

# 生态农业—中国农业现代化的根本道路

李传悦 季明川

(山东省农业环境保护监测站)

## 提 要

本文分析了农业现代化的本质特征、工业化现代农业的问题及世界性农业现代化的总体趋势和崛起的替代农业, 中国农业现代化的特殊要求; 探讨了中国生态农业崛起的历史背景和客观依据, 即国情、生态规律、经济规律、系统规律、结构功能规律, 以及现代科学理论基础; 研究了中国生态农业的内涵特征、根本任务和作用, 以及当前建设的初步成功经验与效益; 提出了今后建设和发展中国生态农业、实现中国农业现代化的原则设想和建议。

## 一、序 言

中国的农业现代化走什么道路? 在全球性人口、粮食、资源、能源、环境、生态等危机爆发以及当代世界农业面临着新的革命的现实, 在中国农村, 人们对发展生态农业都寄予厚望。原因就在于生态农业这场新的绿色革命对中国农村发展与生态诸因素之间的复杂关系, 探求新的具有自己特色的农业现代化道路, 使历史上以传统农业领先于世界的中华民族再度以现代生态农业领先于世界, 为世界的农业现代化提供经验, 为人类的健康生存、协同发展做出贡献。然而, 在中国农村, 农业现代化的道路为什么选择生态农业? 中国生态农业的内涵特征是什么? 如何建设具有中国特色的生态农业? 等等, 这一系列问题, 在当前都急待着中国的每一个科技工作者从理论与实践上进行深刻的思考。

## 二、农业现代化的必然趋势及我国的特殊要求

(一) **农业现代化的本质特征。**一百多万年来, 农业发展的历史证明, 农业现代化的特征是商品化, 其方向是集约化, 在关键上是知识化。它是以现代的自然科学、经济科学和社会科学为基础, 用现代科学技术、现代工业来装备农业, 通过用机械操作取代人畜力操作; 用现代科学技术代替旧的传统技术, 用现代经济管理方法来组织生产; 用专业化、商品化、社会化的生产方式来取代“小而全”或“单一化”的自给、半自给的小生产方式, 来谋求在充分认识和掌握自然规律和经济规律的前提下, 依靠科学技术进步的新成果, 合理开发利用自然资源、劳力资源和物质资源, 充分发挥各方面的优势, 不断挖掘增产潜力, 大幅度地提高土地生产率、劳动生产率和农产品的商品率, 实现优质、高产、低耗和生态经济上的良性循环; 用缩小城乡差别和工农差别, 显著提高农民的物质文化水平。同时, 农业现代化还处在相对地不断的发展变化之中。认识这一特征, 有利于我们从根本上评价现代农业, 确立农业现代化的基本模式和道路。

(二) **现代农业的共同特点及问题。**分析世界经济发达国家的现代农业, 尽管各国的自然、

经济、社会和历史条件均有差异，农业现代化的战略思想也不尽相同，如地广人稀的苏美等国，采取优先发展机械化的道路；地少人多的日荷等国优先发展生物、化学技术，以提高单位面积产量作为突破口；英法等西欧各国两者兼顾，生物技术、化学技术和机械技术同步发展，但确都有其共同特点，即忽视生态农业的工业化道路。

在第二次世界大战前，各发达国家的农业工业化，在技术上都是实行机械化，在生态上都是实行简单化，在经济组织管理上都是仿效工业实行专业化、商品化、集中化、标准化和同步化；在第二次世界大战后，各发达国家的农业现代化在技术上都是以石油为主要能源动力，实行高度机械化、化学化、水利化、良种化以及包括电气化在内的设施化，在生态上都是实行单一化，在经济组织管理上都是进一步实行专业化和社会化。这种以牺牲生态为代价的农业现代化道路，表现在农业发展的效益上畸形发展：一方面，农业的劳动生产率、土地生产率和农业产品的商品率成倍提高，农业劳动力大量流向城市，城乡差别缩小；另一方面，也是更重要的一方面，农业的发展没有后劲，农业的产出过分依赖于投入，一条以“石油”换粮食的道路，常因石油价格的变化涉及到农产品价格不稳定，并由化石能源和单一化的生态结构而导致的资源衰退和环境污染，生态破坏已成严重的公害，对经济发展构成了威胁。大量流向城市的农村人口也导致了城市人口的过度膨胀，引起一定的社会问题。

仅以化石能量的投入分析为例，不难看出高度依赖于化石能源的工业化现代农业所存在的严重弊端，其结论将会是这样的农业现代化必须重新选择新的起点。

以美国为例，美国的农业现代化从1850年到目前，经历了大约3个时期：第一时期从1850—1910年，约60年时间，完成了以畜力、动力为主的半机械化；第二时期，从1910—1940年，约30年时间完成了以机械与电力动力为主的农业机械化；从1940年以来是第三时期，农业机械化和现代化进入高度发展水平。这三个时期，特别是1940年以来进入高水平的农业现代化时期，在能量的耗费上是巨大的。据资料统计，1970年，美国总共消耗了 $6698.9 \times 10^{10}$  J能量，占全世界能量消耗量的1/3以上，并消耗了世界石油的35%，而美国的人口却仅占世界人口的1/17。美国的能量约有96%来自化石燃料，石油占43%，天然气占33%，煤占20%，水力发电占3%左右，核能约占1%。能量的产投比以玉米（因玉米在美国作物生产中在能量投入方面具有代表性，玉米也是美国及全世界最重要的粮食作物之一）为例，1970年，每1英亩（0.405公顷）玉米需投入约 $121.4 \times 10^8$  J能量，而产出则约为 $304 \times 10^8$  J能量，能量的产投比约为2.5。1945—1970年，玉米平均产量从每英亩34蒲式尔（1蒲式尔=25.4公斤）提高到81蒲式尔，增加了1.4倍，而能量的投入却由 $37.68 \times 10^8$  J提高到 $121.4 \times 10^8$  J，增加了2.1倍；玉米热值的收益从1945年每J燃料投入能生产3.7J降至1970年的2.8J，即降低了24%。据皮门特尔（D. Pimentel）等估计，按1970年美国的一般饮食标准，使用美国的农业技术，养活世界上的40亿人口，一年需要用14.64亿加仑（1加仑=3.785升）燃料当量的能。在已知的石油储量〔估计为5,460亿桶（每桶42加仑）〕中，假定原油的76%能炼制成燃油，则可用的储量为4,150亿桶。若石油是唯一能源，而我们又是用全部石油储量来养活世界上的人的话，则4,150亿桶石油储量仅够维持12年；如果全部潜在的石油储量（估计为2万亿桶）全部用于食物生产，则这个估计数将是57年。假定世界人口只愿意吃玉米而不吃别的食物，则潜在的石油储量可以够预测的100亿人吃300年。

再以东方现代化农业的日本对稻米的能量投入和产出分析为例。1955—1975年，投入能量（ $4,186.8 \times 10^4$  J/15 × 667 m<sup>2</sup>），人畜力由119减少到45，种苗由19减少到17，自给性肥料（又为有机肥料），由1715减少到915，购入肥料（又为化肥）由339增加到649，农药由36增加到247，器材、光热能力由130增至410，水利土地改良投入由194增至566，租借费由101增至257，房屋和建

筑物由218增至227，农机具由260增至2,120。以上几项合计，全部辅助能投入由3,131增至5,453，增加1.7倍，其中：来自石油的辅助能由1,278增至4,476，增加3.5倍；来自非石油的却减少50%。在全部辅助能中，来自石油的比例，从41%增到82%，其中：农机具增加最高，达8.1倍，农药6.9倍。而产出的能量（稻米），由1955年的1,406增加到1,769，产出的全部能量（稻米+秸秆）由1955年3,095增加到1975年的3,335。全部产出与全部辅助能比值，由1955年的0.99降至1975年的0.61；稻米产出与石油能比，由1955年的1.10减至1975年的0.40；每一公斤产品所需来自石油的辅助能（4,186.8J/公斤），1955年为3,067，1965年为5,688，1975年则达8,525，为1955年的2.78倍。

从上面的分析中可以看出，这种高能耗的工业式现代农业，虽然使土地生产率和劳动生产率都有所提高，但伴随而来的却是莫大的浪费和破坏。正如马克思在《资本论》中引用“归还学说”的创基人李比希的话时说：“资本主义生产使它汇集在各大城市的人口越来越占优势，这样一来，它一方面聚集着社会的历史动力，另一方面又破坏着人和土地之间的物质交换，也就是使人以衣食形式消费掉的土地的组成部分不能回到土地，从而破坏土地持久肥力的永恒的自然条件。……此外，资本主义农业的任何进步，都不仅是掠夺劳动者技巧的进步，而且是掠夺土地的技巧的进步，在一定时期内提高土地肥力的任何进步，同时也是破坏土地肥力持久源泉的进步。”（马克思：《资本论》第一卷，人民出版社，1975年版，552—553页）。

**（三）现代化农业发展的总体趋势及新型模式的探索。**工业式现代农业问题的充分暴露及世界性能源、生态等危机的爆发，从而把现代化农业推向了新的发展阶段，并呈现出了新的发展态势。这种态势被称为以遵循和支配生态、环境规律为基础的第三次农业革命，即以健全的生态学原理为依据，是不断发展的生物学革命。它表现为农业现代化正在逐步从田间进入“工厂”；从工农对立到农工一体；从资源密集到知识密集；从忽视再生资源到依靠再生资源；从单项技术的应用到多项技术、多部门协作与综合运用；从模仿工业到模仿生物；从单一农业生产到多层次农业生产；由微观的经济组织管理专业化转向宏观的综合化；农工、农工商，教育、生产、科研综合化和农村发展综合化。在具体技术上，则出现由以单一石油能源为主的机械动力转向以石油能与再生能结合的机械动力；由化学施肥转向以无机肥与有机肥结合；由化学防治转向化防、生防、耕防相结合的综合防治；由理化工程水利化转向理化工程水利与生物措施相结合；由单一良种化转向复合良种化；由理化工程设施转向理化工程设施与生物工程设施相结合；由生态的单一化转向生态的综合化。

在一些经济发达和发展中国家，也都相继出现了一些新的农业现代化探索模式，如“持久农业”、“有机农业”、“生物农业”、“生态农业”等。这些探索模式，日益受到各国的重视，被做为现代农业的替代模式，代表着农业发展的新方向。如有机农业方面，以美国为例，现在美国有2万余个有机农场，经营的农民约有3.5万余人，占美国农户总数的1%左右，有机农场的分布除南部外的其他地区均有，农场规模一般占地25—1,500英亩，大多在100英亩左右；多数经营有机农场的农民年龄较大，具有长期农业经营经验，文化程度较高，有50%以上的人受过专科以上教育，其中有13%得到大专学位，8%的得到硕士、博士学位。有机农场采用完全不用或基本不用人工合成的化肥、农药、生长调节剂和牲畜饲料添加剂的生产制度，尽量依靠作物轮作、作物秸秆、牲畜粪便、豆科作物、绿肥、场外有机废料、机械耕作、含有矿物养分的岩石和生物防治病虫害的方法来保持土壤肥力和良好耕性，供应植物养分并防治杂草和病虫害。据1980年美国农业部有机农业考察组对全美国有机农业考察报告指出：“有机农业在防治病虫害上很成功，能源消耗少，经济效益与常规农业接近，有机农业的最大优点是提高土壤生物学肥力，不污染环

境，不破坏生态平衡，农产品质量高，节省能源和农业用水。从当前来说，如果从常规农业（即石油农业、工业式现代农业等）不同程度地向有机农业转移，可以减轻常规农业带来的不利影响；从长远来说，实行有机农业可以保持一个更为稳定、有支持力、有盈利的农业制度。由于美国生产制度的商品性强，大批粮食要出口和集中到大规模牲畜饲养场，目前，美国政策和农业结构如无大的变更，有机农业在美国的发展将会受到限制。

在欧州，生物农业和生物动力农业的发展受到重视。如联邦德国，约有5,000个农户从事生物农业，已占全国76万农户的1%左右。这种生物农业，强调不用化肥、农药、化学除草剂等，主要利用有机肥、作物轮作、生物防治、作物及畜禽品种的抗性等，生产无污染的农畜产品；生产系统中的组分和生产过程比较简单，动物饲养是其主要环节，多是利用奶牛、猪、鸡或奶山羊做为转化环节，劳动密集，单位面积产量（农畜产品）一般低于常规农业；有自己的农畜产品加工体系和专门的销售商品，市场价格高于常规农产品价格，社会劳动力报酬高。这种生物农业的核心，是依靠各种生物学过程建立土壤的生物学肥力，使作物能从土壤的稳定变化中获取所需之全部营养，实现物质收支协调；建立完善的科学的物质循环系统，将系统中所有的农业废物都投入到再循环利用中去；并努力使城镇和工业有机废物也参与农业再循环，建立有效的用生物防治杂草和病虫害的技术体系。

在东方，以日本为例，不少人主张恢复传统有机农业。日本政府通过农协来推动农业生态系统的良性循环，使农民、消费者和环境之间达到相互有利。四国地区的福冈正廷主张，从事农业，不要对自然干涉太多，要和自然合作，坚持免耕，借助于植物根系和微生物、小动物的活动进行自然耕作；土壤肥力则依靠长期种绿肥，秸秆还田和粪肥，不中耕除草，长期靠稻草、麦草覆盖，靠绿肥在行间覆盖，并间歇淹水；不使用农药，依靠耕作措施培育壮苗。福冈的这套办法，通称为自然农业法。这种农业法，田间作业简化，省工，土壤肥力和保水效能良好，水稻产量和当地传统方法及高能农业大体一致。《一根稻草的革命》一书就是该法的经验总结，受到重视。

发展中国家的菲律宾、泰国、马来西亚、印度等国，结合移民与经济开发计划，开辟并建立的生态农业区域，为发展中国家的农业现代化探索了途径。特别是菲律宾的马雅农场、泰国的卡姆柴农场和普拉维司农场、以色列的农工一体社会等，都受到了国际上的高度重视。

从世界范围内的现代有机农业、生物农业、生态农业等替代农业看，尽管国别、历史、生产发展及社会条件不同，流派、理论基础不同，但有其共同之处，即都强调利用可更新资源，保护生态系统，着重从自然界的生态循环和生物学过程中以及传统农业中寻找摆脱现代工业化农业困境的替代方法，反对只追求眼前经济效益的做法，而把建立农业的持久发展作为其根本目的。

国外的这些农业现代化发展趋势和替代农业的模式，都为我国提供了借鉴。

**（四）中国农业现代化的特殊要求及道路选择。**中国的农业现代化，不同于世界发达国家的农业现代化，有着特定的目的和内容，主要是指建设具有中国特色的社会主义农业现代化。具体来说，就是既要符合客观规律，又要符合中国国情。在时间上，到2000年，农村要达到小康生活水平，到21世纪，接近、赶上或超过当代先进国家的水平；在发展目标上，存在着不可分割的三个方面：

1、建设起一个高效、优质、低耗的发达农业，不断提高按人口计算的农产品数量和质量，能立足国内，自力更生，充分地满足全国人民物质文化生活日益提高的需要，从而为我国的国民经济建设奠定一个稳固的基础。

2、建设起一个富裕的农村，即在生产发展的基础上，不断提高农民按人口计算的经济收入

水平，从允许一部分农民先富裕起来，然后走向共同富裕，使全体农村居民物质、精神生活日益改善，从而使城乡差别和工农差别日益缩小，工农联盟日益巩固，逐步实现城乡一体化，工农一体化。

3、建设起一个良好的生态环境，即在发展农业时，注意不断解决已有的环境问题，不断防治新出现的环境问题，保持和建立新的动态生态平衡，使环境日益改善，从而为农业的发展后劲创造良好的环境基础。

实现农业现代化的上述诸方面目标，采用什么手段？选择什么道路？回顾新中国近40年农业现代化的探索，可谓教训沉痛。迄今为止，我国农业距离农业现代化的目标为期甚远，甚至在一些地区连农民的温饱问题也还没有得到解决。尽管造成我国农业现代化发展缓慢的原因是多方面的，但决策上的失误是一个重要原因；在农业现代化道路的选择上，不从中国的基本国情出发，也忽视了自然界发展的客观规律，一味照搬照抄外国的模式，同时把农业现代化的手段和目的也混为一谈。如五十年代，在人们印象上就造成了农业现代化就是机械化；六十年代，人们印象上的农业现代化就是机械化、化学化、水利化加良种化；七十年代，农业现代化是生产技术和组织管理的现代化，或者叫机械化、化学化、水利化、良种化、专业化和社会化。由于这种以手段为目的的农业现代化，结果在一些地方造成了投入大、效益差的“高产穷队”和连简单再生产都不能维持的“三靠队”，广大农民并没有从农业现代化发展中得到应有的物质利益。这虽然和资本主义国家农业现代化造成大量农民破产的恶果不同，但也并非是社会主义发展现代化农业的目的。因此，我国的农业现代化，必须重新思考，再也不能跟在别人后面跑了，必须走出一条具有自己特色的道路。这条道路把手段与目的统一起来，包括社会、经济、技术、生态等内容。在世界范围内，把现代农业建立在生态基础上已成为历史的必然趋势；在我国农村，生态农业的崛起，从理论和实践上为我国指出了一条比较切合实际的农业现代化之路，这就是中国的生态农业之路。

### 三、中国的生态农业

在中国大地上崛起的生态农业，是中国农业的一次绿色革命，体现了客观世界现代农业发展的总体趋势和替代模式。这是建立在现代科学技术基础之上，把用现代科学技术手段来实现经济效益、生态效益、社会效益的统一和同步提高为目的，使中国2000年迈向小康，21世纪接近、赶上或超过世界先进水平，实现发达的农业、富裕的农村、良好的生态环境为根本任务。它受到党政、科技界的高度重视，也深受农民的欢迎。目前，全国已有6,000余万人参加生态农业建设，已有生态农业示范基点200余处。中国的生态农业，是具有中国特色的现代化农业之路。

#### （一）生态农业在我国崛起的客观依据

1、基本国情。生态农业是在正确分析和估计我国基本国情的基础上发展起来的。过去，我国处于长期封闭状态，在对我国基本国情的认识上有一种盲目的优越感，素以地大物博、人口众多引为自豪。事实上，这种优越的资源条件并没有给我们这个古老的民族带来经济上的更大繁荣，直到党的十一届三中全会以前，八亿农民一直过着日出而作、日入而息的田园式生活，丰富的资源和落后的传统经营方式造成了一种社会、经济、生态的不平衡态势，并在人们的心理上也造成了极大的影响。改变这种状况必须放眼世界，正确认识和估计我国的基本国情，确定我国农业发展的目标和道路。

我国的国情总是：人口众多，每人平均资源偏少，资源质量差；从封建社会脱胎出来，属于社会主义初期阶段，传统的小农经济思想和封建意识还长期存在；属发展中国家，生产落后，

经济脆弱,家底较薄,科学技术还不发达。这对于发展经济、实现现代化的压力还很大!具体来说,我国有10亿多人口,其中8亿在农村,如何利用人多的优势,解决衣食住行就业及农村发展问题是首要考虑的问题。

其次,我们这个社会脱胎于封建主义社会,长期形成的封建思想意识,传统的小农经济思想和保守势力,还在一定程度上束缚着人们的思想,必须更新农业和食物的观念,正确处理好人与大自然之间的关系。

第三是我国资源的总量虽然较多,但每人平均资源占有量较少,后备资源潜力不大,并且资源退化严重,表现质量较差,环境问题突出,经济发展缺乏后劲。这就面临着珍惜和合理开发利用有限的资源,提高资源利用效率和生产能力,保持资源的不断更新和永续利用以及环境的日益改善。如我国土地资源总量 $96,048 \times 10^8 \text{m}^2$ ,约74%的面积已利用或可用于农林牧渔业生产,但耕地所占比例较小,全国 $9,938 \times 10^8 \text{m}^2$ 耕地只占国土的10.4%,比美国20.3%、法国34.1%、罗马尼亚44.2%、印度50%等都少。每人平均占有耕地仅 $1,000.5 \text{m}^2$ ,是世界上每人平均耕地最少的国家之一,只相当于世界平均水平的 $1/4$ ,而且还在逐年减少,从1957—1980年净减少耕地 $1,200.6 \times 10^8 \text{m}^2$ 。根据计算,即使全部荒地开垦后,耕地后备潜力也只有 $667 \times 10^8 \text{m}^2$ 。在现有耕地中,盐碱地约占 $667 \times 10^8 \text{m}^2$ ,涝洼地约 $4,002 \times 10^4 \text{m}^2$ ,受“三废”和农药污染的有 $1,867.6 \times 10^8 - 2,201.1 \times 10^8 \text{m}^2$ ,占耕地面积的18.7—22%;水土流失面积 $15 \times 10^8 \text{m}^2$ ,耕地水土流失面积 $3,668.5 \times 10^8 \text{m}^2$ 。我国的水资源总量和世界各国比,总量仅次于巴西、苏联、加拿大、美国和印度,居世界第六位。河川地表径流量每年 $2.6 \times 10^{12} \text{m}^3$ ,地下径流量概算每年 $7,000 \times 10^8 \text{m}^3$ ,但每人每年平均水平却很低,仅占有地表径流为 $2,700 \text{m}^3$ ,只相当世界每人平均占有量的 $1/4$ ,美国的 $1/5$ ,苏联、印度的 $1/7$ ,加拿大的 $1/50$ ;而每人平均用水量却很大,仅次于美国,达 $476 \text{m}^3$ 。水资源分配极不均衡,有相当大的地区易受洪涝旱碱之害;生物资源以森为例,全国有林地 $12,206.1 \times 10^8 \text{m}^2$ ,森林覆盖率约为12%,与世界平均22%相比差距很大,位列第120位,每人平均占有约 $1,133.9 \text{m}^2$ ,比 $9,071.2 \text{m}^2$ 的世界平均水平少 $7,337 \text{m}^2$ 多。森林资源的分布也不平衡,广大农区和牧区少林或无林;现有林单位蓄材量低,平均每公顷年生长量仅 $1.8 \text{m}^3$ 。

第四是我国属发展中国家,经济基础薄弱,人口的快速增长和物质能量投入在短期内难以大幅度增加,构成了新的矛盾。解决这一矛盾的途径必然是挖掘农业内部增产潜力,增加农田能量投入,利用传统有机农业经验和可再生资源 and 能源,提高现代化投入效率。

第五是党的十一届三中全会以来,在经营特点上打破了“一大二公”、“三级所有”、“队为基础、集体核算”的人民公社作为社会主义农业的经营模式,推行了以联产承包责任制为基础、以经营自主为纽带的新型经营模式,既体现了社会主义公有制特点,又激发了劳动者的自身活力,使农业资源得到了较充分开发利用,促进了生产力的发展。但农业生产的投入减少也带来了一些新的环境问题,如地力下降,资源破坏,环境污染,生态失调等,农业发展出现了新的徘徊和后劲不足的问题,需要进一步解决。

另一方面,我国农业发展也有着较多的有利条件。

首先,在资源方面:光热资源条件优越,大部地区属中纬度地带,年平均太阳能辐射总量约在 $35,587.8 \times 10^4 - 100,483.2 \times 10^4 \text{J}/\text{cm}^2$ ;具有山地优势,山地占国土面积的66%,山地资源水平性、立体性强,具有综合开发利用的潜力;广阔的内陆水域和富饶的海岸滩涂、大陆海岸线,有待于合理开发,潜在的经济优势很大;丰富的生物资源,特别是生物基因品种资源优势受到举世青睐。

其次，以农业为基础，以科学技术和工业武装农业，受到党和政府的高度重视。

再是勤劳、智慧的我国 8 亿农民，历史上曾以丰富的用地养地、精耕细作、间作套种、施有机肥、生物防治等传统农业经验和技艺领先于世界，今天在改革、开放中正施展身手，创建着现代农业。

四是在农村，科学技术正转化为生产力，同时还有许多未开发领域，也预示着新的农业科学技术投入，可获得较好的发展前景。

因此，生态农业正是在正确分析和估量我国基本国情以后，确立和建设的新型的农业现代化探索模式。

2、客观规律。包括生态规律、经济规律、系统规律、结构与功能规律，这是生态农业在我国崛起并发展的又一基本依据。

**生态规律：**农业生产包括自然再生产与经济再生产两个交织过程，而自然再生产是基础。自然再生产是由农业生物与环境两个辩证的方面完成的，这两个方面环境是基础。环境为生物提供必要的物质基础和条件；生物则依赖于环境，转化太阳能及环境矿质资源，除建造自身外，还提供有机产品，同时也同化和改造着环境。而环境的任一变化，又总是为生物的演替进化和发展创造条件；而生物的演替进化和发展则又不可避免地使原始环境改变面貌，最终迫使老的生物群为新的生物群所取代。这是客观世界的生态演替规律。这种生态规律是农业发展所必须遵循的，否则，就必然会受到自然的惩罚。历史的沉痛教训已反复说明了这一点。如希腊、巴比伦、黄河、玛雅文化等许多古老农业中心的逐渐衰落；在极“左”路线下提出的“人有多大胆，地有多大产”、“让高山低头、让河湖为陆”、“以粮为纲、全面开荒”等忽视生态规律的蛮干，受到自然界的报复都是例证。

**经济规律：**农业，作为经济再生产过程，除受制于自然再生产过程以外，还受客观世界的经济规律的制约，这是不以人的意志为转移的。首先，要使农业发展的经济目标与社会主义生产的目的取得一致，否则，除直接为人们生活必须的农畜产品得不到保障外，以农业为基础的整个国民经济也难以发展，最终的物质利益也难以实现；其次，要讲求不断提高经济效益，随着对农业物质、能量的投入，产出过程将产生低耗低效→高耗高效→高耗低效的变化，即投入呈直线上升，而效益呈抛物线下降，这似乎是一般投入—产出的规律，也似乎是工业式的现代农业所经历的一个发展过程。但这不是我们社会主义现代化农业所取的，而应走通过人类经济力量的干预，达到生态系统的自我完善，充分发挥生态经济系统的总体功能，提高农业资源的综合利用效益的道路，寻找投入最少、产出最佳、综合效益最好的最适点，最终达到低耗高效、农业生态经济良性循环。再次要充分利价值规律的自我积极调节作用，发展有计划的商品经济，在改造技术的同时，把加强经济核算、改善经营管理，作为提高经济效益的重要方面，努力改变农业经济效益不高的劣势，促进整个国民经济的协调发展。当前，努力实现由粗放型向集约型、由外延型向内涵型、由盲目型向科学型、由封闭型向开放型、由生产型向经营型的转变，是提高农业综合经济效益面临的基本任务。

**系统规律：**农业生产是一个系统，是由许多子系统组成的。而每一子系统又由更次一级的许多子系统所组成。实际上，每一农业生产系统都是由不同层次、等级的系统群所组成。这些系统群既构成了一个整体系统（又称系统的集合性），每一系统又能单独存在，系统与系统之间相互联系，相互影响，互为因果；其子系统对于系统整体具有非简单的加和性，即系统的整体功能大于各子系统功能之和；系统不是作为一种静止状态存在，而是处在不断的发展变化之中，具有系统动态性。上述这种系统的必然联系和效应是客观存在着的规律。过去，由于对这种规律的忽视及

不认识，往往造成了农业生产顾此失彼。系统规律的发现，为生态农业的发展及认识农业生产这个复杂过程的本质提供了科学的依据。

**结构与功能规律：**结构与功能的关系，是客观世界普遍存在着的基本规律。只有结构的存在才能产生功能，功能的实现必须取决于结构。结构是一切物质存在的属性，不同的结构状态产生不同的功能，不同功能的实现要依赖于不同状态的结构，结构除影响功能外，还对系统内部各单元进行排列和组合，来体现系统的性质和数量。只有依靠结构，才能把孤立的诸单元变为一个系统；只有以结构为中介，单元的属性和功能才能变成系统的属性和功能；如果没有一定形式的结构，那么，系统不仅不能发挥其应有的功能，而且连本身也便不复存在了。结构与功能这一规律，同样也制约着今天及未来的农业，它要求农业的发展要建设合理的系统结构，去实现农业生产的高功效，去改造目前农业结构的单一化、片面化的配置状态，按照不同的时间组合，空间组合，数量组合，属性组合和食物链组合等来合理配置和设计农业结构。

3、理论基础。现代生态学、生态经济学、经济学的原理，系统论、控制论、信息论的思想和方法，以及各种现代先进的农业科学技术、环境科学技术、生态科学技术的新成就，都为生态农业的发展提供了理论基础。综合这些理论，可以认为：今天的农业决非是一个简单的生产系统，而是由农业生物、农业环境、资源及人共同组成的农业生态经济系统；这个系统既包括了种植业，养殖业等子系统，又包括了种养产品加工、服务业系统；在各子系统内部及子系统之间，以及农业生态经济系统与外部的农业技术系统、社会系统之间，都发生着密切的联系和效应，存在着不停顿的能量转化、物质循环和信息控制过程，形成了复杂的多维网络结构，保持着系统动态平衡。而其中，能量由外部向系统内的投入及在系统内的转化，是维持农业生态经济系统存在和发展的动力；物质在系统内外的循环往复、周而复始的流动，是保持生态经济系统不断更新和再生的基础；信息的传递、反馈和控制，则能保持农业合理结构的建立和延续；经济法则在生态经济系统中的应用，将调节系统的投入与产出比例，保持以较小的投入来调节生态系统与生产系统，保持系统的高效输出，使整个农业生产达到生态、经济、社会效益的统一和同步提高。

**(二) 我国生态农业的特征及作用。**我国的生态农业，具有特定的内涵、特征和作用。它是在正确分析世界农业现代化趋势，客观地估计我国基本国情和继承我国传统农业精华的基础上，遵循客观世界的辩证规律，按照生态学、经济学和生态经济学原理，采用系统工程方法和各种现代先进的农业科学技术新成就，用人工方法建立和发展起来的结构合理、功能稳定，投入少、效益高、产出大，生态、经济、社会效益都要求最佳的新型良性循环的农业体系。这种良性循环的农业体系，不是传统有机农业的简单重复，而是在质上产生了新的飞跃，最本质的区别就是：不是以经验为基础的农业（或经验型农业），而是以科学为依据的农业。这种农业的宗旨和根本任务，是最大限度地提高恒定资源，如太阳能的利用率、生物能的转化率、废弃物的再循环利用率和无机环境资源的同化利用率，大力提高第一性生产力，大力发展农畜水产品加工业，实现农业生产的无破坏性发展和生态、生产尽可能达到完善的程度，建立起发达的农业、富裕的农村和良好的生态环境，从而把农业生产的模式推进到现代化的要求。这种农业，也不同于西方国家所说的“生态农业”，它以广义的农业（包括农林牧渔工等）为边界，综合采用各种先进的农业科学技术，包括各种先进的农艺技术，也包括农业机械、化肥、农药、农膜等各种先进的物质技术。这种先进技术的投入，依照生态经济等客观规律为指导，避免过去“工业化农业”技术投入存在的两种盲目性，即：一是不顾农业生态系统的承载能力而盲目使用各种先进技术，从而导致出现了这种技术愈先进，对农业破坏的力量就愈大，危害也越大；另一是不按农业生态系统的运行规律进行准确地投



入，而造成了这种技术的投入不是过早就是过晚，不是过多就是过少，这种不适宜的投入造成了严重的浪费现象。而强调技术投入，并避免这种不适宜投入所产生的破坏和损失，是我国生态农业优越性的体现。同时，它以充分挖掘资源利用潜力，增强农业后劲，从根本上解决我国国民经济建设同人口、资源、环境等方面的矛盾为根本出发点，因地制宜地配置农林牧渔结构，高效率地生产多种农副产品及加工品，改善农村环境，实现经济效益、生态效益和社会效益的统一和同步提高，具有最大的绿色植被，最高的系统生物产量，最合理的光合产物利用，最好的经济效益，最佳的系统动态平衡。

生态农业的具体内容包括：

**第一，农村环境资源的开发利用与保护、培植及更新。**农村环境资源开发利用合理性的标志，是资源的永续利用和高效利用，采用的途径主要是选择资源开发利用的方案，改善资源开发利用的性能，提高资源开发利用的效益。具体说，即通过合理规划和设计资源的开发利用结构模式，如农业结构系统模式、作物生态系统结构模式、农田生态系统结构模式、种植制度等，建设与环境资源承载能力相适应的高功效利用结构，提高环境资源的综合利用效率，减少废物排放量，避免资源浪费损失；提高整个环境资源整体质量和后续利用能力。这包括：通过建立立体的生物共生系统，最大效率的转化光热气等恒定的无偿资源；通过合理的农林牧渔等业的规划布局，使水土生物等再生资源发挥最佳效益，提高资源转化利用率；过通综合利用、节约利用非再生资源如煤、石油、矿石等，变废为宝，减少污染；通过对经济、社会资源和人力资源，计算投入产出效益，避免浪费损失。

**第二，合理的生态农业结构及功能设计、配置及建设。**包括能流、物流、价值流等合理流向的设计，种植业、林果业、畜牧业、水产业、加工业等结构，庭院经济结构合理比例的配置，以及其间的排列组合方式，设计与配置结构和功能，并从根本上能使系统的生产力最大，有利于资源优势发挥，不断增加和丰富人类日益增长着的物质需要和精神满足。

**第三，有机废物的综合利用、多次利用和循环利用。**包括利用自然界和生态食物链中植物—动物—微生物循环转化规律，并适当进行“加环”，形成多种循环利用模式，建设无废物排放、无污染生态的生产体系，如“桑基鱼塘”、“鸡猪鱼粮”等生态工艺。

**第四，物质能量的合理归还。**包括化学肥料等矿质能量的合理归还，以补偿和调节由生态农业系统输出而不能返还的部分物质能量，维持生态系统的存在、发展和不断更新、再生，并在更高的层次上保持着生态经济的动态平衡。

**第五，生态村庄建设。**包括村庄、庭院、道路、能源、环境与物质文明、精神文明综合建设。

**第六，经营与管理。**包括分散的，以户承包经营，自发联合经营，适度规模经营等多种形式和规划监督、计划指导，宏观控制、微观定量等管理。在规划技术管理上，包括着完整的资源利用，生态循环设计，包括平面设计、垂直设计、时间设计、食物链设计等。

**(三) 生态农业实践的初步效益。**依照上述内容进行的我国生态农业实践，随着系统结构的建立、整体功能的发挥、系统中物质能量的合理流动和循环，生态农业从根本上已显示出了旺盛的生命力，集中体现在不仅拓宽了环境资源开发利用的边界，即由过去只局限于耕地转向了全部国土和自然资源的开发，而且也充分挖掘了各种环境资源的内部潜力，变资源由单一利用为综合利用、由一次利用为多次利用和循环使用，提高了各种资源综合开发利用的效益，并保持了资源的不断修复、更新和永续利用，从根本上实现了经济效益、生态效益、社会效益的统一和同步提高，既丰富并较大增加了农畜水产品及其加工产品，改善了产品质量，又绿化美化香化了大地，

改善了人民赖以生存的生态环境，提高了生态质量。如对太阳能等恒定资源和无机环境资源的同化利用，除实行地域分异、因地因时制宜、区划环境资源利用结构、确定环境资源最大承载能力外，还建设合理的农业生物共生结构，如山区生物共生系统实行由过去一维利用到多维利用，建设立体山；水域，由平面利用到立体利用，实行立体种养结合、鱼类混养、鱼鸭塘内混养；土地利用实行农林牧结合，乔灌草结合，农桐、农粮、农枣、农草、农药间作套种，高矮秆作物、深根与浅根作物、用地与养地作物合理配置等，扩大绿色光合面积，提高光合产量。由于生态农业把恒定的无偿生态资源，可更新资源与生态环境——农业生物（包括植物、动物、微生物）—农业加工系统—农业人口这四个环节做为一个整体的结构系统，每一层次系统仅是整体系统的一部分，并且每前一级又都为后一级建立了基础，每后一级又为前一级不断提供物质、能量和信息的反馈，从而保证了资源态物质能量向农业生物经济产品态物质能量的不断转化，形成了系统的生产力。在对农业废弃物的利用上，也由过去的只做饲料、肥料的简单循环利用，通过合理的食物链设计及适当“加环”，实现了废弃物的多次多级能量利用、循环利用及综合利用，既消除了污染，又化害为利、变废为宝，增加了产品和效益。如对作物秸秆的利用，过去只做燃料或秸秆直接还田做肥料，能量浪费损失了90%以上，改做“过腹还田”以及对秸秆先粉碎做饲料，再做沼气原料，依次再做食用菌原料，做饲料、肥料等进行多级利用，循环利用，能量的利用率显著提高，并且还获得了大量的经济产品，如食用菌、肉、蛋、奶、沼气等，既改善了人民群众的生活，也改善了原来村落污染的景观。生态农业由于高度重视了资源环境的基础建设，高度重视第一性生产以及整个系统信息的反馈，这就使得各层次结构系统间和结构系统内物质能量的比例不断得以调整和优化，为环境资源的不断更新和永续利用，第一性生产力和整个系统生产力不断提高创造着条件。山东省13个山区、丘陵、平原等不同类型的生态农业示范基点建设所取得的初步成效，已说明了这一点。

**（四）当前及今后具有中国特色的生态农业建设的总体设想和建议。**中国的生态农业，目前尽管实践已取得了显著的综合经济效益，但它作为一个新兴的农业生产系统或产业部门，在我国的农业发展历史还很短，并且生态农业在理论与实践上都具有较强的综合性和边缘性，需要多种科学技术相互交叉、渗透和彼此融合。根据当前生态农业建设的情况和存在的问题，为保证我国生态农业稳步、健康、协调的发展，提出以下设想和建议。

1、建设具有中国特色的生态农业科学理论体系。我国生态农业建设和发展，虽短短几年时间，但已经历了从理论到实践的必然阶段。根据客观真理认识规律，即实践——认识——再实践——再认识，现很有必要以实践为出发点来检验已有生态农业理论，认真总结生态农业实践的经验教训，进一步探索和发展生态农业科学理论，建设更加符合我国国情、具有中国特色的生态农业科学理论体系，以进一步正确指导和推动我国生态农业的建设和发展。当前，应注意解决好生态农业试点科学研究中的方法论问题，重点是宏观研究与微观研究、定性研究与定量研究结合的问题，要使科学研究的结论符合当地实际及发展方向，避免片面化。如数学分析、系统工程方法等的应用，既要积极，又要慎重，不能不加分析的一概滥用；否则，就可能出现研究成果的片面化。同时，还应防止生态农业建设中的简单化，即认为生态农业就是大农业，就是农林牧副渔，而忽视各业间的生态关系。生态农业的过分简单化，就会使生态农业建设出现偏差，这是当前生态农业建设不得不注意的又一问题。

2、对我国生态农业进行整体设计和规划布局，逐步使我国生态农业建设由局部性、区域性进而转向全国性、整体性建设。当前，我国生态农业建设主要是以生态户、生态村、生态乡（镇）为主，也新出现了向生态县、生态地区，生态流域发展的趋势，这为生态农业的大发展提供了基础

和经验。

3、要研究制定生态农业建设的方针、政策和发展步骤，要强调生态农业的稳步、持久和慎重的的发展。

4、建议把生态农业列为国民经济建设的新兴产业部门，并加强其理论与实践的研究。中央和地方应成立专门领导机构、办事机构、科研推广机构，保障生态农业健康、协调和稳步的发展。

## Ecological agriculture — basic road for agricultural modernization of China

*Li Chuanyue Ji Mingchuan*

*(Station of agricultural environment protection and monitoring  
in Shandong province)*

### Abstract

In this paper, a series of questions such as the natural feature of the agricultural modernization, the problem of the industrial modern agriculture, the general trend of the world in agricultural modernization, the risen abruptly substituting agriculture, the special requirement of the agricultural modernization in China are analysed. It is inquired about the history condition of the risen abruptly ecological agriculture, the basic condition of China, ecologic rule, economic rule, systematic rule, the rule of structure-function relationship as well as the modern scientific theory, etc.. The connotative feature, basic task and some direct experience of the ecological agriculture of China are also discussed. Furthermore, some principal rule and suggests to build and develop ecologic agriculture, to realize agricultural modernization of China are advanced.