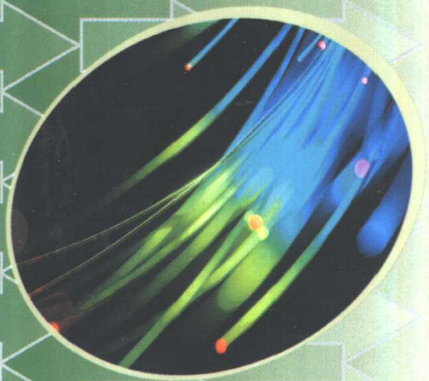




绿色科学文库 ·

资源环境与农业可持续发展

能源利用 与 农业可持续发展

顾树华 张希良
王革华 编著

北京出版社

绿色科学文库·
资源环境与农业可持续发展

能源利用 与 农业可持续发展

顾树华 张希良 王革华 编著

北京出版社

图书在版编目(CIP)数据

能源利用与农业可持续发展/顾树华,张希良,王革华编著. —北京:北京出版社,2000

(绿色科学文库·资源环境与农业可持续发展)

ISBN 7-200-04185-8

I. 能... II. ①顾... ②张... ③王... III. 农业-能源-综合利用-研究-中国 IV. S21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 48345 号

绿色科学文库·资源环境与农业可持续发展

能源利用与农业可持续发展

NENGYUAN LIYONG YU NONGYE

KECHIXU FAZHAN

顾树华 张希良 王革华 编著

*

北 京 出 版 社 出 版

(北京北三环中路 6 号)

邮政编码:100011

网 址 : www.bph.com.cn

北京出版社出版集团总发行

新 华 书 店 经 销

北京市通县电子外文印刷厂印刷

*

850×1168 毫米 32 开本 11.25 印张 254 000 字

2001 年 4 月第 1 版 2001 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 7-200-04185-8/S·171

定价:24.00 元

丛书编委会名单

主 编：杨雍哲 路明

副主编：段武德 陶信成

编 委：	于 丹	王兆骞	王敬国
	王德荣	李清霞	张凤荣
	张洪生	李 博	陈炳浩
	周 健	林而达	顾树华
	徐惠国	袁 海	

本书编委会名单

- 顾树华 清华大学技术经济与能源系统分析研究所，
教授
- 张希良 清华大学技术经济与能源系统分析研究所，
副教授
- 王革华 农业部能源环境技术中心，高级工程师

序

21 世纪,中国农业的发展任务极其艰巨。不仅要持续增产,确保食物安全,发展农村经济,确保农民收入稳定增长,而且还要为国民经济和社会发展提供能源和工业原料。与此同时,中国的农业发展目前面临着资源短缺、环境污染和生态破坏的严峻挑战。因此,中国农业不能再走破坏生态环境、掠夺自然资源、追求短期效益的老路,必须选择培育和保护资源、优化生态环境、提高综合生产能力的可持续发展道路。

农业生产是自然再生产和经济再生产相互交织的过程。良好的农业生态环境以及对自然资源实行合理的开发、利用和保护是实现农业可持续发展的基础和条件。依靠科技进步,挖掘农业资源潜力,提高农业资源利用效率,千方百计减少资源的占用和消耗,提高生态系统的自我恢复能力,增殖自然资源,改善生态环境,已成为实现农业可持续发展的重要途径,也是当今世界农业科技的发展趋势。正如 1996 年世界粮食安全首脑会议曾指出的,以科技为支柱的新的绿色革命必须建立在可持续发展基础之上,这对于我国农业科技工作者更是一项紧迫而长期的任务。

《中国 21 世纪议程》中指出,“科学技术是综合国力的重要体现,是可持续发展的主要基础之一”。我国有历史悠久的农业技术,其主要精华是生态农业。现代农业科学技术的开发、推广和应用,为我国农业发展作出了重大贡献。随着时代的前进,农业科技必须适应现代化的生产方式和生活方式。现代生态农业是 21 世纪农业可持续发展的战略方针和关键

技术。今后农业发展的主要潜力在于发展和应用现代化的生态农业科学技术。《绿色科学文库·资源环境与农业可持续发展丛书》正是针对这一客观要求,比较全面地从理论研究到技术实践,介绍了关于资源环境与农业可持续发展的国内外最新的理论与技术研究成果;比较系统地阐述了为实现农业可持续发展,对资源与环境保护的政策调控以及新的科学技术发展与应用;特别是结合中国国情对现代生态农业的新观点、新技术作了较深入和有益的探讨。尽管对许多问题的探讨还是初步的,但我深信这一丛书对于提高广大农业生产、科技和管理工作者的可持续发展意识,树立可持续发展的思想,加速农村科技进步和环境友善型的高新技术在农业上的应用与发展,促进我国农业在提高整体素质和效益的基础上持续、稳定发展,实现我国国民经济和社会发展第十个五年计划确定的目标,都将起到积极的作用。

《绿色科学文库·资源环境与农业可持续发展丛书》作为一套理论、技术专著,涉及了有关资源环境与农业可持续发展的各个学科领域,是我国第一套现代化农业可持续发展的大型综合性工具书。数十位来自各个学科领域的资深专家、学者为此付出了他们的辛勤劳动和智慧,北京出版社的同志也为此做了大量的组织工作,在丛书即将付梓之际,谨向他们致以诚挚的敬意和感谢。

实现农业可持续发展是我国发展的长期目标,也是摆在广大农业科技工作者面前的全新课题,对其理论与技术的研究与探讨还在不断深化,本丛书的出版仅仅是进一步深入研究的开端,如果能促进这一课题的更深层次研究,并指出其尚待完善之处,则本丛书将更有意义。是为序。

路 明

2000.12

前 言

自从农业产生以来,经历了传统农业和现代农业的进程,在人们借助大量的化石能源和科学技术推动农业迅速发展的同时,由于资源的过量消耗,造成了生态环境的不断恶化,一些地区甚至进入了一种“能源短缺—资源过度开采—生态破坏—贫困”的恶性循环。80年代人们提出了农业可持续发展的思想,要求采取某种管理和保护自然资源基础的方式,确保当代人及其后代对农产品需求得到满足,同时不造成环境退化。农村能源工作应贯彻中央制定的“因地制宜,多能互补,综合利用,讲究效益”和“开发节约并重”的方针,要充分利用当地可再生能源资源,提高能源利用效率,形成能源合理利用、农业发展与生态环境改善的良性循环,走农业可持续发展之路。

本书《能源利用与农业可持续发展》是《绿色科学文库·资源环境与农业可持续发展》丛书中的一部专著,它着重对与实现农业可持续发展密切相关的能源资源和能源技术进行了评价,分析了可再生能源技术和节能技术在实现农业可持续发展中的作用。

本书共分九章,第二、五章由顾树华编写,第四、六、七、八章及第九章的第一、三、四节由张希良编写,第一、三章及第九章的第二节由王革华编写。全书由顾树华、张希良进行最后编纂和整理。由于水平、时间和条件所限,书中难免有不妥甚至错误之处,欢迎同行和读者批评指正。

编著者

2000年4月

第一章	能源利用与农业可持续发展概述	(1)
第一节	农业发展的自然过程	(1)
第二节	能源在农业发展中的作用	(5)
第三节	我国农村地区能源技术的发展与利用	(12)
第二章	生物质能源利用	(18)
第一节	生物质能资源	(18)
第二节	生物质能技术	(46)
第三章	太阳能利用	(99)
第一节	太阳能资源评价	(99)
第二节	太阳能利用技术	(107)
第三节	太阳能技术在农业可持续发展中的作用	(144)
第四章	风能利用	(146)
第一节	概述	(146)
第二节	中国风能资源评价	(147)
第三节	风能利用技术	(151)
第四节	风能利用技术经济性分析	(162)
第五节	风能利用的障碍与政策建议	(167)
第五章	小水力发电	(172)
第一节	水能与水力发电	(172)
第二节	小型水电站	(175)
第三节	小型水电站的技术要点	(194)
第四节	潮汐电站	(198)

第五节 小型水电站在农业可持续发展中的作用	(201)
第六章 地热能利用	(207)
第一节 中国地热资源评价	(207)
第二节 地热能利用技术	(211)
第三节 地热利用在农业可持续发展中的作用	(228)
第七章 节能技术	(232)
第一节 概述	(232)
第二节 生活节能技术	(233)
第三节 生产节能技术	(248)
第八章 农村能源技术环境经济分析	(266)
第一节 社会福利模型	(266)
第二节 农村能源技术对社会福利影响模型	(268)
第三节 农村能源技术环境经济评价模型	(269)
第四节 环境经济评价	(272)
第五节 环境资产的量化和取值技术	(275)
第六节 应用案例	(278)
第九章 农村能源技术应用案例研究	(282)
第一节 省柴灶	(282)
第二节 农作物秸秆综合利用技术	(291)
第三节 赣州地区“猪沼果”能源生态模式	(301)
第四节 东北地区“四位一体”能源生态模式	(313)
附录	(325)
各种能源折标准煤参考系数	(325)
常用生物质燃料在不同含水量时的低热值	(328)
各种能量单位之间的换算	(329)
1999 年各地区大、中型沼气工程情况	(331)
1999 年各地区沼气综合利用情况	(335)

1999 年各地区省柴灶、省柴炕情况	(343)
1999 年风能、微水电、太阳能、农村地热利用情况	(345)
1999 年各地区农作物秸秆优质化能源利用情况 ...	(349)

第一章

能源利用与农业可持续发展概述

第一节 农业发展的自然过程

人类在地球上出现以后，在二三百百万年内，一直过着渔猎采集生活，大约最近一万年左右，开始进入农业社会。农业的出现是人类改造自然、利用自然的第一次大变革，从此有了真正意义上的生产活动和技术进步，社会的发展进入了一个新的历史时期。农业自产生以来，便按照自身的规定性，有规律地向前发展，历经原始的刀耕火种农业、传统的畜力铁器农业、现代农业（石油农业）以及生态农业和可持续农业。

一、原始农业和传统农业

原始农业是基本来自自然力而自发进行物质生产的初级农业形式，它完全是一种自然型经济。在原始农业阶段，人类对自然还没有多少破坏力，此时开始种植的植物、饲养的动物已成为食物来源之一。其特点是原始农业系统的能量最初都来源于太阳能，或者直接利用作物和家畜饲料的光合作用，或者间接通过人力劳动和家畜牵引做功。在此系统中

只有少量的耕作用的能和能的补充。原始农业的耕作是粗放的，基本上只有种和收两个环节。生产是一种不超过自然力负荷、略带掠夺式的生产，只取不给，土壤营养平衡完全靠自然植被的自我恢复。

随着人力对自然力利用能力的提高、生产技术的一定积累，尤其是人口与需求压力的产生，自然的农业形式在农业发达地区就逐渐瓦解了，取而代之的是传统农业。传统的农业是以畜力为主，使用铁制手工工具，是一种自给自足的综合经济，靠农业内部的循环来维持平衡，农业技术是建立在经验基础之上的。这样的小农经济就决定了经营必定分散和规模狭小，难以在较大规模上合理地充分利用自然资源，更不可能在生产结构的总体上正确处理农、林、牧之间的关系。以人、畜力为主，技术基础落后，就必定使得劳动生产率低下，对自然的依附状态不能从根本上得到改善，只好“听天由命”、“靠天吃饭”。

二、石油农业

2 经过 18 世纪的农业革命，到 19 世纪 40 年代以后，发达国家结束了几千年的传统农业而跨进了一个新的时期，即现代农业（或称工业式农业）亦即石油农业时期。石油农业与传统农业相比有着明显的区别，其主要特点在于：

（1）以畜力为主到以机械为主，由手工工具到使用大机器，完成了农业机械化，并向联合作业、自动控制方向发展，劳动生产率不断提高。

（2）机械的使用，能源的密集投放，使农业由粗放到集约，农业的投资增加，资本的有机构成提高。

（3）从施用有机自然肥料到大量施用化学肥料，从畜力

到机械,使原来以有机物循环为主的有机农业,转变为依靠外部投入无机能的无机农业。动力系统、土地营养平衡、病虫害防治等都是靠无机物用有机方法来维持。

(4) 从以种植业为主的谷物型农业,到以畜牧业为主的“奶肉蛋型”农业,延长了生产线,增加了粮食消耗,改变了食物构成,提高了人的营养水平。

现代农业的生产使农业的发展取得了长足的进步,在很大程度上满足了人口增长和食物营养要求提高的需要。在人们借助化石能源和科学技术的巨大增产潜力的同时,也带来了各种各样的灾难。人类不断扩大自己的索取领域,从土地延伸到整个生物圈,大大加速了自然资源在经济过程中的消耗速度;人类在向自然开发与索取的过程中,忽视了人与生态环境的和谐性与统一性,逐步酿成了一系列生态灾难:耕地的锐减,土地的沙化和荒漠化,草原的退化,森林的破坏,物种的锐减和珍稀动植物濒临灭绝,环境的污染,气候的恶化,等等。生产与消费的矛盾虽有所缓和,而生产与自然的矛盾又激化了。

三、生态农业和可持续农业

在农业生态系统中,人、生物、环境三者之间的关系是矛盾统一的关系,而人是其中起主宰作用的。人类本身的生存需要有一个良好和理想的生存环境,同时,从发展生产的需要来看,人也要能动地改造生物、改造环境。农业的未来要求在农业生态系统中主宰一切的人,必须善于遵循自然规律和经济规律办事,立足今日,放眼未来,多起积极维护作用,尽量少起或不起消极破坏作用,避免以致根除恶性循环,力求促进和维护良性循环,为当代及子孙后代创造一个

理想的、经常保持最佳平衡状态的生态系统。

针对石油农业对资源的大量消耗以及对生态环境带来的一系列不良影响,在20世纪60年代末期,西方一些科学家提出了要发展生态农业的思想,其目的在于建立一个能自身维持土壤肥力、减少对环境的污染和控制病虫害的持续发展的农业系统。80年代初期,中国开始引用生态农业这一术语。根据中国国情,生态农业的含义和内容与西方国家所说的生态农业有着较大的差异。

所谓生态农业,就是从系统思想出发,按照生态学原理、经济性原理和生态经济性原理,运用现代科学技术成果和现代管理手段以及传统农业的有效经验建立起来,以期获得较高的经济效益、生态效益和社会效益的现代化的农业发展模式。简单地说,就是遵循生态经济性规律进行经营和管理的集约化农业体系。生态农业要求在宏观上协调生态经济系统结构,协调生态—经济—技术关系,促进生态经济系统的稳定、有序、协调发展,建立宏观的生态经济动态平衡;在微观上做到多层次物质循环和综合利用,提高能量转换和物质循环效率,建立微观的生态经济平衡;一方面要以较少的投入为社会提供数量大、品种多、质量高的农副产品,另一方面又能保护资源、不断增加可再生资源量,提高环境质量,为人类提供良好的生活环境,实现农业的可持续发展。

1985年美国提出了可持续农业的概念,受到各国政府和学者的广泛关注和重视。1991年联合国粮农组织给出了可持续农业的定义:可持续农业是“采取某种管理和保护自然资源基础的方式,以及实行技术变革和机制性改革,以确保当代人及其后代对农产品需求得到满足,这种可持续的发展(包括农业、林业和渔业)能维护土地、水和动、植物遗传资源,并不造成环境退化;同时,这种发展在技术上是适

当的，在经济上是能持续下去的，并能够为社会接受的”。

生态农业和可持续农业两者的基本含义及内容在本质上是相同的，或者说它们是同义词或近义词。生态农业和可持续农业都包括了三个方面的基本内涵：一是强调农业的发展要在合理利用农业资源和环境不退化的前提之下；二是要提高农产品的生产，以满足人类生活的需要；三是采用的措施在技术和经济上可行，能为社会广泛地接受。

第二节 能源在农业发展中的作用

一、能源与农业生态环境

农业生态系统是人们利用农业生物与非生物环境之间，以及生物种群之间的相互作用建立的，并按人类社会需求进行物质生产的有机整体。农业生态系统介于自然生态系统与人工生态系统之间，是一种被人类驯化了的自然生态系统。农业生态系统不仅受自然的制约，还受人为过程的影响，不仅受自然生态规律的支配，还受社会经济规律的调节。

农业生态环境即农业生态系统的环境组分，包括自然环境和人工环境。自然环境包括辐射、气体、水体、土体等。自然环境通过其物理状况（如辐射强度、温度、湿度、压力、风速等）和化学状况（如酸碱度、氧化还原电位、阳离子和阴离子成分与数量等）对生物的生命活动产生综合影响。人工环境包括各种生产、加工、储存设备和生活设施，如温室、禽舍、水库、渠道、防护林带、加工厂、仓库和住房等。人工环境是自然生态系统中没有的，通常以间接的方式对农业生物发生影响。

能量的不断转化和物质的不断循环是一切生态系统的基本功能，是地球上所有生命赖以生存的基础。来自太阳的能量是所有生态系统的基本动力。农业生态系统不但要利用太阳能和其他自然能源，如风能、潮汐能、水能等，而且还要利用人力和畜力能，直接或间接利用煤、石油等矿物能。太阳能以外的能量输入常对食物链上的能量转换有辅助作用。

除太阳辐射能外，对生态系统所补加的一切其他形式的能量统称为辅助能。辅助能区别于辐射能的基本特点是，它虽不能直接转换为生物化学潜能，但可以促进辐射能的转化，对生态系统中光合产物的形成、物质循环、生物的生存和繁衍起着很大的辅助作用。根据它们的来源不同可分为：自然辅助能和人工辅助能。来自自然的辅助能，有沿海和河口湾的潮汐作用、风力作用、降水和蒸发作用等。人们从事农业生产活动所投入的人工辅助能，可作用于土壤的耕作、施肥、灌溉、排水、农田基本建设等；亦可作用于产品的收获、储藏、运输、加工等。

根据人工辅助能的来源和性质，还可将人工辅助能分为两大类：一为生物辅助能，即来自于生物有机体或生物有机物的能量，如人畜劳动力的作功、种苗和有机肥料中的化学潜能；二为工业辅助能，包括石油、煤、天然气、电等形式投入的直接工业辅助能和以化肥、农药、农业机械、机具、农用塑料等产品形式投入的间接工业辅助能，因在制造、运输、维修这些产品时消耗了大量能量。

工业辅助能的大量使用，会对农业生态环境产生不利的影响。能源在生产、运输、转换以及终端利用等环节都会对农业生态环境造成影响，如引起森林、土地的破坏，大气、水的污染等。我国的环境问题绝大部分（约 70% 以上）是与能源直接和间接相联系的。化石燃料是目前世界上使用的