

综述述评

# 中国农业生态工程的主要技术类型



卞有生

(北京市环境保护科学研究院, 北京 100037)

**[摘要]** 农业生态工程是生态农业建设的重要内容, 是实施生态农业建设的重要措施和技术手段。其实质是应用生态学原理, 结合系统工程方法和现代技术手段, 建立农业资源高效利用的生产方式和实施农业可持续发展的技术体系。作者在理论研究和多年实践的基础上, 系统总结、介绍了当前我国农业生态工程 10 种主要的技术类型: 充分利用空间和土地资源的农林立体结构生态系统; 物质能量多层分级利用系统; 水陆交换的物质循环生态系统; 相互促进的生物物种共生生态系统; 农—渔—禽水生生态系统; 多功能的污水自净工程系统; 山区综合开发的复合生态系统; 沿海滩涂和荡滩资源开发利用的湿地生态系统; 以庭院经济为主的院落生态系统; 多功能的农副工联合生态系统。

**[关键词]** 农业生态工程; 生态农业; 技术类型

农业生态工程是生态建设和农村环境建设的一个重要内容, 是实施生态农业建设的重要措施和手段。

农业生态工程的实质是农业生物有机体在人工辅助能和外来物质的参与下, 运用生物共生、能量多级传递和物质循环再生的生态学原理, 结合系统工程方法及现代技术手段, 建立起来的农业资源高效、综合利用的生产方式, 是实现农业可持续发展的技术体系。

农业生态工程的建立特别强调因地制宜。

这是因为, 农业和其他国民经济部门相比, 最大的差异就是农业是自然再生产过程和经济再生产过程相互交错的范畴, 而不同的地区、地带, 都具有不同的自然环境和社会经济条件, 因此, 决定了输入到农业生产系统中的光、热、水、气, 营养元素等能量与物质各不相同, 向农业提供的劳动力、补充能量和科学技术都不尽相同。这就是农业生态工程建设必须因地制宜的根本理论依据。

因此农业生态工程的设计与建立, 不可能存在一个到处都可适用的模式, 特别是我国地域辽阔,

自然条件与社会经济条件差异很大, 农业生态工程建设也有着不同规模的多种类型, 总结起来, 当前我国农业生态工程主要有以下几种技术类型。

## 1 充分利用空间和土地资源的农林立体结构生态系统类型

该类型是利用自然生态系统中各生物种的特点, 通过合理组合, 建立各种形式的立体结构, 以达到充分利用空间, 提高生态系统光能利用率和土地生产力, 增加物质生产的目的。所以该类型是空间上多层次和时间上多序列的产业结构。按照生态经济学原理使林木、农作物(粮、棉、油)、绿肥、鱼、药(材)、(食用)菌等处于不同的生态位, 各得其所、相得益彰, 既充分利用太阳辐射能和土地资源, 又为农作物形成一个良好的生态环境。这种生态农业类型在我国普遍存在, 应用较广。大致有以下几种形式:

### 1.1 各种农作物的轮作、间作与套种

农作物的轮作、间作与套种在我国已有悠久的历史, 并已成为我国传统农业的精华之一, 是我国

传统农业得以持续发展的重要保证。由于各地的自然条件不同,农作物种类繁多多样,行之有效的轮作、间作与套种的形式繁多,常见的有以下几种类型:①豆、稻轮作;②棉、麦、绿肥间套作;③棉花、油菜间作;④甜叶菊、麦、绿肥间套作。

### 1.2 农林间作

农林间作是充分利用光、热资源的有效措施。我国采用较多的是桐粮间作和枣粮间作,还有少量的杉粮间作。

### 1.3 林、药间作

林、药间作不仅大大提高了经济效益,而且塑造了一个山青林茂、整体功能较高的人工林系统,大大改善了生态环境,有力地促进了经济、社会和生态环境向良性循环发展。此种间作如吉林省的林、参间作,江苏省的林下栽种黄连、白术、绞古蓝、芍药等的林、药间作。

除了以上的各种间作以外,还有林木和经济作物的间作,如海南省的胶、茶间作,种植业与食用菌栽培相结合的各种间作如农田种菇、蔗田种菇、果园种菇,等等。

## 2 物质能量多层分级利用系统型<sup>[1]</sup>

模拟不同种类生物群落的共生功能,包含分级利用和各取所需的生物结构。此类系统可进行多种类型和多种途径的模拟,并可在短期内取得显著的经济效益。例如利用秸秆生产食用菌和蚯蚓等的生产设计。秸秆还田是保持土壤有机质的有效措施。但秸秆若不经处理直接还田,则需很长时间的发酵分解,方能发挥肥效。在一定条件下,利用糖化过程先把秸秆变成饲料,而后牲畜的排泄物及秸秆残渣用来培养食用菌;生产食用菌的残余料又用于繁殖蚯蚓,最后才把剩下的残物返回农田,收效就会好得多,且增加了生产沼气、食用菌、蚯蚓等的直接经济效益。

## 3 水陆交换的物质循环生态系统

食物链是生态系统的基本结构,通过初级生产、次级生产、加工、分解等完成代谢过程,完成物质在生态系统中的循环。桑基鱼塘是比较典型的水陆交换生产系统,是我国广东省、江苏省农业生产中多年行之有效的多目标生产体系。目前已成为较普遍的生态农业类型。该系统由二个或三个子系统组成,即基面子系统和鱼塘子系统。前者为陆地

系统,后者为水生生态系统,两个子系统中均有生产者和消费者。第三个子系统为联系系统,起着联系基面子系统和鱼塘子系统的作用。桑基鱼塘是由基面种桑、桑叶喂蚕、蚕沙养鱼、鱼粪肥塘、塘泥为桑施肥等各个生物链所构成的完整的水陆相互作用的人工生态系统。在这个系统中通过水陆物质的交换,使桑、蚕、鱼、菜等各业得到协调发展,桑基鱼塘使资源得到充分利用和保护,整个系统没有废弃物,处于一个良性循环之中。因而保证可以取得极好的经济效益。

## 4 相互促进的生物物种共生生态系统型

该模式是按生态经济学原理把两种或者三种相互促进的物种组合在一个系统内,达到共同增产,改善生态环境,实现良性循环的目的。这种生物物种共生模式在我国主要有稻田养鱼、稻田养蟹、鱼蚌共生、禽鱼蚌共生,稻—鱼—萍共生、苇—鱼—禽共生、稻鸭共生等多种类型。其中稻田养鱼在我国南方北方都已得到较普遍的推广,在养鱼的稻田中,水稻为鱼提供遮荫、适宜水温和充足饵料,而鱼为稻田除草、灭虫、充氧和施肥,使稻田的大量杂草、浮游生物和光合细菌转化为鱼产品。稻、鱼共生互利,相互促进,形成良好的共生生态系统。这不但促进了养鱼业的发展,也提高了水稻产量,减少了化肥、农药、除草剂的施用量,提高了土壤肥力。

## 5 农—渔—禽水生生态系统型

该生态系统是充分利用水资源优势,根据鱼类等各种水生生物的生活规律和食性以及在水体中所处的生态位,按照生态学的食物链原理进行组合,以水体立体养殖为主体结构,以充分利用农业废弃物和加工副产品为目的,实现农—渔—禽综合经营的农业生态类型。这种系统有利于充分利用水资源优势,把农业的废弃物和农副产品加工的废弃物转变成鱼产品,变废为宝,减少了环境污染,净化了水体。特别是该系统再与沼气相联系,用沼气渣液作为鱼的饵料,使系统的产值大大提高,成本更加降低。这种生态系统在江苏省太湖流域和里下河水网地区较多。

## 6 多功能的污水自净工程系统

在发育正常的自然生态系统中,同时进行着富

集与扩散、合成与分解、颀颀与加减等多种调节、控制作用过程。在通常情况下，自然生态系统内部不易出现由于某种物质的过多积累而造成系统崩溃或主要生物成分的大量死亡，这是由于系统本身就拥有自行解毒的“医生”（微生物）和解毒的工艺（物理的、化学的）过程。即使由于某种物质过分积累，破坏了系统的原来结构，亦会出现适应新情况的生物更新。模拟此种复杂功能的工艺体系，设计成处理工业废水的新模式。

## 7 山区综合开发的复合生态系统型

这是一种以开发低山丘陵地区，充分利用山地资源的复合生态农业类型，通常的结构模式为：林—果—茶—草—牧—渔—沼气。该模式以畜牧业为主体结构。一般先从植树造林、绿化荒山、保持水土、涵养水源等入手，着力改变山区生态环境，然后发展畜牧和养殖业。根据山区自然条件、自然资源和物种生长特性，在高坡处栽种果树、茶树；在缓平岗坡地引种优良牧草，大力发展畜牧业，饲养奶牛、山羊、兔、禽等草食性畜禽，其粪便养鱼；在山谷低洼处开挖精养鱼塘，实行立体养殖，塘泥作农作物和牧草的肥料。这种以畜牧业为主的生态良性循环模式无三废排放，既充分利用了山地自然资源优势，获得较好的经济效益，又保护了自然生态环境。达到经济、生态和社会效益的同步发展。为丘陵山区综合开发探索出一条新路。

## 8 沿海滩涂和荡滩资源开发利用的湿地生态系统型

沿海滩涂和平原水网地区的荡滩，是重要的国土资源，也是我国重要的土地后备资源。我国海岸线长，沿海省份多，滩涂资源比较丰富，但如何充分利用，加快沿海地区和水网地区的经济发展，是一个十分重要的问题。近年来，我国在湿地开发利用方面，创造了不少好的模式，其中主要有：草—畜—禽—蚯蚓—貂的湿地生态系统；苇—萍—鱼—禽的湿地生态系统；林—牧—猪—鱼—沼气的荡滩生态系统；鱼—苇—草—牧生态系统；农—桑—鱼—畜生态系统；棉—牧—禽—鱼—花—加工的复合生态系统。

上述各种模式的特点是按照自然生态规律和经济规律，因地制宜，充分发挥湿地资源优势，组建各种类型的生态结构，充分提高太阳能利用率，实

现系统内的物质良性循环，使经济效益、生态效益和社会效益同步提高。

## 9 以庭院经济为主的院落生态系统类型

这是在我国最近几年迅速发展起来的一种农业生态工程技术类型，这种模式的特点是以庭院经济为主，把居住环境和生产环境有机地结合起来，以达到充分利用每一寸土地资源和太阳辐射能，并用现代化的技术手段经营管理生产，以获得经济效益、生态环境效益和社会效益协调统一。这对充分利用每一寸土地资源和农村闲散劳动力，保护农村生态环境具有十分重要的意义。庭院经济模式具有灵活性、经济性、高效性、系统性的优点。

例如北京市大兴县留民营村的生态农业建设过程中形成的鸡（兔）—猪—沼气—菜（花）的家庭循环系统就是很好的典型。实践证明，在一家一户的生产单元中，建立这样的小型循环系统不仅是可行的，而且是十分有利的，可以在不增加农户很大负担的基础上，产生较为明显的经济、生态和社会效益。根据笔者的实践经验，院落生态系统不仅可以极大地增加农民收入，同时对于改善农村庭院的环境卫生具有十分重要的意义。

## 10 多功能的农副工联合生态系统型<sup>[2]</sup>

生态系统通过完整的代谢过程——同化和异化，使物质在系统内循环不息，这不仅保持了生物的再生不已，并通过一定的生物群落与无机环境的结构调节，使得各种成分相互协调，达到良性循环的稳定状态。这种结构与功能统一的原理，用于农村工农业生产布局，即形成了多功能的农副工联合生态系统，亦称城乡复合生态系统。这样的系统往往由4个子系统组成，即农业生产子系统、加工工业子系统、居民生活区子系统和植物群落调节子系统。它的最大特点是将种植业、养殖业和加工业有机地结合起来，组成一个多功能的整体。

多功能农、副、工联合生态系统是当前我国农业生态工程建设中最重要，也是最多的一种技术类型，并已涌现出很多典型。如北京市大兴县留民营村、房山区窦店村、江苏省吴江县桃源乡。

上面我们列举了当前我国农业生态工程建设过程中常用的10种技术类型，其共同特点是能把经

济效益和生态效益有机地结合起来,把生物量增加、转化和维护与改善生态环境结合起来,取得较好的效果。当然它们仅仅是具有代表性的一些模式,随着生态学原理和工艺技术的进一步研究、发展,特别是对空间的利用、物质的多层次、多途径转化以及水陆环境的交互补偿等的进一步探索研究,必将创造出更多、更新的技术类型,丰富我国

生态农业和农业生态工程建设的内容。

#### 参考文献

- [1] 马世骏,李松华.中国的农业生态工程[M].北京:科学出版社,1987
- [2] 骆世明.农业生态学逐年研究领域与研究方法综述[J].生态农业研究,1999,7(1):19

## The Major Technical Types of Agricultural Eco-engineering in China

Bian Yousheng

(Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection, Beijing 100037, China)

**[Abstract]** Agro-ecological engineering is the significant content of eco-farm construction and is the important measures and technical means for the implementation of eco-farm construction. In substance, it applies principles of ecology and combines with system engineering methods and modern technical measures to establish the production mode for efficiently utilizing agricultural resources and implementing technical system of sustainable development in agriculture. This paper systematically summarizes the ten current technical types of agricultural eco-engineering in China: the agricultural and forestry three-dimensional structure eco-system type for fully utilizing space and land resources; multi-level and graded utilization of material energy; material circulatory eco-system type of land and water exchange; bio-species symbiotic eco-system type for mutual promotion; agricultural-fishing-poultry aquatic eco-system type; multi-functional sewage self-purification system; comprehensive development compound eco-system in mountainous region; wetland eco-system type for resources development and utilization in coastal beach and marsh; courtyard eco-system type; and multi-functional joint eco-system type of agricultural, sideline production and industry.

**[Key words]** agricultural eco-engineering; eco-agriculture; technical type

### 新书简介

## 《有色金属科技进步与展望》

有色金属由于具有许多独特的优良性能,至今仍是众多传统材料和先进材料生产中不可或缺的重要原材料之一;在未来的 50 年里,作为国民经济基础产业的有色金属工业必将有更高水平的发展。

创刊于 1949 年 12 月 15 日的《有色金属》,是我国有历史、有影响的科技期刊之一。为纪念《有色金属》创刊 50 周年,由该刊总编辑、著名的提取冶金专家邱定蕃先生主编,冶金工业出版社编辑出版的《有色金属科技进步与展望》已于日前面

世。该书从重、轻、稀、稀散、稀土金属及贵金属的采、选、冶、材料的生产 and 科技进步角度,总结、回顾了有色金属工业取得的成就与进步,对下一世纪有色金属工业的发展进行了科学预测和展望,同时对我国有色金属工业的发展提出了许多富有建设性的意见和建议。文章的执笔者大多是有色金属领域里的著名专家学者和富有实践经验的科技工作人员、管理干部,使该书具有较好的参考和实用价值。

(贾一乘)