建设项目。在本书的编著过程中，得到了绵阳师范学院苏智先教授，四川农业大学张健教授，西华师范大学彭正松教授、唐小平副教授、胥晓老师及岳宝良、胡进耀、刘守江、罗辅燕等研究生的支持和帮助，特此致谢。在本书的编撰和出版过程中，也得到了西华师范大学研究生处、科研处、生命科学学院的大力支持和帮助，这里一并致谢。

由于生态农业旅游是一个涉及面广、综合性强的领域，而本人水平和掌握的资料有限，缺点和不足之处在所难免，真诚希望得到读者的批评指正。

严贤春

2004年7月于西华师范大学

目 录

前言

第一章 农业生态系统与生态农业	1
第一节 农业生态系统	1
第二节 农业生态工程与技术	7
第三节 生态农业及应用原理	12
第四节 城郊生态农业与旅游开发	23
参考文献	31
第二章 生态农业旅游的理论探索	33
第一节 课题的提出及项目简介	33
第二节 生态农业旅游的产生及发展	37
第三节 生态农业旅游的特点及类型	55
第四节 生态农业旅游的作用及功能	63
第五节 生态农业旅游开发的问题及对策	69
参考文献	81
第三章 生态农业旅游的规划与实施	83
第一节 生态农业旅游规划设计的原理	83
第二节 生态农业旅游景观及规划设计	101
第三节 生态建筑与庭园生态工程	126
第四节 丘陵区垂直生态景观模式的设计	131
参考文献	134
第四章 生态农业旅游资源的开发	137
第一节 生态农业旅游资源及开发利用	137
第二节 无污染旅游农产品的开发	148

第三节 绿色食品开发与生产	155
第四节 有机食品开发与生产	170
第五节 无公害农产品开发与生产	179
参考文献	184
第五章 生态农业旅游与环境保护	186
第一节 生态农业旅游与农业生态环境	186
第二节 生态农业旅游与可持续发展	195
第三节 生态农业旅游中废弃物处理与利用	204
第四节 生态农业旅游与水土保持	228
第五节 土壤污染的防止与修复技术	232
参考文献	236
第六章 生态农业旅游的相关问题	238
第一节 生态农业旅游与农民培训	238
第二节 生态农业旅游与产业化经营	242
第三节 生态农业旅游的效果评价	248
参考文献	259

第一章 农业生态系统与生态农业

第一节 农业生态系统

生态系统 (ecosystem) 一词是英国植物群落学家 A.G. Tansley 首先提出的。他认为有机体不能与它们的环境分开, 在一定的空间范围内, 所有动物、植物及周围物理环境之间的相互作用形成一个自然系统, 这些系统就是生态系统。

美国著名的生态学家 E.P. Odum 给生态系统下的定义是: 生态系统是生物群落与生存环境之间, 以及生物群落内生物之间密切联系、相互作用, 通过物质交换、能量转化和信息传递, 成为占据一定空间, 具有一定结构, 执行一定功能的动态平衡体。地球上有无数大大小小的生态系统, 其核心是生物群落。它只有自我维持、修补和重建的能力。生态系统也可简写成这样的表达式: 生态系统 = 生物群落 + 环境。现代生态学理论认为生态系统内包含着能量的流动、碳的流动或者营养的循环。生态系统概念的提出, 为研究生物与环境的关系提供了新的观点和基础。

农业生态系统 (agroecosystem) 是一个具有一般系统特征的人工系统。它是指在人类的积极参与下, 利用农业生物和非生物环境之间以及农业生物种群之间的相互关系, 通过合理的生态结构和高效生态机能, 进行能量转化和物质循环, 并按人类社会需要进行物质生产的综合体。农业生态系统的实质是人类利用农业生物来固定、转化太阳能, 以获取一系列社会必需的生活和生产资料。

一、农业生态系统的特点

农业生态系统是由自然生态系统演变而来，并在人类的活动影响下形成的，它是人类驯化了的自然生态系统。因此，农业生态系统与自然生态系统一样，也由生物与环境两大部分组成，但亦有所不同。生物组分是以人工驯化、栽培的农作物、家畜、家禽等为主，在农业生态系统中的生物组分中增加了“人”这样一个大型消费者，同时又是环境的调控者；环境组分则是部分受到人工控制或是全部经过人工改造的环境。农业生态系统由于受人类社会活动的影响，它与自然生态系统相比有如下特点：

1. 农业生态系统是人类强烈干预下的开放系统 自然生态系统中，生产者生产的有机物质全部留在系统内，许多化学元素在系统内循环平衡，是一个自给自足的系统。而农业生态系统中，由于大量农畜产品的输出，为了维持农业生态系统的养分平衡、提高系统的生产力，农业生态系统就必须从系统外投入较多的辅助能，如化肥、农药、机械、水分排灌、人畜力等。

2. 农业生态系统中的农业生物具有较高的净生产力、较高的经济价值和较低的抗逆性 由于农业生态系统的生物物种是人工培育与选择的结果，经济价值较高，但抗逆性差，往往造成生物物种单一、结构简化、系统稳定性差，容易遭受自然灾害，需要通过一系列的农业管理技术的调控来维持和加强其稳定性。

3. 农业生态系统受自然生态规律和社会经济规律的双重制约 人类通过社会、经济、技术力量干预生产过程，包括农产品的输出和物质、能量、技术的输入，而物质、能量、技术的输入又受劳动力资源、经济条件、市场需求、农业政策、科技水平的影响。在进行物质生产的同时，也进行着经济再生产过程，不仅要有较高的物质生产量，而且也要有较高的经济效益和劳动生产率。因此，农业生态系统实际上也是一个生态经济系统，体现着自然再生产与经济再生产交织的特性。

4. 农业生态系统具有明显的地区性 农业生态系统的地域性不仅受自然气候生态条件的制约, 还受社会经济市场状况的影响。因此, 农业生态系统, 应在自然环境、社会经济和农业生产者之间协调发展的基础上, 实行生态分区治理、分类经营和因地制宜发展。

二、农业生态系统的结构

农业生态系统结构, 指农业生态系统的构成要素以及这些要素在时间上、空间上的配置和物质、能量在各要素间的转移、循环途径。农业生态系统的结构包括三个方面, 即系统的组成成分、组分在系统空间和时间上的配置、组分间的联系特点和联系方式。

农业生态系统的结构, 直接影响系统的稳定性、系统的功能、转化效率与系统生产力。通常情况下, 生物种群结构复杂、营养层次多、食物链长, 并联系成网的农业生态系统, 稳定性较强; 反之, 结构单一的农业生态系统, 即使有较高的生产力, 但稳定性差。因此在农业生态系统中必须保持耕地、森林、草地、水域有一定的适宜比例, 从大的方面保持农业生态系统的稳定性。

1. 农业生物种群结构 即农业生物(植物、动物、微生物)的组成结构及各种农业生物的物种结构。例如, 农田中的作物、杂草与土壤微生物, 大田作物中的粮食作物、经济作物、绿肥等。

2. 农业生态系统的空间结构 这种空间结构包括了生物的配置与环境组分的相互安排与搭配, 因而形成了所谓的平面结构和垂直结构。农作物、人工林、果园、牧场、水面是农业生态系统平面结构的第一层次, 然后是在此基础上各业内部的平面结构, 如农作物中的粮、棉、油、麻等作物; 农业生态系统的垂直结构是指在一个农业生态系统区域内, 农业生物种群在立面上的

组合状况，即将生物与环境组分合理地搭配利用，从而最大限度地利用光、温、水、热等自然资源，以提高生产力。

3. 农业生态系统的时间结构 是指在生态区域和特定的环境条件下，各种生物种群的生长发育及生物量的积累与当地自然资源的协调、吻合状况，它是自然界中生物进化同环境因素协调一致的结果。所以在安排农业生产的种养季节时，必须考虑如何使生物的需要符合自然资源的变化规律，充分利用资源，发挥生物的优势，提高其生产力，使外界投入物质和能量与作物的生长发育紧密协调。

4. 农业生态系统的营养结构 是生物之间借助物质、能量流动通过营养关系而联结起来的结构。亦即农业生态系统中的多种农业生物营养关系所联结成的多种链状和网状结构，主要指的是食物链结构和食物网结构。

三、农业生态系统中的能量流动

(一) 农业生态系统能量的来源与转化

农业生态系统中所有能量的初始来源主要是太阳辐射能和其他辅助能。

1. 太阳能 地球上能量的原始与主要的来源，农业生产主要通过绿色植物来固定太阳光能，但也仅能利用太阳光能的1%~3%，因此在农业生产中，提高太阳光能利用率的潜力很大。

2. 辅助能 辅助能是太阳能的一种变换形式，在农业生产中，我们把除太阳能以外人类可以利用的能源，包括工业能、生物能、自然能等都称之为辅助能。工业能有煤、石油、天然气等；生物能有人力、畜力和沼气等；自然能有风能、水能、地热能、潮汐能等。

辅助能的使用主要是用于改善农业生产环境，提高作物光能利用率及能量转化效率，用于灌溉、排水、施肥、耕作与农田基

本建设，培育苗木、田间管理、收获和贮藏加工等。但大量使用工业能、化学能和生物能，将带来一系列的生态问题。如水土流失、资源衰竭、能源紧张、环境污染、土壤板结、地力下降、天敌减少、能效降低和过分依赖石油等问题，因此必须给予高度重视。

3. 辅助能源的投入和利用效率 工业机械与石油能在农业生产中的大量使用，大大提高了农业生产力和农作物产量，但从能量利用上看，产投比却是随着投入增高而下降。在机械化农业中，4.186J 人工能只获得 4.186~12.558J 食物能，而蔬菜、水果及动植物蛋白质生产多数产投比甚至低于 1。许多的试验和资料表明，随着无机能投入量增加，农业产量有很大提高，但能量产投比并不降低，当有机与无机能之比为 4:1 时，产投比最高。

(二) 农业生态系统能量流动

能量的流动是生态系统存在与发展的动力，一切的生命活动都依赖生物与环境之间的能量流通和转换。由于生物与生物、生物与环境之间不断进行物质循环和能量转换的过程，不但使生物得以维持生存、繁衍与发展，而且也使得生态系统保持平衡与稳定。

在生态系统中，能量流动主要是从初级生产者向次级生产者流动。能量的流动渠道主要通过“食物链”与“食物网”来实现。在农业生态系统中，能量流动的主要渠道通常有三种形式：

1. 捕食食物链 从植物到草食动物再到肉食动物所联系的链条，如稻田中的“青草—昆虫—青蛙—蛇—人”。

2. 寄生食物链 由大有机体到小有机体进行能量的流动，如“人体—寄生虫”、“哺乳动物—跳蚤”。

3. 腐生食物链 由利用死体的微生物组成，并通过腐烂分解，将有机体还原成无机物的食物链。

在生态系统中食物链不是惟一的，由于某一消费者不只吃一种食物（生物），每种食物（或生物）又被许多生物所食，因此

形成相互交错、彼此联系的网状结构，故称食物网。

由于能量从一个营养级（水稻、杂草）到另一个营养级（如昆虫、老鼠）的流动过程中，有一部分被固定下来形成有机物的化学潜能，而另一部分通过多种途径被消耗，直到最后耗尽为止。平均每个营养级的能量转化效率为 10%，这就是著名的“十分之一定律”。因此，营养级由低级到高级，依据个体数目、生物量与能量的分布，形成了底宽而顶尖的金字塔形，称之为生态金字塔或能量金字塔，即顺着营养级位序列（食物链）向上，能量急剧递减。在每个营养级中将所有的生物量或活组织连起来，随着营养级的增加，其生物量随着减少，形成生物量金字塔，这种金字塔在陆地生态系统和浅水生态系统中最为明显。

四、农业生态系统中的物质循环

农业生物为了自身的生长、发育、繁殖必须从周围环境中吸收各种营养物质和能量。就生物所需要的物质来讲，主要有氮、氢、氧、碳等构成有机体的元素，还有钙、镁、磷、钾、钠、硫等大量元素以及铜、锌、锰、硼、铜、钴、铁、氟、碘等微量元素。生物及其他生产者从土壤中吸收水分和矿物质营养，从空气中吸收二氧化碳并利用日光能制造各种有机物，并随着食物链或是食物网使这些物质从一种生物体中转移到另一种生物体中。在转移进程中未被利用及损失的物质又返回环境重新为植物所利用。

一般把各种化学元素从环境到生物体，再从生物体到环境以及生态系统之间进行流动和转化的运动，称为物质的生物地球化学循环，或简称为“环”。在循环过程中物质被暂时固定、贮存的场所，称为物质贮存的“库”。而物质和能量以一定的数量由一个库转移到另一个库的过程叫做“流”，即所谓的物质流和能量流。

目前在农业生态系统中物质的循环基本上以三种循环类型为

主，即水循环、气相循环、沉积循环类型。

1. 水循环 由于大多数的营养物质多溶于水或随水移动，主要的循环贮存库为水体或土壤水分库。

2. 气相循环 以氧气、氮气、二氧化碳，其他气体和水蒸气为主环完成，范围广。贮存库是大气，交换库主要是有生命的动、植物，如碳循环、氮循环。

3. 沉积循环 农业生物需要的多数矿物元素参与这种循环，其循环不完全，贮存库是土壤岩石，交换库多为水与陆地动植物。

在农业生态系统中的物质循环过程中，污染物的生物富集作用是其中的一个重要方面。由于农业生产中大量使用外源物质如各种杀虫剂、杀菌剂、除草剂、化肥等各种各样的外源投入，使得大气、水体与土壤遭受三废（废水、废气、废渣）污染。而且污染物质进入农业生态系统被植物吸收后，会沿着食物链各个营养位与环节陆续传递，在传递过程中有害物质逐渐积累和被浓缩。如有机氯化物 DDT 在大气中的浓度为 3×10^{-2} ，经浮游生物的生物浓缩，其浓度便升至 4×10^{-8} （1.3 万倍）；小鱼吞食了浮游生物，其浓度又进一步升高，达到 5×10^{-7} （16.3 万倍）；大鱼吞食小鱼浓度又增至 2×10^{-6} （66.7 万倍）；水鸟吞食大鱼，其体内 DDT 浓度已达到 2.5×10^{-5} （83.3 万倍）。可见尽量减少对人体健康有害的污染物进入生态系统至关重要。

第二节 农业生态工程与技术

一、农业生态工程与技术的概念

1962 年美国的 H. T. Odum 首先使用了生态工程（ecological engineering）这一术语，并把它定义为“为了控制生态系统，人类用来自自然的能源，作为辅助能对环境的控制”。1980 年以

后，生态工程在欧洲及美国逐渐发展起来，出现了多种认识与解释，并相应提出了生态工程技术，即“在环境管理方面，根据对生态学的深入了解，花代价最小的措施，对环境的损害又是最小的一些技术”。

在我国，生态工程概念的提出是由马世骏先生在 1979 年首先倡导的。马世骏先生（1984 年）给生态工程下的定义为：“生态工程是应用生态系统中物种共生与物质循环再生原理、结构与功能协调原则，结合系统分析的最优化方法，设计的促进分层多级利用物质的生产工艺系统”。

生态工程原理应用于农业生产系统中，就形成农业生态工程（agro-ecological engineering）。农业生态工程是目前国内外生态工程研究中的基础领域。农业生态工程的定义是：运用生态系统中生物群落共生和系统内多种组分相互协调和促进的功能原理及地球化学循环的规律，实现物质和能量多层次、多途径利用与转化，从而设计与建设合理利用自然资源，保持生态系统多样性、稳定性和高效、高生产力功能的农业生态经济系统所涉及的工程理论、工程技术及工程管理。

生态工程及农业生态工程在我国经过 20 多年的发展取得了显著的成效，其独特理论和经验，已受到西方许多学者青睐。美国生态工程先驱者 H.T.Odum 教授说：“生态工程之根在中国。” Mitsch 教授（1991）指出：“中国生态工程的理论，以及像中国那样人口众多且密集的国家，如何在保证保护资源和环境的同时，最大限度地利用自然景观的生态工程的途径和方法，使西方科学家获益匪浅”。

生态技术通常被认为是利用生态系统原理和生态设计原则，对系统输入、转换关系与环节、输出的全部过程进行合理设计，达到合理利用资源，获得良好的经济及社会效益的目的，同时将生产过程对环境的破坏作用降低到较低的水平。农业生态工程技术则是规划设计组装农业生态工程的工艺技术，包括农业生物的

立体共生技术，食物链结构的工程技术，农林牧副渔一体化，种养加相结合的配套生态工程技术等。

国外的生态技术基本上是对环境无害及无污染的清洁生产、废物无害化与资源化、减少生产过程中废物产生与排放、废物回收、废弃物回用及再循环等技术，并把生态工程等同于生态技术。

我国生态技术与工艺方面有自己独到的模式，如加环（生产环、增益环、减耗环、复合环和加工环）、联结、优化原本为相对独立与平行的一些生态系统为共生生态网络，置换、调整一些生态系统内部结构，充分利用空间、时间、营养生态位，多层次分级利用物质、能量，充分发挥物质生产潜力、减少废物，因地制宜促进良性发展。

二、农业生态工程与技术的调控

农业生态工程与技术调控通常是指通过对现有农业生态系统中的某个生产、加工环节或几个环节进行扩大、缩小、置换、添加或功能变换以及对其所处的生态经济环境进行适当的改变，不断地提高农业生态工程整体的生态经济效益。

农业生态系统的协调稳定既受自然规律的支配，又受到社会经济规律的调节，因此，农业生态工程与技术的调控是自然调控与人工调控的结合。

1. 自然调控 农业生态系统在其自然发展过程中，有趋于稳定的性能。农业生态系统受到干扰后能维持稳定，恢复到原态的能力为稳态调控。一般地这种稳态调控受到多种机制的作用，从基因、酶、细胞、组织到个体、种群、群落都有着丰富的表现形式。稳态调控中最主要的环节就是内部的反馈机制，即系统的输出成分被回送，重新成为同一系统的输入成分，成为同一系统输入的控制信息。

正反馈使系统输出的变动在原变动方向上被加速反馈，如种