

# 土地利用系统分析 方法及实践

宇振荣 邱建军 王建武 著

24

中国农业科技出版社

(京)新登字 061 号

图书在版编目 (CIP) 数据

土地利用系统分析方法及实践/宇振荣等著. - 北京: 中国农业出版社, 1998. 9

ISBN 7-80119-620-1

I. 上… II. 宇… III. 土地利用-系统分析-分析方法-研究 IV. F301.24

中国版本图出馆 CIP 数据核字 (98) 第 16581 号

|      |                                        |
|------|----------------------------------------|
| 责任编辑 | 沈 银 书                                  |
| 出版发行 | 中国农业出版社<br>(北京海淀区白石桥路 30 号 邮编: 100081) |
| 经 销  | 新华书店发行所                                |
| 印 刷  | 北京农业大学印刷厂                              |
| 开 本  | 850 × 1 168 1/32 印张: 8                 |
| 印 数  | 1 ~ 1 000 册 字数: 210 千字                 |
| 版 次  | 1998 年 9 月第 1 版 1998 年 9 月第 1 次印刷      |
| 定 价  | 25.00 元                                |

## 内容提要

本书系统地论述了以土地持续利用为目标的土地利用系统分析方法研究及实践，全书分三部分。第一部分为研究进展、概念、方法，包括土地利用系统概念及国内外研究进展、持续土地利用系统分析方法的理论基础和分析及规划设计方法；第二部分为单一（复合）土地利用系统分析——动态模拟模型及应用，包括土地利用系统定量模拟模型、作物生长模拟模型及应用和复合土地利用系统农林业生长模拟模型的研究；第三部分为区域土地利用系统分析，包括县域农业土地持续利用及对策研究、棉花生产战略北倾后的区域土地（新疆）利用和生产对策研究以及从技术、经济和政策方面对中国土地盐碱化防治对策研究。本书可作为作物生产生态、土地生态和土地管理研究人员以及大专院校有关生态、土地利用规划专业的研究和教学参考书。

## 前 言

土地这一人类赖以生存的基本资源和环境，以其独特的重要地位成为全球持续发展，特别是农业可持续发展研究的核心。进入 90 年代，国际上召开了多次有关持续土地利用和管理国际学术研讨会，就持续土地利用和管理的概念、原则、评价指标，以及现代科学技术（地理信息系统、遥感）和定量化方法体系在土地利用系统分析、评价、规划和管理中的应用进行了广泛的讨论，并开展一些多学科综合研究。我国尽管在持续土地利用和管理概念、原则、评价指标及方法方面进行了探讨，并将持续土地利用和管理引入到土地管理中，但是把持续土地利用概念体系与现代科学技术和定量化方法体系相结合，从自然社会经济方面进行不同层次尺度、持续定向的土地利用和管理综合性实证研究不多。本书是作者与荷兰瓦格宁根农业大学 P. M. Driessen 教授于 1995 年在北京组织举办“以土地持续利用为目标的土地利用系统分析”国际培训班，并翻译出版《土地利用系统分析》一书之后，在参加量淮海平原曲周试区“八五”科技攻关专题及有关课题研究中，围绕农用土地持续利用和管理开展的综合性实证研究成果。希望能与那些欲深入研究土地持续利用和管理的同仁们相互交流，促进土地利用系统分析方法论的发展以及在土地持续利用和管

理方面的广泛应用。

本书可分为三部分：第一部分为土地利用系统分析和规划设计研究进展、概念、方法。这一部分主要是在综述前人研究的基础上，根据我们的研究问题和目标，研究探讨了土地持续利用系统分析、评价和规划的概念基础和方法论，即是针对研究问题的方法论。本书未对已有的土地利用和管理理论基础和方法进行全面的分析和探索。

第二部分为系统分析动态模拟模型应用，着重于作物生长模拟模型在农田水平上单一土地利用系统优化决策研究。复合土地利用系统—农林业生长的模拟是研究复合土地利用系统对资源竞争的一种尝试。

第三部分为区域土地利用系统分析及持续生产对策研究，试图从自然、社会、经济、管理和技术等方面，研究不同层次尺度的土地持续利用和管理。其中，包括应用地理信息系统、土地生产力模型和农作系统分析方法研究县域农业土地持续利用及对策研究，问题定向的区域土地利用方案和生产对策研究，以及从技术、经济和政策方面对中国土地盐碱化防治对策研究，但还未涉及到土地利用方案的具体规划和设计及不同层次尺度土地持续利用管理的有机结合。

总之，由于土地持续利用和管理涉及到自然社会经济复合系统以及系统层次之间的交叉和定量化等问题，使我们的工作仍有许多值得进一步研究和完善。值得庆幸的是，我们的研究工作又得到了荷兰 SAIL 基金会的资助，与荷兰 Wageningen 农业大学 (WAU) 和荷兰国际航

测和地球科学研究所 (ITC) P. M. Driessen 教授建立了题为“土地持续利用和管理 (SULAMA)”国际合作研究培训项目 (1998~2001)。

全书由宇振荣完成初稿统编。作者各有分工：第一章、第三章、第四章、第六章和第九章由宇振荣、王建武撰写；第二章和第七章由王建武、宇振荣撰写；第五章和第八章由邱建军、宇振荣撰写。本书能够出版与各方面的支持分不开。首先我们感谢我们的导师、中国农业大学辛德惠院士和荷兰 Wageningen 农业大学 (WAU/ITC) P. M. Driessen 教授在我们攻读博士学位和随后的研究工作中给予的指导。我们还要感谢参加黄淮海平原曲周试区“八五”攻关专题研究的中国农业大学同事们给予的支持和帮助。本项研究和本书出版还得到了荷兰 SAIL 基金会部分资助，在此，一并表示深切的感谢。

土地利用系统分析涉及的知识面广、研究发展迅速，限于我们的知识水平和研究深度，本书难免有很多片面和错漏之处，敬请读者批评指正。

著 者

1998 年 5 月 1 日

# 目 录

## 上篇 概 述

|                                  |      |
|----------------------------------|------|
| 第一章 绪 论 .....                    | (3)  |
| 第一节 引言:土地利用系统分析 .....            | (3)  |
| 第二节 国内外研究综述 .....                | (9)  |
| 第二章 持续土地利用系统分析方法的理论基础 .....      | (24) |
| 第一节 可持续发展和土地持续利用 .....           | (24) |
| 第二节 土地利用系统的特征 .....              | (33) |
| 第三节 持续土地利用系统概念的可操作性 .....        | (38) |
| 第三章 土地持续利用系统分析方法 .....           | (44) |
| 第一节 土地利用系统分析和规划设计<br>方法及步骤 ..... | (44) |
| 第二节 区域土地利用系统调查、评价和分析 .....       | (49) |
| 第三节 区域土地利用系统生态及配套系<br>统的设计 ..... | (65) |

## 中篇 单一和复合土地利用系统分析

|                                             |      |
|---------------------------------------------|------|
| 第四章 土地生产力模拟模型及生产力分析 .....                   | (71) |
| 第一节 土地利用系统定量分析概述 .....                      | (71) |
| 第二节 土地生产力模拟模型的修正和校正 .....                   | (74) |
| 第三节 土地生产力动态模拟模型的初步应用 .....                  | (84) |
| 第五章 GOSSYM 棉花生长模拟模型<br>在新疆棉区的有效化及应用研究 ..... | (90) |
| 第一节 GOSSYM 棉花生长模拟模型的基本原理 .....              | (90) |
| 第二节 GOSSYM 模型在新疆棉区的校正<br>和有效化 .....         | (94) |

|                 |                              |       |
|-----------------|------------------------------|-------|
| 第三节             | GOSSYM 模型在新疆棉区的应用 .....      | (109) |
| 第六章             | 多层次农林业生物量生产模拟模型              |       |
| ——              | 复合土地利用系统模拟 .....             | (126) |
| 第一节             | 多层次农林业系统特性及模拟方法 .....        | (126) |
| 第二节             | 复合土地利用系统建模的基本原理 .....        | (128) |
| 第三节             | 模型输入、计算框图和运行结果 .....         | (137) |
| 下篇 区域土地利用系统分析实践 |                              |       |
| 第七章             | 县域农业土地持续利用及对策研究              |       |
| ——              | 以黄淮海平原曲周县为例 .....            | (143) |
| 第一节             | 曲周县土地利用现状分析 .....            | (143) |
| 第二节             | 曲周县主要土地利用系统的定量描述 .....       | (149) |
| 第三节             | 农业土地持续利用方案分析 .....           | (168) |
| 第八章             | 棉花生产战略北倾后的区域(新疆)发展           |       |
| 和生产对策研究 .....   |                              | (183) |
| 第一节             | 新疆棉花生产的历史和现状 .....           | (183) |
| 第二节             | 新疆农业资源辨识 .....               | (185) |
| 第三节             | 粮棉协调发展方案 .....               | (189) |
| 第四节             | 新疆棉花生产持续发展面临的问<br>题及策略 ..... | (205) |
| 第九章             | 土壤盐碱化防治政策研究 .....            | (214) |
| 第一节             | 我国土地盐碱化程度和发展趋势 .....         | (214) |
| 第二节             | 土地盐碱化形成的原因及现有技术评述 .....      | (219) |
| 第三节             | 影响土地盐碱化的政策评述 .....           | (224) |
| 第四节             | 土地盐碱化防治的政策建议 .....           | (229) |
| 参考文献            | .....                        | (236) |

# 上 篇

## 概 述



# 第一章 绪 论

## 第一节 引言：土地利用系统分析

### 一、问 题

20 世纪 50 年代以来，为满足人口增长和社会发展对农产品的需求，现代常规农业得到快速发展，但同时也导致土壤有机质下降、土壤侵蚀、地表和地下水污染、生物多样性降低等。对土壤生产能力的研究表明，在过去 10 年中，全球约 12% 的耕地因水土流失、土壤污染、机械耕作、过度放牧、森林砍伐、盐碱化和沙漠化而导致退化 (Oldman 1990)。全球土地退化评价项目研究发现，约 40% 的农用地因人类不合理的利用而导致不同程度的退化 (Steward 1989)。土壤退化不仅导致更高层次区域土地质量下降和生态系统退化，而且通过破坏原有的土壤物质循环平衡，一方面释放出大量二氧化碳、氧化氮、甲烷等气体，成为全球气候变化和臭氧层破坏的主要来源，另一方面沿食物链污染食物及影响人类健康。土壤退化的本质是不同时空尺度下土壤质量及土壤物理、化学和生物过程变化。为了解决土壤质量下降以及由此引起的生态环境问题，各国纷纷寻求与资源、环境协调的替代农业发展模式。经过“生态农业”、“有机农业”及“生物动力农业”等诸多替代农业模式的尝试后，在国际持续发展思潮的推动下，最终于 80 年代末，汇集在“持续农业”这股洪流之中。“持续发展”与“持续农业”的概念已经得到了国际社会的普遍认可 (程序 1997)。

反思现代农业发展所面临的困境，究其原因，可归结为一点，那就是在人口不断膨胀与社会经济发展需求日益增长的压力下，人类对资源的过度开发与利用造成的危机。持续发展的核心就是以自然资源持续利用与生态环境的改善来保证社会经济的持续、稳定与协调发展。资源持续利用是持续农业最重要的组成部分，既是持续农业的战略目标之一，也是持续农业的基本要求之一；资源持续利用是农业可持续发展和环境保护的物质基础和根本保障。土地这一人类赖以生存的基本资源和环境，以其独特的重要地位成为全球持续发展研究的核心。在国际上，近年来召开了多次有关“土地持续利用与管理”讨论会。持续土地利用问题已被列为全球 21 世纪议程中的优先项目。

我国是一个农业大国，农业农村的持续发展是社会经济发展的关键，而土地持续利用问题是农业与农村发展过程的核心。农业土地既是农业生产的重要资源，又是农业发展必不可少的载体。目前，中国农业正处在由传统农业向现代化农业转变的过程中，它既需要运用现代物质投入和科学技术大力提高农业集约化水平和土地生产力，又必须采取正确策略和方法避免和制止现代农业可能产生的生态经济综合症，保持土地的持续生产能力。但是，中国农业的发展又面临着严峻的人口、资源与经济现实，用世界 7% 的土地养活世界 22% 的人口，这已是国人皆知的常识。中国正以历史上最严峻的资源状况承载着有史以来最大数量的人口。更值得注意的是，中国农业的发展不仅仅是生产足够的粮食来解决养活现有人口的“吃饭问题”，而且肩负着发展地方经济，增加农民收入，改善生态环境条件等诸多的目标和任务。而上述目标的实现必须根据当地资源条件，以现有农业土地利用系统及农业生产系统和技术的改造与变革为基本对策。中国农业的发展应该采取什么样的土地持续利用策略与区域发展政策才能达到生态、经济、社会的协调持续发展是当代中国农业持续发展面临的主要课题。土地可持续利用研究和实践不仅需要正确的理论作指

导，还需要多层次的定量化分析和规划方法。

土地持续利用的本质就是在不同尺度上，不同等级层次中社会、经济、生态发展目标等众多的相互冲突目标之间的权衡与取舍问题。这些目标之间存在着错综复杂的关系，它们之间的相互作用很难用直觉来判断。客观上要求必须建立不同层次的定量化分析方法体系，对土地资源生产潜力和经济效益、土地利用系统的演替和替代模式进行定量化的分析研究，为以持续土地利用为目标的土地利用规划设计提供依据。这也是土地科学研究和土地利用系统分析及规划设计由定性向定量发展的必然趋势。

80年代以来，随着系统分析及计算机的发展和应用，土地资源科学研究方法不断改进和完善，向着综合化、精确化和定量化方向发展。土地利用系统部分或整体动态模拟模型和资源信息系统的建立与发展，使土地资源研究和利用更加科学化和定量化。到目前为止，各国科学家根据土地持续利用目标，从不同的角度提出各种由多种方法构成的土地利用系统定量化分析方法体系，并结合特定条件下的自然社会经济条件及存在的问题，对土地持续利用概念的具体化、土地利用系统定量化分析体系及各种方法的有机联系进行了研究和探讨，并应用于不同尺度和等级层次的土地持续利用的技术选择、方案构建和政策制定。

## 二、土地利用系统分析的有关概念和定义

### （一）土地和土地质量

土地的概念不应当与“土壤”相混淆，联合国粮农组织给土地的定义：“土地是自然综合体，它包括土壤、植被、地貌、水文、气候、基础设施等，也包括副面的结果，如土壤侵蚀、土地退化等”。各种特性都相同的自然土地区域称为土地单元（LU）。在土地利用系统分析中，根据分析和评价的尺度，确定和划分土地单元和土地制图单元。

描述一个土地单元需要涉及它的主要土地特性 (LCHR) (Driessen & Konijn 1992)。土地特性可以是单一的或是综合的。单一的土地特性是指可以直接用一个明确的术语或数值来表示的土地性状,如年累积降雨量、土地坡度、土壤厚度。综合的土地特性是由各种相关的单一土地特性综合而成,如“有效水分容量”,它是土壤深度和基质几何特性的函数。土地质量 (LQ) 是指反映土地利用基本需求和土地适宜性,并几乎独立于其它土地特性或土地特性集合体。每一土地质量是有一组相互作用的单一或复合特性的集合决定的,这些单一或复合特性在不同环境下有不同的权重,而权重值是根据集合中所有特性的数值确定的。“土壤水分对作物的有效性”这就是一个实例。它综合了一些单一的土地特性(如降雨量,潜在蒸散量)和综合的土地特性(如有效水分容量),以及各土地特性的相互影响。近年来,根据土地持续利用的要求,还相继提出土壤健康和土壤健康指标,以及更高层次的土地质量指标及生态系统健康指标。建立土地质量指标的目的:一是确定土地质量变化,推广能保证自然资源持续利用和生产的管理措施;其次是制定相应管理政策,为不同尺度的土地持续利用规划及重大项目落实提供依据 (WB 1995)。1995 年世界银行与 FAO、UNDP 和 UNEP 共同发表了《土地质量监测》和《土地质量指标》一书,提出了压力 (Pressure Indicator) - 状态 (State Indicator) - 效应 (Response Indicator) 土地质量指标及相互关系模型。

## (二) 土地利用类型和土地利用需求

土地利用类型 (LUT) 是根据诸如与土地利用类型功能相关的生物、社会经济和技术等关键的土地属性来定义。作物的选择、农用动力和工具、劳力的有效投入程度、土地利用经济效益和环境效益就是一些关键的土地属性。实践中,土地利用类型可以从以下两个方面来描述 (Driessen & Konijn 1992):

——作物或品种的选择;

——配套的土地利用管理技术属性。它们描述了对生产者有效的方法或确定了可采用的管理措施的界限。

每一种土地利用对土地会提出各种特定需求。正像土地利用类型定义的那样，土地利用需求（LUR）在很大程度上由作物的各种需求组成。可用“需要的土地性状”（与相比配的“土地质量”或“土地特性”具有相同的维数）和“需要的技术、管理”来表示土地可持续利用需求。

### （三）土地利用系统

一个土地单元和一个土地利用类型（包括一系列土地利用需求）相结合构成土地利用系统，可以用土地特性和土地利用需求来描述。土地评价和土地利用系统分析不是分析和评价土地或土地利用，而是分析土地利用系统（图 1-1）。

在一个土地利用系统中，自然和经济的输入转化为产出（图 1-2）。对于经济输入，土地利用者需要支出购买机器、肥料和种子等。自然输入包括辐射、降水和土壤肥力。产量是土地利用系统自然和经济的综合输出。一个土地利用系统还会产生其它输出，进入环境，并产生有益或有害的影响。单一土地利用系统功能的分析是土地利用系统分析的基础。

复合土地利用系统（即在一块土地上同一时间生长一种以上的作物）和混合土地利用系统（单一或复合土地利用系统轮作）可以通过单一土地利用系统的综合分析评价来进行。但要适当地考虑对光、水、肥料的竞争。

由一个农户或生产管理单位实施的一个或多个土地利用系统构成农作系统。不同的农作系统与其他非生产性自然、半自然和人工的土地利用类型构成区域土地利用系统。

区域的土地利用已不仅仅是指种植和林业，还应包括水域、交通和城乡居民点用地，区域土地利用系统是构成区域景观生态系统的基础。区域土地利用系统、自然生态系统和社会经济系统共同构成区域社会经济系统或区域景观生态系统。从区域景观生态系

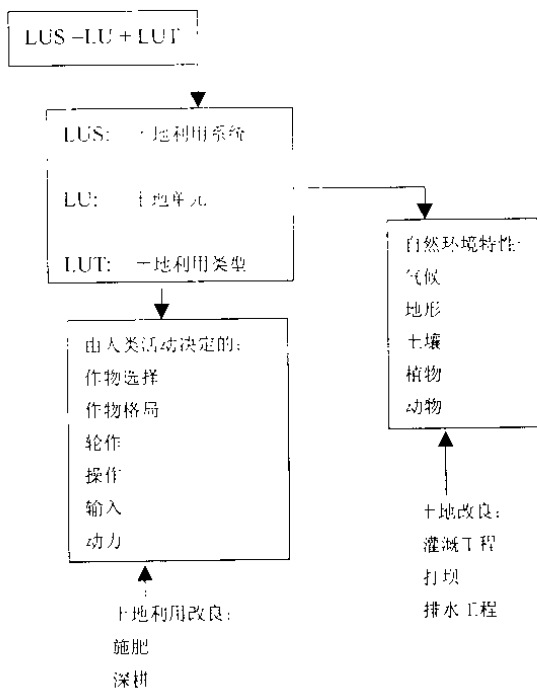


图 1-1 土地利用系统分析

统角度看,还可进一步分为自然景观和人文景观,区域自然景观和人文景观的可持续发展是土地可持续利用的更高层次的目标。

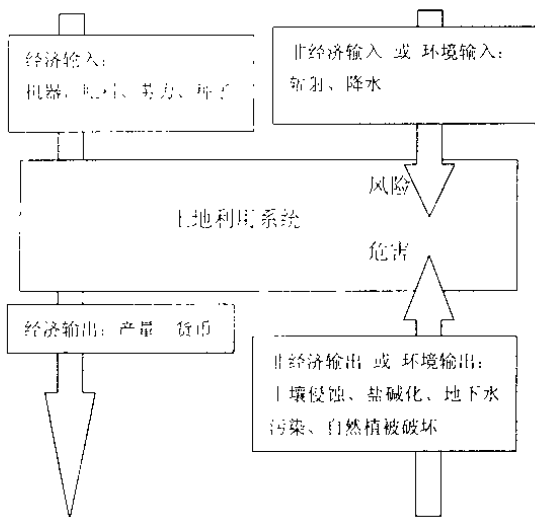


图 1-2 土地利用系统的投入和产出

## 第二节 国内外研究综述

### 一、国外研究进展

#### (一) 土地评价和规划研究

虽然持续土地利用是 20 世纪 90 年代持续发展思想应用于土地科学而产生的新名词，但国内外有关土地资源合理利用的研究却可以追溯到 20 世纪 30 年代。纵观国内外关于土地合理利用与持续利用的研究，可根据研究的尺度和重点分为三个方面：一是土壤学家、土地科学家从土地资源调查、土地评价到土地利用规