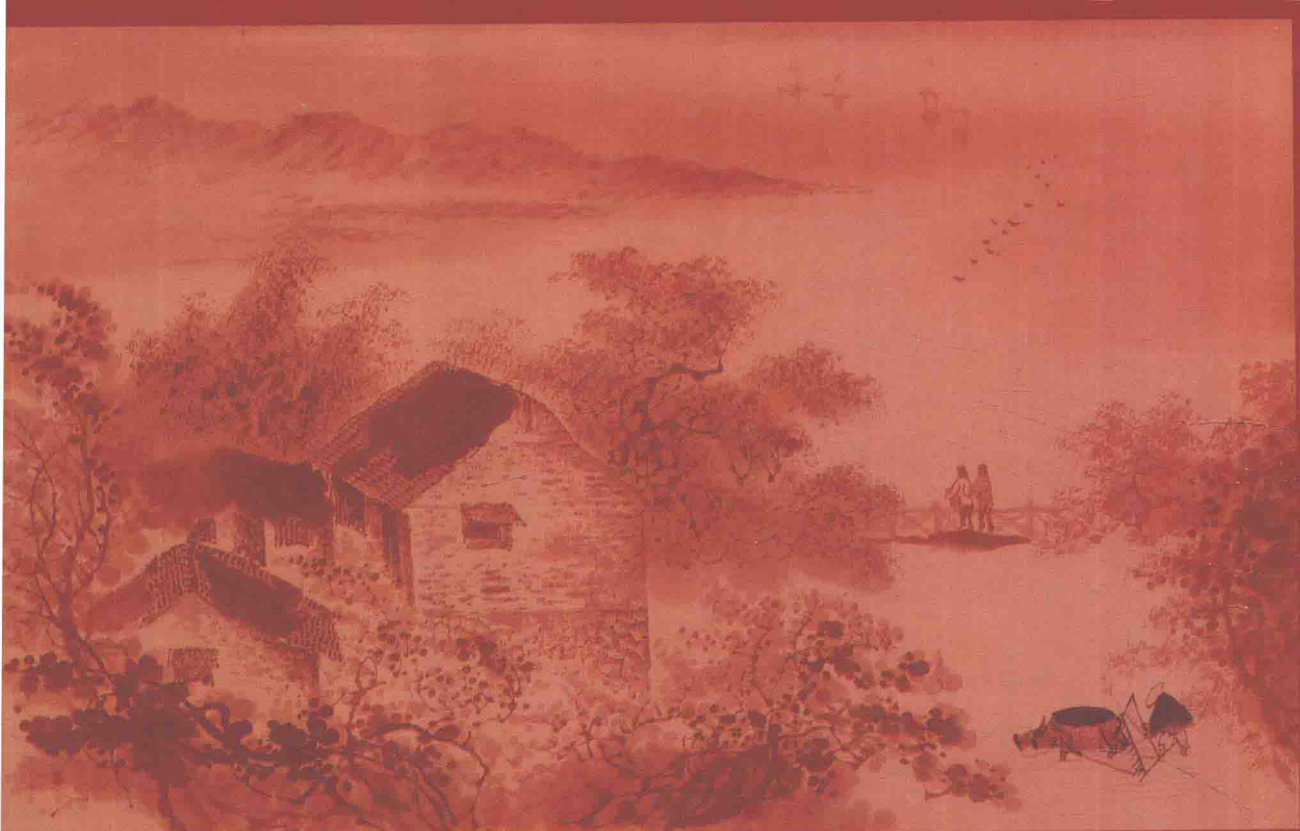




南方耕作制度与 农业生态研究进展

卞新民 张卫建 主编

南方耕作制度与农业生态 研究进展

NANFANG GENGZUO ZHIDU YU NONGYE SHENGTAI
YANJIU JINZHAN

卞新民 张卫建 主编

中国农业出版社
北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

南方耕作制度与农业生态研究进展 / 卞新民, 张卫
建主编. — 北京: 中国农业出版社, 2018. 9

ISBN 978-7-109-23489-5

I. ①南… II. ①卞… ②张… III. ①耕作制度-研
究-中国②农业生态-研究-中国 IV. ①S344 ②S181

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 263033 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑 冀 刚

北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2018 年 9 月第 1 版 2018 年 9 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 43.25

字数: 1000 千字

定价: 198.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

作者简介

卞新民 南京农业大学农学院教授，博士生导师，2003 年享受国务院政府特殊津贴。1982 年南京农业大学本科毕业，1992 年获农学博士学位。现为中国农学会耕作制度分会副理事长，中国农学会立体农业分会常务理事，江苏省生态学会常务理事，江苏省系统工程学会常务理事，江苏省水土保持学会常务理事，江苏省农业生态工程中心学术委员会委员、客座研究员，江苏省作物学会现代农业产业园区专业委员会主任委员。长期从事耕作制度、农业生态、区域农业发展方面的教学研究，先后主编教材、学术专著 7 部，发表论文 150 多篇，承担国家、部省级、自然科学基金、国际合作等科研项目 50 多项，完成区域农业发展、农业园区建设、区域生态建设等规划项目 80 多个，获得国家、部、省科研奖励 7 项（其中部省级二等奖 3 项）。

张卫建 教授，博士生导师。1999 年毕业于南京农业大学，获得农学博士学位。2001—2003 年在美国 North Carolina State University，开展全球变化与土壤生态博士后合作研究，2006 年入选教育部“新世纪优秀人才”。现为国家现代农业产业技术体系岗位科学家，中国农业科学院作物耕作与生态创新团队首席，中国农业科学院学术委员会委员，“十三五”国家重点研发项目首席，中国耕作制度学会副理事长和中国农业生态专业委员会委员，世界银行和 FAO 农业生态环境咨询专家，The Crop Journal 副主编。

编者名单

主 编：卞新民 张卫建

副主编：杨海水 冯金侠 陈长青

编 者：孟 旖 周佳佳 翟思龙 李逸凡

邱九阳 陈锦文 徐超凡 王 博

刁文欣 陈怡名 安晟民 朱伊筠

高明亮 孙展昭 丁志锋

序

全面建成小康社会，必须有一个与之相适应、全面持续发展的现代农业，高产稳产的农业体系是基础。耕作生态学科是指农业科学中研究耕作制度（Farming System）和农业生态（Agroecology）的理论及实践的学科。耕作制度是农业系统中以第一性生产——种植业为主，种植业、养殖业、副业等农业生产各业有机结合、合理配置，以达到农业持续发展的理论体系和实施方法。

农业的各个部门组成一个系统，它既符合国家经济建设的需要又与生态环境相适应，适应生态规律的一种半自然、半人工的生态系统，即农业生态系统（Agroecosystem）。它以自然生态规律为依据、生态科学理论为指导，按系统工程的方法运行，按不同社会经济和自然生态条件下，建立一个能持续发展、高产稳产、适应小康社会经济发展的农业耕作制度。所以，耕作与生态是一个事物的两个方面，相互依存、相互促进。

20世纪50年代，我国农业院校设置的农学专业中有耕作学课程，讲授农业生产持续发展的“用地与养地”的理论和实践，提出农业生产与土壤肥力的用养结合以达到农业持续发展，高产与稳产的必要性和可能性，打破了土壤肥力递减、农业不能持续发展的错误观念。学科的方向是正确的，但提出的手段方法狭窄，如以轮种牧草的草田轮作为主要途径，与我国农业生产实际不相适应，难以实施。

20世纪80年代，全球注意到自然生态环境恶化影响到人类的生存和发展。生态环境是农业生物（农作物、牲畜和其他有关生物）的生存资源，又受农业生产活动的直接影响，既相互联系又互为因果，因而提出农业生态的概念和生态农业的设想，作为生态文明的一个主要环节。同时，随着系统科学的发展，用系统工程的方法，将农业经营作为一个多元化、适应各地区社会经济和农业生态条件、良性循环的农业生态工程、方向正确、方法先进、

有数据，可模拟预测，为耕作生态学科提出了正确方向和先进手段。

在可预见的未来，农业生产仍将是在耕作制度和农业生态系统的框架下，实体运行的一个体系，各种农业科技创造发明也必须融入耕作制度并适合于农业生态系统，可创造经济、社会、生态三大效益，才能形成生产力，为人类生存安全的主体（粮食安全）做出贡献。因此，耕作生态学科的存在和发展将是长期的、持续的。

南京农业大学在 20 世纪 80 年代建立耕作生态学科博士点，30 多年来取得了很大成果，培养出一批学科带头人，在各地有关农业科学领域中做出贡献。今后，学科组仍将在已有基础上，本着“大处着眼，小处着手”“千里之行，始于足下”的精神，提出新概念，创造新方法，提出既有科学依据又有创新的理论和实践、既能常规运行又具有抗灾救灾、有前瞻、能应变、有潜力的耕作制度，为学科的创新做出新的贡献。

章熙谷

2017 年 10 月于美国旧金山

序

—— 第一篇 始 创 ——

农业生态与生态农业	章熙谷 (2)
农业生态系统的调节与控制	
——以江苏省沭阳县叶庄村专业户为例进行的探讨	章熙谷 杨森山 (15)
资源配置的灰色控制模型设计及应用	李兰海 章熙谷 (23)
水稻生长动态控制模型的研究	章熙谷 卞新民 (29)
南京地区麦瓜稻多熟制生产力研究	章熙谷 Gregory Veek 王绍华 (36)
江苏省丹阳市珥陵镇农业生产结构优化研究	章熙谷 李幼霞 李萍萍 卞新民 (40)
丹阳市作物及种植制度气候产量潜力的计算机模拟与分析	杨京平 章熙谷 (46)
辐射型生态工程结构优化研究	张斌 章熙谷 (52)
粮糖兼用高粱开发利用及其在农业生态系统中的地位评价	翟进升 章熙谷 (56)
低丘红壤地区种植制度的优化设计	
——以江西临川县为例	翟玉顺 章熙谷 (61)
不同原料栽培平菇的生态学转化特点研究	朱普平 卞新民 章熙谷 (65)
中国南方红黄壤地区农业生态问题探讨	黄国勤 (69)
苏南地区玉米发展模式及其气候资源利用	高德明 章熙谷 李萍萍 卞新民 (74)
试论三高农业与耕作学学科体系建设	李萍萍 (81)
中国红黄壤地区作物生产的气候生态适应性研究	黄璜 (84)
小麦春玉米套作共生期间种间互作效应的微气候学研究	
..... 谭立军 李萍萍 卞新民 冯金侠 周玲娣	(89)
市场经济下种植制度改革与发展的探讨	陆建飞 丁旭 王昭 庄恒扬 章熙谷 (92)
苏南地区农田养分循环特征及平衡调控途径	陈欣 李萍萍 章熙谷 (96)
农业生态系统智能决策支持系统初探	柯建国 陈长青 柳建国 陆建飞 (100)
农牧结合在解决中国粮食安全问题中的作用	张卫建 卞新民 章熙谷 (105)

—— 第二篇 传 承 ——

生态文明及其理论与现实基础	申曙光 (112)
---------------------	-----------

- 茎畦栽培水稻的植株形态与生理特性研究 章秀福 王丹英 屈衍艳 李华 (119)
- 垦殖对伊犁河谷湿地土壤可溶性有机氮的影响 刘翔 朱咏莉 李兰海 (125)
- 农业生产食物链投入产出分析方法 卞新民 章熙谷 (131)
- Arbuscular mycorrhizal fungi increase organic carbon decomposition under elevated CO₂
..... Lei Cheng, Fitzgerald L Booker, Cong Tu,
Kent O Burkey, Lishi Zhou, H David Shew, Thomas W Rufty, Shuijin Hu (135)
- The growing potential for ecological economics in US agriculture: old theories,
new applications Gregory Veeck (142)
- Exploring a suitable nitrogen fertilizer rate to reduce greenhouse gas emissions and
ensure rice yields in paddy fields
..... Yiming Zhong, Xiaopeng Wang, Jingping Yang, Xing Zhao, Xinyi Ye (154)
- Long-term effects of organic amendments on the rice yields for double rice cropping
systems in subtropical China
..... Lidong Bi, Bin Zhang, Guangrong Liu, Zuzhang Li, Yiren Liu,
Chuan Ye, Xichu Yu, Tao Lai, Jiguang Zhang, Jianmin Yin, Yin Liang (166)
- 太湖地区稻田主要种植方式氮磷径流损失及经济效益分析
..... 朱普平 常志州 郑建初 陈留根 (180)
- 间作对玉米品质、产量及土壤微生物数量和酶活性的影响
..... 张向前 黄国勤 卞新民 江学海 赵其国 (183)
- 一种生态伦理替代学说
——永续农业及其设计中的生态思想分析 李萍萍 (190)
- 湿地稻-鸭复合系统的 CH₄ 排放规律
..... 黄璜 杨志辉 王华 胡泽友 陈仕贵 陈灿 (196)
- 江苏省水稻生产 30 年地域格局变化及影响因素分析 佘军 张洪程 陆建飞 (201)
- Ecological mechanisms underlying the sustainability of the agricultural heritage
rice-fish coculture system Jian Xie, Liangliang Hu, Jianjun Tang, Xue Wu,
Nana Li, Yongge Yuan, Haishui Yang, Jiaen Zhang, Shiming Luo, Xin Chen (208)
- 土壤-作物资源多目标优化配置分析 柯建国 张光远 (219)
- Soil microbial responses to experimental warming and clipping in a tallgrass prairie
..... Weijiang Zhang, K M Parker, Yiqi Luo,
Shiqiang Wan, L L Wallace, Shuijin Hu (224)

第三篇 发 展

- 不同利用方式下中国农田土壤有机碳密度特征及区域差异
..... 许泉 芮雯奕 何航 吴峰 罗鸿 卞新民 张卫建 (240)
- 盆栽条件下养殖场废弃物还田对土壤黑麦草系统氮、磷动态的影响
..... 朱利群 王波 黄卉 卞新民 (244)

太湖水陆生态交错带景观空间格局研究

- 以苏州市吴中区为例 仇恒佳 卞新民 朱利群 (251)
- 红壤丘陵区县域农林复合生态经济系统健康评价 陈长青 何园球 卞新民 (256)
- 基于遗传算法和 GIS 的县域水田种植制度空间布局优化 ... 彭长青 冯金飞 卞新民 (262)
- 生态足迹理论方法的改进及应用 王书玉 卞新民 (268)
- 江西省食物生产波动特征与效率研究 吕爱清 邱爱保 卞新民 杜国平 陈路扬 (274)
- 南方红壤稻田与旱地土壤有机碳及其组成的特征差异 李昌新 黄山 彭现宪 黄欠如 张卫建 (280)
- 镇江内江湿地不同演替阶段植物群落小气候日动态 付为国 李萍萍 吴沿友 卞新民 (286)
- 基于神经网络的农田土壤重金属空间分布分析 胡大伟 卞新民 李思米 冯金飞 王书玉 (292)
- 遮光对香根草生长发育的影响研究 刘金根 刘红霞 丁奎敏 卞新民 (297)
- 稻鸭共作对水稻条纹叶枯病发生规律的影响 甄若宏 王强盛 张卫建 卞新民 沈晓昆 李元喜 (300)
- 农村环境污染控制区划方法与应用研究 段华平 朱琳 孙勤芳 卞新民 (305)
- 江淮地区农业气候资源演变特征及作物生产应对措施 黄爱军 陈长青 类成霞 张卫建 卞新民 (311)
- 红壤旱地四种春夏作物水势比较研究 柳建国 何园球 陈长青 卞新民 (317)
- 东北气候和土壤资源演变特征研究 王春春 陈长青 黄山 邓艾兴 张卫建 卞新民 (321)
- 调亏灌溉对冬小麦光合生理特性的影响及其优化农艺技术组合 孟兆江 卞新民 刘安能 庞鸿宾 王和洲 (327)
- 基于遗传算法和 GIS 的作物空间布局优化 冯金飞 卞新民 彭长青 朱利群 (334)
- 新疆绿洲棉花长期连作对土壤理化性状与土壤酶活性的影响 刘建国 张伟 李彦斌 孙艳艳 卞新民 (340)
- 长江上游定量遥感监测模型地形因子应用研究 张锦凤 刘丹强 姜小三 卞新民 (348)
- 将新农村建设融入城市生态廊道规划的探索
- 以湖州市为例 高文玲 卞新民 冯金飞 (355)
- 城乡一体框架下城市发展生态适宜性评价 马顺圣 陈守越 张沛琪 朱利群 卞新民 (359)
- 太湖地区稻田田面水氮磷动态特征及径流流失研究 夏小江 胡清宇 朱利群 陈长青 卞新民 (364)
- 稻田降雨径流扰动系数的解析分析 焦瑞锋 张鸿睿 卞新民 (369)
- 生活污水慢渗生态处理对土壤及杨树生长的影响 白保勋 杨海青 樊巍 卞新民 (374)

- 县域农业主导产业结构生态适宜性评价及其发展预测 王梁 朱利群 张四伟 张沛琪 徐敏轮 卞新民 (383)
- Effects of ditch-buried straw return on soil organic carbon and rice yields in a rice-wheat rotation system Xiaohua Wang, Haishui Yang, Jian Liu, Junsong Wu, Weiping Chen, Jie Wu, Liqun Zhu, Xinmin Bian (388)
- Residue management affects greenhouse gas emissions and soil organic carbon in wheat-rice rotation system Jie Wu, Wenbo Wang, Xiaohua Wang, Liqun Zhu, Haishui Yang, Xinzhong Han, Jie Gao, Wei Guo, Xinmin Bian (401)
- 施氮和隔根对玉米植株生长、产量和根际微生物的影响 张向前 黄国勤 卞新民 赵其国 (414)
- 南方双季稻田秸秆厢沟腐熟还田免耕土壤生态效应研究 汪金平 何园球 柯建国 黄国勤 (420)
- Effect size and duration of recommended management practices on carbon sequestration in paddy field in Yangtze Delta Plain of China: A meta-analysis Wenyi Rui, Weijian Zhang (424)
- The mechanism of carotenoid degradation in flue-cured tobacco and changes in the related enzyme activities at the leaf-drying stage during the bulk curing process Zhaopeng Song, Tongshuai Li, Yonggang Zhang, Huijing Cao, Changrong Gong, Weijian Zhang (433)
- Warming impacts on winter wheat phenophase and grain yield under field conditions in Yangtze Delta Plain, China Yunlu Tian, Jin Chen, Changqing Chen, Aixing Deng, Zhenwei Song, Chengyan Zheng, Willem Hoogmoed, Weijian Zhang (442)
- 大气 CO₂ 浓度倍增对稻田生态系统钙、镁、硅离子流失的潜在影响 郭嘉 张卫建 户其亮 朱建国 (453)
- 农田开放式夜间增温系统的设计及其在稻麦上的试验效果 张彬 郑建初 田云录 董文军 陈金 杨飞 张卫建 (459)
- 根际增氧模式的水稻形态、生理及产量响应特征 赵锋 王丹英 徐春梅 张卫建 李凤博 毛海军 章秀福 (468)
- Responses of biomass growth and grain yield of midseason rice to the anticipated warming with FATI facility in East China Wenjun Dong, Jin Chen, Bin Zhang, Yunlu Tian, Weijian Zhang (478)
- Effects of long-term fertilization on corn productivity and its sustainability in an Ultisol of southern China ... Shan Huang, Weijian Zhang, Xichu Yu, Qianru Huang (487)
- 寒地春玉米生长发育及产量对花前夜间增温的响应 钱春荣 于洋 赵杨 宫秀杰 姜宇博 王俊河 杨忠良 张卫建 (497)
- Aboveground morphological traits do not predict rice variety effects on CH₄ emissions Yi Zhang, Yu Jiang, Zhijie Li, Xiangchen Zhu, Xiaofei Wang, Jin Chen, Xiaoning Hang, Aixing Deng, Jun Zhang, Weijian Zhang (502)

Differences in the impacts of night - time warming on crop growth of rice-based cropping systems under field conditions	Jin Chen, Changing Chen, Yunlu Tian, Xin Zhang, Wenjun Dong, Bin Zhang, Jun Zhang, Chengyan Zheng, Aixing Deng, Zhenwei Song, Chunrui Peng, Weijian Zhang (514)
Differences in rice yield and CH ₄ and N ₂ O emissions among mechanical planting methods with straw incorporation in Jianghuai area, China	Xiaoning Hang, Xin Zhang, Chunlian Song, Yu Jiang, Aixing Deng, Ruiyin He, Ming Lu, Weijian Zhang (524)
Higher yields and lower methane emissions with new rice cultivars	Yu Jiang, Kees Jan van Groenigen, Shan Huang, Bruce A Huangate, et al. (533)
Stability and saturation of soil organic carbon in rice fields: evidence from a long-term fertilization experiment in subtropical China	Yanni Sun, Shan Huang, Xichu Yu, Weijian Zhang (545)
高速公路沿线农田土壤重金属总量和有效态含量的空间分布特征及其影响因素分析	季辉 赵健 冯金飞 张卫建 (554)
长期不同种植模式下东北黑土微生物群落特征及其与土壤理化性状的关系	郭金瑞 宋振伟 朱平 高洪军 彭畅 邓艾兴 张卫建 (559)

附 录

附录 I 章熙谷教授所培养的研究生的毕业论文摘要	(568)
农业生产结构优化研究	
——湖南长沙县高岸村农村生产结构优化设计	申曙光 (568)
二次旋转设计在玉米大豆间作研究上的应用及其模型解析	章秀福 (568)
北城圩农场农业生产结构的灰色动态模型设计和优化研究	李兰海 (569)
免耕、少耕种植小麦的农田生态研究	王进 (570)
农业生产食物链投入产出分析及优化方法的研究	卞新民 (571)
中国中亚热带低丘红壤地区农业资源的系统分析与耕作制度的	
优化设计	翟玉顺 (571)
江苏省丹阳市作物及种植制度生产潜力的计算机模拟和土地人口承载量的	
研究	杨京平 (572)
江苏省海安县海南乡星火养殖试验场生态工程辐射功能及其结构	
优化研究	张斌 (573)
粮糖兼用高粱开发利用研究及其在农业生态系统中的地位评价	翟进升 (574)
秸秆栽培平菇转化效率的研究及平菇在农业生态系统中地位评价	朱普平 (574)
农业结构优化决策支持系统与五莲县农业系统结构优化研究	林海 (575)
安徽阜阳地区种植制度的改革与发展	武建华 (575)
江西省冬季农业生产潜力与生产效益及其优化模式研究	黄国勤 (576)
苏南稻区套作玉米生产特性及其生态位合理性分析研究	高德明 (577)

中国红黄壤地区饲料燃料肥料系统分析与优化设计	黄璜 (577)
苏南地区种植业适度规模经营及其相应种植制度研究	谭立军 (579)
江苏太湖地区持续农业的种植制度研究	陆建飞 (580)
农村工业地区农业生态经济系统发展机制及持续农业途径研究	
——以江苏南部农村工业发达地区为研究范例	陈欣 (582)
耕作制度决策支持系统 (FSDSS) 及中国南方红壤区可持续发展耕作制度	
研究	柯建国 (583)
长江三角洲农牧系统结构演变规律及食物安全战略研究	张卫建 (584)
附录 II 章熙谷教授学术思想第三代传递者博士毕业论文摘要	(587)
城镇生活污水杨树林地慢速渗滤生态处理研究	白保勋 (587)
畜禽粪便污染的农业系统控制模拟及系统防控对策	柳建国 (589)
稻田系统主要矿质元素生物有效性对大气 CO ₂ 浓度升高的响应研究	郭嘉 (591)
稻鸭萍共作系统的主要生态环境效应及其作用机制研究	甄若宏 (594)
粪肥还田对农田生态系统氮素的影响及径流流失风险评估	朱利群 (596)
高速公路沿线农田土壤和作物的重金属污染特征及规律	冯金飞 (598)
红壤区农林复合系统分析与评价	陈长青 (599)
环太湖地区景观格局变化与优化设计研究	
——以苏州市吴中区为例	仇恒佳 (601)
基于模糊推理和模式识别的城市生态适宜度评价	
——以扬州市为例	马顺圣 (604)
基于生态足迹理论的县域生态经济系统评价	王书玉 (605)
基于系统动力学和神经网络模型的区域可持续发展的仿真研究	
——以江苏省建湖生态县为例	胡大伟 (608)
江淮地区近年农业气候资源时空变化及稻麦生产响应特征研究	黄爱军 (610)
江苏沿江经济开发区区域粮食供需平衡分析与对策研究	彭长青 (612)
江西省食物生产变化规律与安全分析及调控对策	吕爱清 (614)
南方水田土壤有机碳变化特征及保护性耕作增碳效应研究	许泉 (616)
农业非点源污染控制区划方法及其应用研究	段平华 (617)
太湖地区稻田氮磷养分径流流失及控制技术研究	夏小江 (619)
调亏灌溉对作物产量形成和品质性状及水分利用效率的影响	孟兆江 (621)
东北农业气候资源演变特征及春玉米栽培应对策略研究	王春春 (623)
“秸秆集中沟埋还田”新型耕作技术土壤理化性状和有机碳研究	王小华 (626)
不同秸秆还田方式与秸秆生物炭施用对农田温室气体排放和土壤固碳的	
影响	吴洁 (628)
香根草护坡地植物群落演替特征及其对人工干扰的响应机制研究	刘金根 (629)
新疆棉花长期连作的土壤环境效应及其化感作用的研究	刘建国 (632)
长江上游西河小流域水土流失定量遥感监测研究	张锦凤 (634)
长期施肥对红壤旱地玉米生产力和土壤肥力的影响及其机制研究	李昌新 (635)

镇江内江湿地植物群落演替规律及植被修复策略	付为国 (637)
不同氮水平下玉米间作大豆和花生的效应研究	张向前 (639)
南方双季稻区秸秆厢沟腐熟还田新型免耕耕作技术研究	汪金平 (641)
长三角农田土壤固碳技术的固碳潜力及激励机制研究	芮雯奕 (642)
环太湖生态农业旅游圈综合评价与可持续发展研究	王锋 (645)
烤烟烟叶成熟和烘烤过程中色素变化特征及其机理研究	宋朝鹏 (647)
冬小麦生产力对昼夜不同增温的响应研究	田云录 (649)
冬小麦对昼夜不同增温的地下生物学响应特征及其机制	张彬 (651)
水稻生长对根际氧营养的响应特征及其生理机制研究	赵锋 (652)
昼夜不同增温对粳稻产量和品质的影响研究	董文军 (654)
基于碳组分分析的稻田土壤固碳优势及其保持途径研究	黄山 (656)
东北玉米品种对密度和氮肥的综合响应及高产高效栽培途径	钱春荣 (658)
我国稻作技术演变对水稻单产和稻田温室气体排放的影响研究	张艺 (660)
冬小麦生产力对气候变暖的响应和适应及其区域差异	陈金 (662)
稻作方式和秸秆还田对稻麦产量和温室气体排放的影响研究	杭晓宁 (663)
水稻植株生产力和物质分配对稻田温室气体排放的影响及其机理	江瑜 (666)
长期不同施肥对东北玉米产量和土壤肥力及温室气体排放的影响研究 ...	高洪军 (668)
长期不同施肥下红壤性水田和旱地土壤有机碳稳定性差异研究	孙艳妮 (670)
东北黑土区不同种植模式对玉米产量和土壤质量及温室气体排放影响 效应	郭金瑞 (672)
跋	(675)

第一篇 始创

章熙谷教授是南京农业大学耕作与农业生态研究团队的开创者，自 20 世纪 50 年代初就开始从事耕作学的教学和研究，是我国第一代耕作学研究队伍主要成员之一。80 年代初，到美国 Cornell University 进修农业生态学，是我国改革开放后最早出国进修农业生态学的学者之一。从 1981 年开始招收耕作学与农业生态学研究方向硕士研究生，1986 年开始招收博士研究生，至 1999 年先后培养了 28 名硕士和博士。此阶段的主要研究成果集中于本篇收录的 20 篇代表性学术论文。这些论文采用了田间试验、田野调查和计算机模拟等研究手段，从耕作制度和农业生态系统的基本概念、原理、结构、过程、控制管理技术等方面进行了比较系统的研究，对耕作学和农业生态学研究人才培养、推动耕作学和农业生态学研究的发展起到了重要和积极的历史作用。章先生培养的学生已经成为我国目前耕作学和农业生态学研究领域栋梁之组成。

本篇之首为章熙谷先生回国后不久发表的阐述农业生产系统与生态系统关系的论文。文中明确提出了“农业生态化”的重要观点。其后 19 篇论文，为章先生所培养的各位研究生（硕士和博士）以南京农学院（南京农业大学）名义发表的代表性学术论文 1 篇。论文按作者入门先后排序，他们是：杨森山（1981 年硕士）、李兰海（1984 年硕士）、卞新民（1984 年硕士、1987 年博士）、Veeck（1986 年博士）、李幼霞（1986 年硕士）、杨京平（1988 年博士）、张斌（1988 年硕士）、翟进升（1988 年硕士）、翟玉顺（1987 年硕士、1989 年博士）、朱普平（1989 年硕士）、黄国勤（1990 年博士）、高德明（1990 年硕士）、李萍萍（1991 年博士）、黄璜（1991 年博士）、谭立军（1991 年硕博连读）、陆建飞（1992 年博士）、陈欣（1993 年博士）、柯建国（1994 年博士）、张卫建（1996 年博士）。

农业生态与生态农业

章熙谷

(南京农业大学农学系)

农业生态 (Agricultural Ecology) 是生态学在农业上的应用。农业生态学是研究农业生态环境的学科, 是近年来迅速发展的一门综合性学科。

一、农业生态与农业生态系统 (Agri - ecosystem)

(一) 生态系统

生态学 (Ecology) 一词是由希腊字 Logos (研究) 和 Qikos (房子) 合并而成, 即“生活的地方”。1866 年, Haeckle 定义生态学是研究生物与其环境条件相互关系的科学。生态学的发展大致经历了三代或四代, 生态学每一次发展对农业科学和农业生产都有很大的推动作用。

个体生态学: 以个体为单位, 研究某种生物对光、热、水、气、营养等适应关系。

群体生态学: 以群体为研究对象, 包括单一生物的种群和若干种生物组合的群落, 研究群体与环境 and 群体内的种内和种间关系等。

生态系统生态学: 物质和能量将生物与无机环境联结成一个统一的整体就是生态系统。以生态系统为对象, 研究其结构与机能等。

生态系统是 20 世纪 30 年代由英国 A. G. Tansley 提出的概念; 40 年代, 美国的 R. L. Lindeman 充实了内容; 50 年代, 美国的 E. P. Odum 建立了比较完整的体系; 60 年代, 国际生物学规划委员会 (I. B. P) 组织开展应用; 70 年代大发展, 建立了人与生物圈的国际组织。现在, 一些国家生态学已不仅是少数科学工作者的研究领域, 并出现了许多生态化和生态科学社会化的现象。

1. 组成和转化 植物通过生长发育和代谢活动, 从环境中吸收光、热、水、气和营养, 部分通过植物转化后又返还给环境, 部分被植物所积蓄储藏; 这些储藏的能量和物质又因动物摄取而转移到动物体内, 动、植物的排泄物和残体又被多种多样的微生物分解, 有机物质又转化为无机的简单物质重新被植物吸收、利用。可见, 自然界的能量和物质是不断转移、交换或循环的。生命的各种现象都伴随着物质的转移、能量的转化。没有能量的转化和物质的转移就不可能有生命和生态系统。

所谓生态系统, 是指在一定地点上有生命的生物群体与无生命的环境之间所构成的能量转化、物质循环的系统, 一个小的池塘、一片森林、一块农田、一个社队, 乃至一个县、一个地区, 都各有其不同的生物群体和不同的环境条件, 各自构成其能量和物质的转移和循环系统。因此, 成为不同的生态系统。

自然界的生态系统不论简单或复杂, 均由 2 个部分 4 种基本成分所组成。2 个部分就

是非生物部分和生物部分。非生物部分是指无机环境，是生态系统中物质和能量的来源，包括生命活动空间的3个基质，即大气（圈）、水（圈）和岩石土壤（圈）。生物部分按照生物在物质能量转化循环中的关系和地位，即按其营养特征可分为绿色植物（生产者）、动物（消费者）和微生物（分解还原者）。绿色植物的光合作用将太阳辐射能吸收、储藏、转化为化学能，同时吸收碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、硫等元素合成有机物质，供给其他生物以食物和能量，是生态系统内的基础生产，称为初级生产。动物不能直接利用太阳辐射为其生命代谢活动提供能量，必须以其其他生物为食物，动物包括吞食植物的食草动物和捕食食草动物或其他弱动物的食肉动物，在生态系统内处于消费者地位，是生态系统的次级生产。细菌、真菌等微生物和小动物以动植物的排泄物与残体为食物，通过吸收和分解，使复杂的有机物质转化为比较简单的无机物质，返回到环境中再度供绿色植物利用。无机环境、绿色植物、动物、微生物就是生态系统的4个基本成分，或称为生态系统的4个亚系统。它们之间的关系见图1。4个基本组成成分各自具有自己的作用，各自行使自己的机能，彼此配合才能使物质循环、能量转化正常进行。

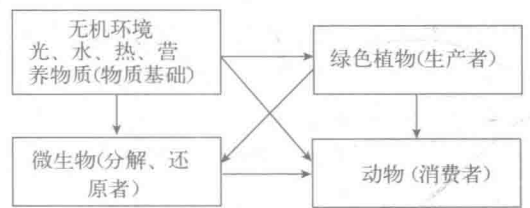


图1 生态系统组成成分的基本模型

生态系统可按生物要素为主体进行划分，如草原生态系统、森林生态系统、农业生态系统等；也可按无机环境条件特征划分，如湖泊生态系统、沙漠生态系统、热带生态系统等。每种划分法均着眼于“生物群体与环境之间是统一的物质运动系统”这一基本概念。

2. 流、库和循环 能量转化与物质循环是生态系统的2个最重要的规律，是构成生态系统的的最基本概念，也是农业生态系统最主要的研究内容。能量和物质在生态系统内不是静止的，而是处于不断地被吸收、储存、固定、转化和循环，能量和物质的这种运动状态叫作流，即能量流、物质流。例如，太阳辐射能通过光合作用被绿色植物吸收、储存（通过放牧，植物储存的能量又被食草动物吸收、储存），就构成能量流。

能量、物质在运动过程中被吸收后暂时固定、储存的单位叫作库。在生态系统中，主要有植物库、动物库和土壤库。若没有土壤、植物、动物等储存库，能量将散失，物质将离开这个系统，就不成为流。没有库吸收、固定，储存物质和能量也就不能成为可用的资源。例如，空气中有78%左右为分子态的氮，当它被一些固氮菌吸收、固定，才能进入生态系统内成为可用的资源。生态系统内，流的形成又依赖于生物群体对能量和物质捕获、吸收和转化的性能，性能的高低和效率大小决定了能量、物质是固定储存还是转移流动，决定了流的数量和速度，也决定了能量和物质在许多群体之间分配上的定量关系。

库的吸收、固定、储存的能力不仅决定于生物本身的特性，而且决定于循环，物质流和能量流把不同的生物群体（库）和环境联结并结成环，即生物地球化学循环。可见，生态系统中的流、库和循环是互相依存、不可分割的。流、库循环共同构成了生态系统的特征，也决定着生态系统的生产力。

在生态系统内，生物成员通过食物营养彼此联结的序列叫食物链。通常所说的大鱼吃小鱼，小鱼吃虾米，虾米吃浮游生物，它们通过食物关系相联的序列，就构成浮游植物—