国内外生态农业对比
——理论与实践

卞有生　金冬霞　邵迎晖　编著

中国环境科学出版社

·北　京·

需要全本请访问 www.ertongbook.com

序

当今人类正处于社会、经济、技术和文化突飞猛进的时代，人口增多，资源衰退、环境恶化已成为经济社会和农业持续发展的制约因素，尤其对农业来说，“人口—资源—环境”结构危机实质上就是人与自然关系的失调、生态与经济的失调，它严重制约着农业的发展。近20年来，在遇到来自“石油农业”的各种困扰之后，世界各国都在探索持续发展农业的新途径。发达国家在寻找新的替代农业模式，例如有机农业、生物农业、生物动力学农业、自然农业、持续农业，以及狭义的生态农业等。名称虽然不同，内容和研究的重点也有所差异，但其最终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。中国农业在从传统农业向现代农业转变的过程中，经过多年的探索正逐步形成一种具有中国特色的持续发展模式——生态农业。但我国推行的生态农业与国外提倡的生态农业在含义和内容上都有很大差异。我国的生态农业不等于有机农业，更不等于自然农业，既不是对“石油农业”的全盘否定，也不是传统农业的完全复归，而是把传统农业的精华与现代农业科学技术有机地结合起来。我国的生态农业是在总结和吸取了各种农业生产实践成功经验的基础上，根据生态学和生态经济学原理，应用现代科学技术方法建立和发展起来的一种多层次、多结构、多功能的集约经营管理的综合农业生产体系。

为了更好地促进我国生态农业的发展，本书在调研总结国内外生态农业研究发展的基础上，从生态农业产生背景、基本特点、类型与模式、应用技术、农业生态工程建设、基础理论研

究、实施效果及发展趋势等八个方面对国内外生态农业进行了对比，以便吸取国外长处，总结我国优点，为我国农业发展、农村环境综合整治积累更多的经验。同时通过比较分析，可澄清在生态农业方面的某些模糊认识，更好地促进今后与世界各国的交流。

本书是我国第一本对国内外生态农业进行对比研究的专著。

中国工程院院士 

1999年11月北京

目　　录

上　篇　生态农业的基本原理及当前国内外发展状况……1

第一章　生态农业的兴起……3

第一节　生态农业是世界农业发展史上的一次重大变革……3

第二节　发展生态农业是中国农业的重大战略决策……10

第二章　生态农业的基本原理……19

第一节　生态学原理及生态系统……19

第二节　生态农业系统……27

第三节　中国生态农业的概念与内涵……34

第四节　中国生态农业的基本原理……39

第三章　国内外生态农业发展概况……47

第一节　美国生态农业的发展概况……48

第二节　西欧国家生态农业的发展概况……51

第三节　前苏联及东欧国家生态农业发展概况……54

第四节　亚洲地区生态农业发展概况……56

第五节　非洲地区生态农业发展概况……60

第六节　拉美一些国家生态农业发展概况……61

第七节　中国生态农业发展概况……62

下　篇　国内外生态农业对比……67

第四章　生态农业产生背景对比……69

第一节　国内外生态农业产生的思想根源……69

第二节　国内外生态农业产生背景……79

第三节　国内外生态农业建设目标……84

第五章　生态农业理论研究对比……87
第一节　生态农业基本概念及内容……87
第二节　理论研究状况……99
第三节　理论研究内容……108
第四节　生态农业的生态经济评价……118
第六章　生态农业建设实施效果比较……128
第一节　生态农业组织机构……128
第二节　公众参与和政府态度……137
第三节　生态农业效益对比……143
第七章　国内外农业生态工程比较……148
第一节　生态工程的产生、发展与现状……148
第二节　国内外生态工程……154
第三节　国外农业生态工程在生态农业建设中的应用……158
第四节　中国农业生态工程在生态农业研究与
发展中的作用……159
第八章　生态农业实用技术对比……164
第一节　国内外常用的技术方法……164
第二节　国外生态农业实用技术……172
第三节　中国生态农业实用技术……190
第九章　生态农业类型及模式对比……222
第一节　国外生态农业的类型及模式……222
第二节　中国生态农业类型及模式……232
第十章　国内外生态农业基本特点对比及发展趋势分析……262
第一节　国外生态农业基本特点……262
第二节　中国生态农业基本特点……264
第三节　国内外生态农业基本特点对比……266
第四节　国外生态农业发展趋势……271
第五节　中国生态农业发展趋势……274
结束语……279
参考文献……281

需要全本请访问 www.ertongbook.com

上　　篇

生态农业的基本原理及当前国内外发展状况

第一章　生态农业的兴起

农业持续发展的基础是丰富的资源和良好的生态环境。但是，从国内外农业生产现状及其发展趋势看，世界农业正面临着严峻的考验，其中生产成本不断上升以及生态环境的日趋恶化已成为农业持续发展的重要障碍。因而，自60年代以来，全球性的环境、资源危机促使一些经济发达国家对“石油农业”进行讨论。人们重新思考这样一些问题，现代农业在资源和环境方面付出的沉重代价能否长期承受下去？那些未能从现代农业中得到好处，在全球资源分配上处于不公平和劣势的发展中国家能否照搬现代农业的常规模式？

鉴于“石油农业”生态弊端的暴露，在人口剧增、资源衰竭、能源短缺、环境污染、生态破坏的压力下，人们意识到，无论发达国家发展现代农业，还是发展中国家的传统农业向现代农业转变，都要走以生态为基础、经济与生态相统一的现代农业发展模式，“生态农业”的概念就是这种形势下应运而生的。

第一节　生态农业是世界农业发展史上的一次重大变革

纵观历史，横观世界，人类1万年的农业发展史，大体上经历了三个发展阶段：一是原始农业，约7000年；二是传统农业，约3000年；三是现代农业（石油农业），至今约200年。回顾、总结农业发展的历史，可以看到，随着农业的发展，生产力的提

高，农业环境的破坏和生态问题不断的显露出来，因而也不断被人们所认识。

一、刀耕火种的原始农业

原始农业阶段，人类靠夺取自然产品而赖以生存，谈不上生产的原理和技术，刀耕火种、熟荒、撂荒，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。人类对农业生态系统的干预能力很小，原始农业的成功与否决定于休闲期有足够的年份，而这只有在某个临界的人口密度以下才有可能。当人口增加到必须利用陡坡地的程度时，破坏性的生态变化过程就开始加剧了。

二、自给自足的传统农业

农业自脱离了刀耕火种的原始农业之后，便进入了自给自足的传统农业阶段。这种农业曾以人力、畜力为主要动力，以人粪尿、动物粪便、绿肥等有机肥为主要肥料，采用各种间作、轮作、套作等方式，充分利用各种资源进行农业生产，并曾注意到要保持地力“常新”。由于这个阶段人类的科技还不发达，只能靠天时地利来进行农业生产，只能去被动地适应大自然的变化，因此，在这个阶段，人与自然的关系只能是“顺应自然”。

近3000年来，这一直是世界上普通实行的农业模式，在大多数发展中国家还未实现工业化的情况下，基本上都属于这种自给自足的传统农业。我国是世界农业起源中心之一，有着长期有机农业的基础，中华民族在同大自然进行艰苦卓绝的斗争中，创造了光辉灿烂的古代农业科学技术，是当之无愧的传统农业典范。

由于这种农业基本上以家庭为生产单元，没有太多的投入，也没有太多的富裕农产品进行交换，因此形成了相对稳定而又低效的农业生产体系。然而，传统的有机农业以人畜力为主，技术

基础落后，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，这种自给自足的小农经济必然决定了经营分散和规模狭小，因此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地处理林、牧、农、渔之间的关系，势必会阻碍农业的进一步发展。像原始农业在地球上的某些角落至今还存在一样（如非洲北部的半游牧农业和热带、亚热带地区的烧垦农业），传统农业在农业的历史舞台上至今仍占据着统治地位，这反映了传统农业含有丰富的科学思想，并具有一定的生态合理性。

三、集约化生产的石油农业

现代农业阶段，人类的确在很多地方超脱了对大自然的依附，开始了真正向大自然索取的大进军，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进入了以机械化、水利化、化学化和电气化为标志的石油农业时期。由于大型农业机械的出现，化学工业的飞速发展及农业技术，尤其是杂交品种的不断涌现，西方发达国家的农业劳动生产率大大提高，农畜产品大幅度增加，形成了高产出的机械化集约农业。这种以开发廉价石化能源及工业技术装备为特征的集约化农业，在60年代达到鼎盛时期。

随着农业机械化程度的提高及大量农药化肥的使用，农业生产得到很大发展。从农业生产指数看，美国农业生产量增加了63%，其中畜牧业增加了74%，种植业增加了35%，土地生产率和农产品商品率也大大提高。1945年美国玉米产量大约为2t/hm2，而到1978年时产量高达6t/hm2；1945年一头好的奶牛每年产奶3900kg，现在已达6600kg。1910年美国农产品的商品率为70%，1930年为85%，1978年达99.1%。1979年美国每个农业劳动力生产9.3万kg粮食、0.6万kg肉类、1.4万kg牛奶、1035kg蛋及803kg棉花。若按每个农业劳动力能养活的人数计算，美国为56人，德国为49人，加拿大为44人，澳大利亚为

39人，机械化生产大大提高了农业劳动生产率。

经过半个多世纪的发展，机械化集约农业已经成为工业化国家农业生产的主要形式。由于各国自然和社会经济状况的差异，形成了各具特色的机械化集约农业（见表1-1）。澳大利亚人均耕地3.06hm2、由于人少地多，因此十分注重节约劳力的围养放牧，绵羊占首要地位。美国人均耕地0.85hm2，每个劳力担负67hm2以上耕地，以投资大、耗能多的大型机械化生产为主，整个农业生产每年要耗用6000万t石油，800万t钢材，16万t橡胶。这种能量密集型农业使得只有世界人口5%的美国生产了占世界20%的粮食。

表1-1 1979年一些国家的农业基本状况

项目 / 国别	人均耕地（hm^2）	粮食产量（kg/hm^2）	化肥用量（kg/hm^2）	农用拖拉机（台/hm^2）	平均每个劳动力	
					负担耕地（hm^2）	生产粮食（t）
澳大利亚	3.1	1479.75	282.8	7.5	120.3	62.28
加拿大	1.87	2031.75	306.8	14.99	82.4	66.61
美　国	0.85	4434.0	795.8	23.10	83.7	134.75
前苏联	0.88	1440.75	595.5	10.95	10.05	7.58
法　国	0.35	4484.25	2229.8	75.46	9.07	21.04
南斯拉夫	0.36	3590.25	809.3	48.77	2.0	3.97
罗马尼亚	0.47	3060	1053	13.33	1.79	3.31
德　国	0.123	4370.25	3214.5	193.72	6.04	18.39
英　国	0.123	4485.25	2220.75	60.92	12.75	32.13
荷　兰	0.061	5414.25	5574.8	220.64	2.87	4.29
日　本	0.043	5700.75	3372	244.55	0.7	2.28
中　国	0.101	2846.75	705	0.695	0.36	1.11
世　界	0.334	2142.75	565.5	14.03	1.766	1.90

罗马尼亚人均耕地0.47hm2，南斯拉夫0.36hm2、法国

需要全本请访问 www.ertongbook.com

0.35hm2，这些国家实行机械化集约农业既注重提高劳动生产率，也注意提高土地生产率。法国施肥水平和粮食单产均高于美国和前苏联，1979年粮食平均产量为4484kg/hm2。

人均耕地0.13hm2以下的国家，如德国、英国、荷兰、日本等都十分重视提高土地生产率，化肥施用水平和单产都较高。荷兰每公顷施化肥5.6t，是美国的7倍；日本粮食单产5.7t/ha，为世界之最。

这种以高输入和大量消耗能源（机械、化肥、农药）为特征的现代化石油农业，尽管在提高农业生产率方面发挥了积极作用，但同时也带来了越来越多的问题。它加剧了世界能源危机、导致自然资源的缺乏、环境污染和生态平衡失调等一系列问题，使得石油农业在经过一段时间的迅速发展之后，走入了困境，面临着严峻的挑战。石油农业的弊端主要表现在以下几个方面：

1．产生了严重的土壤侵蚀

机械化耕作与不合理的种植导致了严重的土壤侵蚀。

1982年的调查资料表明，美国耕地中有44%的表土超过了土壤损失容许水平，以过快速度损失的土壤总数达17亿t，其中90%以上来自不到1/4的耕地。近100年来，美国中西部地区土壤的有机质已减少一半，加尼福亚洲的SanJoaquin山谷地区是美国主要的食品和蔬菜出产地，现正处于初期的沙漠化阶段，许多地方天然的地下水库也正在日益耗尽。美国每公顷农田的土壤侵蚀量估计为每年27t，这样严重的土壤侵蚀已造成至少1/3表土流失，使农田生产力显著降低。

前苏联是世界上耕地面积最大的国家，每年流失的表土超过25亿t。印度的表土损失每年为47亿t，中国为43亿t，按照这样的侵蚀速度，每10年要耗去7%土壤，事实上，世界正在毁灭其大部分耕地。这些问题的严重性不能不引起人们的高度重视。

2．化肥和农药用量上升

伴随着发达国家农业现代化的化学化，化肥、农药及除草剂

的用量迅速上升。如美国伊利诺斯州在1948—1969年期间化肥用量增加了9倍，英国的粮食产量翻一番的代价是化肥的用量增加了20倍。与此同时，农药的生产和使用也日益普遍，美国每年要用去5亿kg的农药以控制作物病虫害，1979年农药使用量较1966年增加了6.5倍，而且随着害虫抗药性的增强，农药用量还在继续增加。化肥和农药用量的增加，不仅增加了农业生产的成本，也带来了能源短缺、环境污染及生态破坏等一系列问题。

据美国科学院研究，在农耕区施用的化学N肥中被作物利用的只有30%，其余70%都进入地下水成为致害因素。美国目前每年使用的5亿kg农药中约有90%都进入环境，严重地危害着人畜安全。不恰当的农药使用还引起农田害虫抗性增强，次要害虫上升，导致病虫施药后的再猖獗。此外农药、化肥的大量施用降低农产品的质量，最终影响人类健康。

3．加剧能源危机

机械化集约农业（石油农业）所面临的最大挑战是资源问题，它所依赖的是不可更新的石油能源。据Pimental等（1975）计算，美国每年在食物供应系统上输入的能量平均为每人1250L汽油。如果全世界都用这个标准来进行食物生产，则所有石油的贮存量将在13年内全部消耗殆尽。自从70年代初发生第一次能源危机以来，才使越来越多的人认识到问题的严重性。美国农业自1940年以来总产量增长了1倍，但能量的消耗却增长了2.2倍，能量的转换效率随着投能的增加而明显降低，以美国的玉米生产为例，1945年的能量产投比为3.71，1959年和1970年分别为2.83和2.82。

这种能量投入的报酬递减，进一步加剧了能源的紧张，使西方发达国家以石油为依靠的机械化、化学化集约农业陷入了困境。

4．造成严重的环境污染

近20年来，国外常规农业化肥、杀虫剂、除草剂的使用不

断增加，在产量不断增加的同时，也带来报酬递减及环境污染问题。例如70年代，世界粮食生产平均增长率为3.35%，而化肥增长率达6.49%，其中氮素施用增加30%，同期地下水中硝酸盐的含量增加约23%。大量的化肥和农药流失到水体中，造成水体的富营养化，对水体中的动植物区系造成严重的生态危害。常规农业生产中农药使用量不断增加，但药效却在降低，污染加剧，直接对环境和人类健康造成危害。

5．单一种植的严重危险

20多年前的“绿色革命”所带来的“奇迹麦”或“奇迹米”曾经给西方农业带来一段虚假的繁荣。目前世界上约有半数以上人口依靠它们维持生活。然而，这些高产品种的单一种植，仅仅是在日益短缺的资源，日益低效的农药的维持下存在和发展的，一旦环境状况发生改变，会造成大规模病虫害猖獗，后果不堪设想，这种单一种植的系统是极其脆弱和危险的。

当前人类的活动已遍布全球，其后果就是能源耗费、资源枯竭、人口膨胀、粮食短缺、环境污染、生态破坏六大基本问题产生，而这些问题的产生都与农业的发展模式密切相关。

面对以上问题，人们不得不重新选择自己的农业道路，一系列新的农业思想和农业理论相继出现。60年代后期，世界上不少专家提出了要用生态学原理指导农业生产的理论，即生态农业的概念。具体叫法很多，如肥力农业、腐殖质农业、自然农业、有机农业、生物动力农业、生物农业、生态农业、综合农业、持久农业、生物生态农业和科学生态农业等，这些农业尽管叫法和提法上略有不同，但其基本概念是相似的。目前最流行的叫法是：生态农业、有机农业（美国、日本）、综合农业和生物农业（欧洲），我们统称其为“替代农业”或“生态农业”。实践证明，生态农业不仅可以避免石油农业带来的弊病，而且可以有效地发展农业生产、充分合理地利用自然资源，提高农业生产力，维护自然界的生态平衡。近一二十年来，在世界范围内，生态农业的研究、实验和推广，无论是发达国家还是发展中国家，甚至在贫

困落后的国家中都已展开，形成了一种普遍性的国家农业运动，已成为当代世界农业发展的历史潮流与必然趋势。生态农业的勃兴，是20世纪70年代世界农业发展史上的一次重大变革，世界农业的发展已进入了一个新的历史阶段，即生态农业阶段。

第二节　发展生态农业是中国农业的重大战略决策

解放以来，我国农业在具有千百年历史的传统农业的基础上，已经向现代石油农业迅猛发展，在相当广阔的地域，通过投入化肥农药，运用现代农业科学技术发展生产，使农业生产力水平有了很大的提高，我国粮食总产从1949年的1.13亿t提高到1983年的3.87亿t，增加了2.4倍，平均单位播种面积的粮食产量也由1949年的1028kg/hm2增加到1983年的3398kg/hm2，亦增加了2.3倍，与美国相比，1982年和1983年两年平均的美国单位播种面积的粮食产量刚好也是3398kg/hm2，即我国粮食单产已达到了被认为是典型石油农业的美国水平。总之，中国利用仅占世界15%的粮食播种面积，生产出占世界总产量21%的粮食，养活占世界近1/5的人口，这对于人口多、耕地少的这样一个发展中国家来说，不能说不是个奇迹。但在取得这些成绩的同时，我国农村也出现了西方国家同样出现的生态环境问题。特别是从大范围来看，生态状况还在继续恶化，破坏生态平衡的现象仍广泛存在，造成的后果也十分严重，这是我国人民面临的极其严重的问题。从农业生态环境的保护与改善来看，当前存在着下面八个方面的问题。

1．滥砍乱伐树木，重采轻造，采育失调，使森林资源遭到很大破坏

森林是有着复杂结构的生态系统，是大自然网络上的重要纽结，是大自然生态平衡的核心。森林的大量砍伐，必然会引起大面积的水土流失，河流含沙量增多，雨量减少，旱灾增加，同时

使降水变率增大，水灾增加，这是一连串的必然过程，同时也给气象条件带来极不利的变化。这种大范围的自然条件的恶化，是自然灾害增多的最主要原因。

我国森林资源本来就不丰富，全国森林面积只有17.3亿亩，人均1.7亩[1]，为世界人均14亩的1/8，在世界上160多个国家和地区中占第121位。全国森林积蓄量只有92亿m3，人均9.2m3，为世界人均量的1/7。在92亿m3的贮量中，实际可采伐的只有34亿m3，人均仅有3.4m3。森林如此之少，却得不到应有的保护。特别是在1958—1959年和1966—1976年期间，森林资源遭到极大破坏，严重的过量采伐，使森林的消耗量大大超过了生长量。

森林的乱砍滥伐，使我国自然灾害显著增加，1950—1958年的9年中，全国平均每年的受灾面积不到3亿亩，而1972—1977年的6年中，平均每年的受灾面积达5亿亩。森林的砍伐，植被的破坏，使水土流失加剧，全国水土流失的面积，已由解放初期的115万km2，扩大到现在的150万km2。每年流失的土壤达50亿t，由此损失的氮、磷、钾数量，相当于我国全年的化肥产量。

中共中央、国务院在《关于保护森林发展林业的若干问题的决定》中指出：“这种局面如果任其发展下去，必将给农牧业生产和人民生活带来极其不利的后果，贻患子孙后代”。扭转这种局面，保护森林资源，实为当务之急。

2．滥垦草原，过度放牧，使草原资源受到破坏

草原生态系统和森林相比，不那么复杂，因此自我调节的能力较差。草原植被和食物链结构，是经过长期自然选择和适应历史过程而形成的。人们只能根据草原的这种自然条件，因地制宜地加以利用。但是长期以来，我们只是片面地抓粮食生产，毁草开荒，加速了草原的沙化。而未开垦的草原又缺乏科学管理，过度放牧，使草原质量降低，草场退化。

[1] 1hm2=15亩

我国温带草原共有40亿亩，约占国土面积的1/9，但由于盲目开垦，过载放牧，使草原受到严重破坏。据统计，在40亿亩草原中，被不合理开垦的约1亿亩，沙化、退化、碱化的达10亿亩，产草量为50年代的1/3—1/2，使牧业生产和国民经济建设受到很大影响。

如果不采取有力措施，土地沙化的趋势不加控制，一旦变成流沙，要再改变回来就十分困难，不仅需要花费大量的人力、物力、财力，至少也要50—100年的时间才能使其恢复。

现代化的农业应该是农、林、牧、副、渔有机结合、全面发展的大农业，牧业是其中重要的组成部分，因此，合理利用和建设草原，是农业现代化的一项重要任务。

3．无限制地围湖造田，急剧缩小了内陆水面，使生态系统有机体数量急剧减少，给水产事业和整个环境带来恶果。

我国天然湖泊总面积为8万km2，其中淡水湖泊面积为3.6万km2，还有大小水库8.6万座，约3000万亩。这些水体是重要的自然资源，也是生态系统的重要组成部分。这些湖泊水库分布在大小江河沿岸，能够蓄纳洪水，调节水量，调节气候，是大自然水分循环中的重要稳定性环节。但长期以来，忽视它们在生态系统中的作用，不是因地制宜地去利用湖泊发展水产事业，而是强调向湖泊要粮，与水争地，从南到北，到处围湖造田成风，从表面看，确实增加了耕地，增产了粮食，似有所得，但从整个生态系统和生产的全面发展来看，损失更大，完全是得不偿失。

首先，围湖造田减弱了湖泊调节江河水量的作用，洪水灾害因此增加，不仅当地受害，而且累及下游。例如，江汉湖群由于围垦减少了30亿m3的调整湖容，因而水灾频繁。

第二，湖泊调节气候的效益受到影响。70年代以来，长江中下游连续出现了冬天-15—-20℃的低温和夏天40—2℃的高温，与长江中下游水体畜水量的减少大有关系。

第三，水产事业受到打击，减少了经济效益。我国淡水鱼的天然捕捞量50年代是60多万t，60年代是40万t，70年代为30

需要全本请访问 www.ertongbook.com