

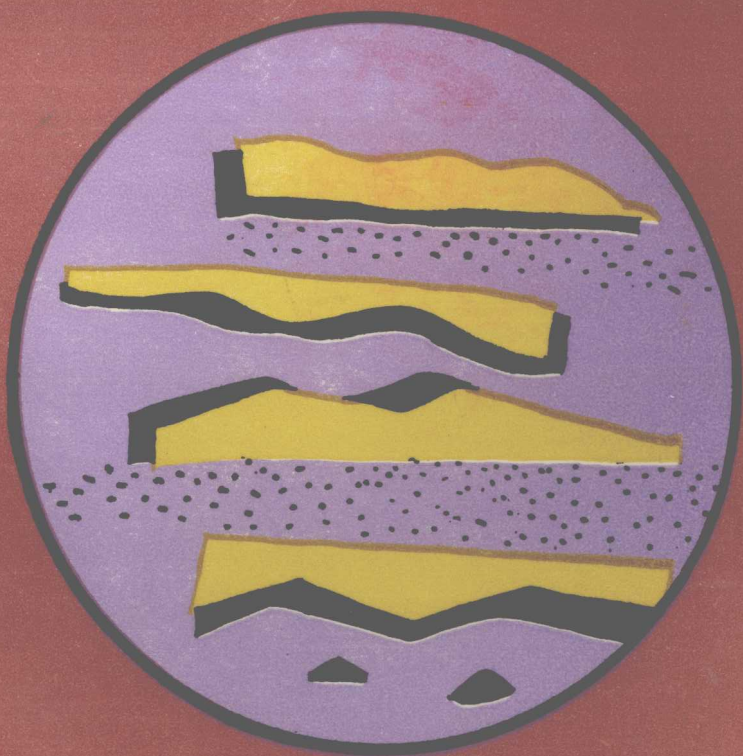


全国职业高中国家教委规划教材

• 种植、畜禽养殖类专业 •

生态农业技术

全国职业高中种植、畜禽养殖类专业教材编写组



高等教育出版社

全国职业高中国家教委规划教材

• 种植、畜禽养殖类专业 •

生态农业技术

(试用本)

全国职业高中种植、畜禽养殖类专业教材编写组

高等教育出版社

(京)112 号

内 容 简 介

本书是国家教委“八五”规划教材,是根据种植、畜禽养殖类专业教学计划的要求编写的农村职业中学教材。

本书主要包括生态农业基本原理、生态农业基本技术体系、生态农业技术应用实例及生态农业技术设计。为便于教学,书中引用了大量实例。

本书是农村职业中学教材,也可作为农民技术学校教材及农民的致富读物。

全国职业高中国家教委规划教材

• 种植、畜禽养殖类专业 •

生态农业技术

(试用本)

全国职业高中种植、畜禽养殖类专业教材编写组

高等教育出版社出版

新华书店总店科技发行所发行

通县觅子店 印刷厂印装

开本 850×1168 1/32 印张 7 字数 168 000

1994 年 6 月第 1 版 1994 年 6 月第 1 次印刷

印数 0001— 4 135

ISBN 7-04-004738-1/S·67

定价 3.30 元

关于国家教委规划教材的说明

为了贯彻《国务院关于大力发展职业技术教育的决定》，提高职业高中的教学质量，抓好教材建设工作，国家教委职教司对通用性强、经济发展急需、专业开设稳定的一部分专业，以及必须统一要求的一部分课程，组织编写了少量的示范性教材。

这些教材正式列入国家教委所制定的八五教材选题规划。它是通过全国性专业教学研讨会，并在有关业务部门的指导下，与相应的教学计划、教学大纲相配套，由国家教委组织的教材编写组编写而成。这些教材在理论体系和技能训练体系方面均作了新的尝试。

我们希望各地根据实际情况，认真组织试用，及时提出修改意见，使之不断完善和提高。

国家教委职教司

1992年11月

前 言

生态农业主要是遵循生态学和生态经济学原理及规律,按照系统工程的方法,运用先进的农业科技手段和管理方法,建立一个人类生存与自然环境之间相互协调、相互增益的经济、生态、社会三效益协调统一发展的现代化农业。生态农业是以先进的农业科学技术,以更节约、更有效的农业投入,提高单位土地面积、单位劳动时间和单位成本的食物生产效益。

发展生态农业是由传统农业向现代农业过渡的重要措施,对繁荣农村经济、涵养农村劳力、科学致富及促进农业现代化具有重要意义。

本书根据国家教委制定的种植、畜禽养殖类专业教学计划的要求,根据农村的实际需要,阐述了生态农业的基本原理和基本技术体系,介绍了许多省市应用生态农业技术致富的实例,提出了部分地区生态农业技术的设计模式,为各地发展生态农业提供了理论依据和典型范例。

本书由霍凤元教授主编,由杨静秋、曹志强、姜学芬同志编写,由霍凤元修改定稿。姜学芬同志参加了统稿工作。全书由杨怀森教授主审。

由于水平所限,时间仓促,书中难免有不当之处,恳切希望读者批评指正,以便再版时修订。

编 者

1993年9月

目 录

绪论	1
第一章 生态农业概述	7
第一节 生态农业与农业现代化	7
第二节 生态系统及生态农业	13
第二章 生态农业基本原理	26
第一节 生物与环境的协同原理	26
第二节 生物之间相互作用的原理	34
第三节 能量多级转化和物质循环利用原理	40
第四节 经济效益、生态效益和社会效益统一的原理	47
第三章 生态农业基本技术体系	53
第一节 生态农业的立体结构技术	54
第二节 生物间共生相克的合理利用技术	86
第三节 农业有机废物的合理利用技术	91
第四节 农畜产品加工合理利用技术	115
第四章 生态农业技术应用实例	122
第一节 北方庭院生态农业模式	122
第二节 珠江三角洲的桑基鱼塘	140
第三节 辽宁省西安生态养殖场的生态农业工程	150
第四节 山东莱阳的“751”生态农业工程	160
第五节 循环养殖利用及其实例	175
第五章 生态农业设计	197
第一节 生态农业设计的原则和方法	197
第二节 生态农业设计的主要内容	202
第三节 典型生态农业设计	208

绪 论

多年来,我国的农业生产取得了举世公认的辉煌成就。我国用占世界耕地面积7%的土地,养活了占世界22%的人口,中国人民的温饱问题已基本解决。但还必须清醒地认识到,我国农业要跨上新台阶,使农民生活由温饱奔向小康还有许多问题需要解决,如人多地少,耕地后备资源不足,环境污染日趋严重,生态平衡失调等等。为了解决上述问题,人们在不断地探索农业发展的新途径,把保护、改善、增殖资源与合理利用资源有机地结合起来,把生态效益、经济效益和社会效益统一起来。生态农业技术将对我国农业现代化建设起重要作用。《生态农业技术》就是介绍如何充分地、合理地利用自然资源,持续稳定地发展农业生产的技术。

多年实践证明,生态农业技术的发展和进步,能使自然界获得最大的绿色植被,从而有利于保护自然环境;能使种植业、养殖业合理布局,有机结合,共同发展,从而获得最高的生物产量;可以有效地发展深加工业,微生物业,使农副产品和自然资源得以充分利用;可以使农业系统内部的动态平衡达到最佳状态。

一、我国的生态农业技术

在我国利用生态原理进行农业生产已有悠久的历史,中原大地多数粮食产区已有几千年的耕作历史。到目前为止,虽然还存在着一些问题,但并没有出现严重的土壤肥力下降和不可逆转的土地退化,而且在改革耕作措施后,产量呈现逐年上升的趋势。这种趋势不仅与其它沦为荒漠的农业古国不同,而且与一些国家新开拓的耕地的农业生态系统很快崩溃的现象也不一样。绿肥等有

机肥料的应用,作物间轮作和合理地间套复种等用地养地措施,是中华民族创造的一整套农业措施,维持了农业生态系统的基本稳定和平衡,是生态农业雏型。

诚然,我国古代已经具有一些生态农业的雏型,但必须看到那是在低生产力水平下的农业生产,不可能使农民在该基础上达到致富的目的。

改革开放以来,我国农村以家庭为主要经营单位,极大地调动了农民的积极性。我国生态农业的试点工作发展迅速,典型的生态农业户、生态农业村、生态农业区、生态农业片以至生态农业县等不断涌现。从“桑基鱼塘”到“果基鱼塘”、“菜基鱼塘”;从“稻、鱼”共生到“稻、鱼、萍”共生;从“林粮间作”到“果粮间作”、“桐粮间作”、“林药间作”如此等等,举不胜举。

例1 辽宁省大洼县王京平同志在庭院内适当位置建了一个150~200平方米近半圆形的塑料薄膜日光温室大棚。在大棚内,建一个10立方米的沼气池,用于生产沼气;在沼气池上面建一个20平方米的暖舍,用于饲养猪和鸡;与暖室一墙之隔建日光温室种蔬菜,暖舍外种植葡萄。由于建立了立体式沼气日光薄膜暖舍,每年可育肥猪20头,获纯利4000~5000元。温室大棚的蔬菜由于施用沼气水、渣,又利用猪呼吸产生的二氧化碳,使蔬菜生长旺盛、色泽好,产量高,使叶类菜增产40%,果菜增产30%。沼气可用来烧水、做饭、照明,使资源充分利用,避免浪费,节约开支。建立这种模式,一般每户每年可节省煤1.5吨,节电180度,价值300多元,其经济效益,每户年收入少者5000元,多者超万元。由于全部生产和循环过程都是在塑料大棚中进行的,既保护了生态环境,又改善了人们的生活环境,这种庭院生态模式具有明显的经济效益、生态效益和社会效益,受到一致好评。

例2 张天津是浙江省温岭县石年镇的养殖专业户。经过五

年对生态农业的探索和实践，他由原来单一养鸭卖蛋走上了多种种植、养殖和产品深加工结合的综合经营道路。

由于养鸭缺少动物性饲料的来源而想到养殖蚯蚓，蚯蚓作饲料，解决了鸭的动物性饲料来源问题，形成了鸭粪喂蚯蚓，蚯蚓喂鸭的相互促进的良性小循环。用蚯蚓粪施入水田肥田，获得每公顷产稻谷 15 000 多千克的高额产量。

他又从养蚯蚓想到种瓜、养鳝鱼、养牛蛙，并延伸到制酒、制饼干。他在蚯蚓场上种了丝瓜、西瓜，搭起瓜棚，不仅形成了改善小气候的立体结构，利用蚯蚓生长繁殖，而且瓜类销售后又可得一笔收入。

从养鸭、养蚯蚓想到办沼气。在鸭场下建两个沼气池(5 立方米和 10 立方米)利用鸭粪发酵生产沼气，以供家庭用能。沼气池中的废渣液引入农田是优质肥，而废渣直接用来养殖蚯蚓，从而使废物得到充分的利用。

五年的实践，使张天津成了有名的养殖专业户，冒尖户，他个人的收入逐年递增。1981 年收入 3 000 元；1982 年收入 6 000 多元；1983 年收入 12 000 多元；1984 年收入 21 000 多元；1985 年收入超过了 31 000 元。谁能想象这是一个普通农民 0.1 公顷的承包地上实现的呢？这就是科学的威力，这就是生态农业技术所发挥的巨大潜力。张天津创造的种植业、养殖业、加工业等有机结合，共同发展，形成了良性循环的生态系统。

例 3 河南省尉氏县前王村，虽然粮食有了较多的剩余，但农民的收入仍较低。为了扭转高产而不富裕的局面，从 1979 年开始将余粮进行加工转化，生产糖稀、酱色和面粉等商品，增加了产值，提高了农民的收入。1984 年全村工副业总产值 220 万元，人均 2 197 元；加上农业收入总产值达 252 万元，人均 2 739 元，走上了富裕之路。

前王村农民的具体做法是：以剩余的玉米、薯干为原料，搞起了糖稀、酱色等生产，产值很快比原来单一的粮食生产增加一倍，大大提高了农民进行粮食生产和加工的积极性。目前该村95%的农民搞起了糖稀和酱色生产。1984年全村加工玉米、薯干、谷子3 240吨，生产糖稀、酱色2 000吨，产值达123万元，不仅转化了本村的余粮，还从附近农民家中购进大批余粮，使方圆几十里农民卖粮难问题得到解决。生产的糖稀、酱色运销湖北、湖南、四川、东北各省，很受用户欢迎，供不应求。糖稀和酱色的生产，又为发展其他工副业生产积累了资金。其他工副业也相应地发展起来了，使该村农民的生活越来越富裕，生产积极性也越来越高涨。

玉米、薯干生产糖稀、酱色后的下脚料——糖渣，又是养猪的好饲料，又促进了养猪业的发展。1984年全村共养猪2 100头，每户平均11头，人均2.3头。全年全村共出售商品猪1 000头，收入近20万元，人均220元，年底尚有存栏猪1 100头。利用猪粪积有机肥，1984年达7 000多立方米，平均每公顷耕地施优质有机肥90立方米。近年来，该村的农田基本上不再施用化肥，既降低了生产粮食的成本，又改善了耕地的理化性质，提高了土壤肥力，使粮食产量得以逐年增加。1984年全村粮食总产量为500吨，经济作物产量35吨，仅农作物一项产值达32万元，人均340元。

随着生产的发展，一家一户的规模已经不适应生产发展的需要，农民纷纷自动组成规模不一的经济联合体，大搞加工生产。目前，已组成各种联合体60多个，生产能手王建德，生产糖稀、酱色时间早，技术水平较高，成了富裕户。他先后组织了五户经济条件较差的农户组成经济联合体，生产糖稀和酱色，一年产量15万千克，产值15万元，盈利3万元，王建德一户分得利润6 000元，再加上农业、养猪的收入，全年收入1.37万元，其余5户的收入也有较大幅度增加。

前王村农民搞粮食转化的深加工,虽然利用层次不多,设备和生产工艺都也比较简单,但产值却提高不少,并促进了种植业、养殖业的进一步发展,是适合产粮区发展生产的一种途径。

当然,生态农业没有固定不变的模式,要因地制宜。我们要应用生态学的原理,运用系统工程的方法,通过组织整体的、良性循环的农业生产结构并利用现代农业技术,建立生态效益、经济效益和社会效益都好的生态农业系统,把我国的农业生产提高到一个新的水平。

二、生态农业技术的含义、任务和内容

(一) 生态农业技术的含义

生态农业技术是应用农业生态系统中物种相生相克,能量多级转化、物质循环再生等生态农业的基本原理,采用系统工程指导农业生产的应用性技术。它涉及农业、林业、畜牧业、渔业、副业等多种领域。研究生态农业技术,必须综合运用有关学科的理论和技术。

(二) 生态农业技术的任务

生态农业技术的任务,是为了实现农业现代化,不断提高农业生产力,根据生态农业的基本原理,采取各种农业技术措施,提高农产品的产量和品质。综合开发农、林、牧、副、渔各业,以满足城乡人民日益增长的物质需求,同时保护生态环境,因地制宜,合理利用和开发全部国土资源,使农业生产走向良性发展的轨道。

(三) 生态农业技术的内容

1. 生态农业技术的基本概念和基本原理 主要讲述生态系统,农业生态系统以及生态农业技术等的基本理论知识;农业环境及其保护的基础知识;生态系统中的食物链,能量转移和物质循环等有关知识;农业生态系统中的经济效益,生态效益和社会效益等。

知识。

2. 生态农业技术的基本体系和典型的生态农业模式 主要讲述几种基本生态农业技术模式的类型。如充分利用时间、空间、资源的立体结构；合理利用生物相生相克原理；有机废物多层次多途径利用和农业综合生产技术等；介绍几种典型的生态农业模式。

3. 生态农业的设计技术 主要讲述生态农业设计的概念、意义和要求，介绍几种典型模式的设计方法。

三、学习《生态农业技术》的目的和方法

学习的目的是应用生态农业的基本原理，进行生态农业模式的设计和操作，为实现农业现代化服务。

为了学好本学科的知识和技术要做到以下几点：

1. 有一个为实现农业现代化、勇于开创生态农业技术新局面的明确目的，用辩证唯物主义观点武装自己，掌握事物间相互促进、相互制约、相互转化的辩证关系，才能学好本课程。

2. 这门课程是综合性很强的学科，必须注意联系，运用有关学科的理论知识，以便更好地掌握这一学科的理论和技术。

3. 在学习本课程时，还要树立理论联系实际的好学风。生态农业技术是直接用于农业生产和指导农业生产的实践性较强的学科。学习时，要深入农业生产第一线观察分析、调查研究。要积极参加生态农业实验实习等实践活动，提高学生技能，不断总结实践中的好经验上升为理论，在此基础上有所创新。

思考题：

1. 生态农业技术学科的任务和主要内容是什么？
2. 为什么要学习生态农业知识？如何才能学好？

第一章 生态农业概述

第一节 生态农业与农业现代化

一、我国农业面临的生态问题

(一) 对我国农业发展的再认识

从原始农业、传统农业直至现代农业发展的过程中,人们逐步认识到大自然尽管为人类的生存、发展提供了条件,但它的资源并非取之不尽,用之不竭的。

在对农业进行深刻的反思之后,许多学者和有识之士在这方面进行了卓有成效的工作,出现了“生物农业”、“自然农业”等的提法。其共同思想是:在生产农畜产品的同时,保护农业环境,使农业资源永续利用,强调不用或少用化肥、农药,强调生物学过程和人与自然的合作。

我国农村经济体制改革获得巨大成功以后,农业有了较大的发展,已经基本解决了温饱问题。我国成了世界上最大的粮食生产国。有些年份甚至有部分粮食出口。这对于一个人口多、耕地少的发展中的国家来说,确是个奇迹。但是,还必须看到我国长期形成的不发达状态并未解决,近年来的农业高速增长主要是由于改革使长期压抑的农业生产力集中迸发出来的结果。我国农业物质技术基础仍然薄弱,存在着严重的后劲不足。如何促进农业持续稳定增长,在本世纪末实现人均粮食 400 千克,粮食总产达到 4 500 亿千克或 5 000 亿千克目标,并实现生产发展和生态改善协同增长,这是关系到子孙后代和国家繁荣昌盛的头等大事。因此,

必须用新的观念评价农业发展状况，一个省或一个地区的农业发展，不能只是看它的产量增加情况，看产值增长速度，同时还要注意农业发展的生态效益、经济效益和社会效益。

（二）我国农业面临的生态问题

所谓“生态问题”，总是以某种生物或生物群体为中心而言的。当某种生态结构受到损害，功能关系受阻，生态失衡而危害中心生物或生物群体时，即出现了生态问题。

任何种类的自然生态所出现的生态问题，都可以分为两大类，一类是仅危害自身发展的；另一类是不仅损害自身，还危害其他生物的发展。

长期以来，由于人口增长的压力和农业政策上存在的某些问题，使得我国在农业自然资源利用和农业生态环境等方面出现了一些亟待解决的问题。

1. 土地成为稀有资源 我国土地面积约有 144 亿亩。其中耕地面积占 10.4%，草原占 23.3%，林地占 12%，未利用和不可利用的土地面积（沙漠、荒地、沼泽地）占 54.3%。

由于人口的增长，对土地资源的压力越来越大，耕地超载状况越加严重。建国初期，我国人均耕地为 2.7 亩，目前已减少到不足 1.5 亩，预计到 2000 年可能降至 1.2 亩，比建国后期减少 1/2 还强。1949 年每 10 亩耕地平均养活 3.7 人，现在要养活 6.5 人，到 2000 年要养活 8 人。从 1959 年至 1980 年止，全国耕地约减少 49 950 万亩。人口在增长，耕地却在减少，给农业发展带来很大困难，这是一个十分严重而亟需认真对待的问题。合理利用和珍惜保护土地资源，实质上就是保护人类生存环境，应该引起人们的高度重视。

2. 水土流失日益加剧 过去由于没有注意遵循自然规律办事，有的地方盲目地毁林开荒，弃牧种粮，造成了严重的水土流失。

农业生态平衡被破坏。目前，全国耕地表土流失量已超过 50 亿吨，损失氮、磷、钾约 1 000 万吨，相当于我国化肥年生产量中所含的营养量。

3. 森林资源减少 我国是个多山的国家，但却是一个少林的国家。林地和宜林地面积却占世界第三位。现在我国森林覆盖率仅为 12.98%，与世界森林覆盖率 30.6% 平均水平相比，还有很大差距，同一些多林国家比，差距更大。我国木材蓄积量每人平均 9 立方米，远远低于世界每人蓄积量 65 立方米水平。近年来，利用飞机播种技术大量造林种草，初步改变了局部地区的生态环境。

4. 水资源日趋紧张 随着我国经济建设的迅速发展，水资源紧张，已经引起全社会的重视。工农业生产和人民生活一刻也离不开水。但我国人均水资源占有量只有世界人均占有量的 1/4，居世界 88 位，水资源占有水平是相当低的。现在我国已有 250 个大中城市每天缺水 1 000 万立方米。由于缺水，每年损失工业产值 100 亿元。广大农村也因水源不足，农田缺水严重。华北平原原有的水浇地土井 70% 已经干涸，部分地区已改用深水泵抽水。每年约有 54 万人口和 3 000 万头耕畜饮水困难。每年全国受干旱影响的耕地占总耕地面积的 1/5。这种局面不很好解决，势必将制约我国的经济建设和农业生产的稳定发展。

5. 土壤肥力下降，良田面积减少 由于复种指数增高，作物秸秆没有很好还田，绿肥和养地作物减少，使耕地土壤的有机质含量下降到只有 1%。1 亿公顷的耕地，有 0.67 亿公顷缺磷，0.2 亿公顷缺钾。目前，我国耕地面积以每年 1.6% 的速度在消失。

6. 草场退化，沙化严重 由于过度放牧，重放轻养，造成我国草场退化，沙化。草场退化面积已达 5 130 万公顷，为可利用量的 23%。单位面积产草量 80 年代比 50 年代下降了 1/3，沙化面积已达 32.8 万平方千米，但沙漠化的土地估计每年仍以 65 万公顷的

速度在扩展。

7. 农村能源紧张 1979 年以来,我国农村工副业用能每年平均增长 12%,而国家每年供能平均只增长 8.5%,不足部分都由柴草补充,全国每年要烧掉 4 亿吨秸秆和 7 000 万立方米木材。

生物能源直接燃烧,热效率很低,还浪费了大量的氮素等有机质;又由于秸秆不能还田,造成土壤肥力进一步下降,使农业生态系统日趋失调。

8. 农业环境污染加重 全国有 24 条主要河流,有 14 条严重污染。每年约有 13 万吨有毒物质排入水体,有 310 万吨的污水排入江河和农田。据统计,目前被污染的农田达 267 万公顷。每年由农药污染造成的经济损失达 146.5 亿元。

除以上主要生态问题之外,水产资源的破坏、水旱灾害频繁、农村人口增长过快等等因素也是我国农业面临的重要问题,也应引起足够的重视。

二、我国农业现代化与生态农业

(一) 农业现代化的本质——科学化

究竟如何认识和理解我国的农业现代化?几年来,经过全国科学界的热烈讨论和农业现代化综合科学实验县的实践,人们的认识更深刻,概念也更清楚了,农业现代化的本质是科学化。即把农林牧副渔微虫工各业的生产和管理,逐步建立在现代自然科学、经济科学和社会科学的基础上,创造一个高产、稳产、优质、低耗的农业生产系统,以满足我国人民日益增长的物质和文化生活的需要。而生态农业则是这个生产系统中的重要内容之一。

农业生产是一个物质循环和能量转化的过程,只有靠科学技术才能大幅度提高转化效率。例如,同样 1 千克化肥,如果施用不

当,增产粮食不足 1 千克,而科学地施用,可以增产粮食 5 千克以上。又如,现在利用全价饲料喂养畜禽,可以使饲料的报酬提高一倍。

农业发展的历史就是一部由经验到科学的历史。科学技术是推动现代农业发展的动力。我们搞现代农业,每前进一步,都是建立在科学基础之上的。而现代的农业科学技术的每一项重大突破,都推动现代农业发生一次新的飞跃。总之,现代农业是以科学为基础的农业,农业现代化的本质是科学化。

(二) 我国农业现代化与生态农业

农业生产是复杂的综合性生产,各部分、或各部门之间以及它们与环境之间存在着物质和经济的联系,相互影响、互为条件,成为一个系统。农业生产作为一个系统,其复杂关系是由于能量转化和物质循环的复杂关系所决定的。

就本质讲,农业生产本身是物质能量的转化过程。先输入原料,中间经过转化、交换后,形成产品输出。农业生产的输入是环境资源,包括光、热、水、气、养分等物质;输出的有粮、油、棉、肉、蛋、奶等农畜产品。中间经过多种生物群体作用,将资源潜在生产力转变成现实的产品产量(图 1-1)。农业生产要获得大量的产品,必须有相应的物质和能量不断输入,及其系统内各部分协调地转化效率。农业生产受益于自然资源,同时也受制于自然资源。因此,需要由人通过社会经济力量和科学技术力量对自然资源进行干预、保护和改造,构成以自然物质、能量生态转化循环为基础的经济再生产,成为生态——经济系统。

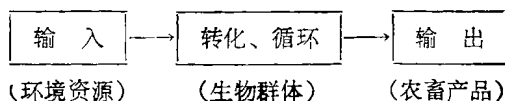


图 1-1 农业生产输入输出系统模式图