

生态农业建设 与水资源可持续利用

王晓宇 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



生态农业建设 与水资源可持续利用

内 容 提 要

本书以农业发展与水资源利用为主线,阐明了尊重自然规律、建设生态农业、实现水资源可持续利用是破解我国粮食安全、水资源危机和生态环境等问题的关键。全书共六章,系统地介绍了生态农业建设与水资源可持续利用的相关理论、技术与实践。主要内容包括人类农业发展与水资源利用的历史回顾;农业生态系统与生态农业;生态农业建设中的水资源问题;以水资源的可持续利用促进生态农业健康发展;保护和优化水环境,拓展生态农业的内涵;保护生态环境、高效利用水资源的生态农业发展模式及技术。本书旨在促进全社会共同营造良好的农业水生态环境,以水资源的可持续利用,夯实生态农业的发展基础,并在生态农业建设中实现对水资源的有效保护和永续利用。

本书适合长期从事农业、水利、环保工作的领导和科技工作者阅读,也可供相关院校的广大师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

生态农业建设与水资源可持续利用/王晓宇编著. —北京:中国水利水电出版社, 2008

ISBN 978 - 7 - 5084 - 5379 - 8

I. 生… II. 王… III. ①生态农业—研究—中国②水资源—资源利用—可持续发展—研究—中国 IV.

S - 0 TV213.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 035682 号

书 名	生态农业建设与水资源可持续利用
作 者	王晓宇 编著
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 15.25 印张 372 千字
版 次	2008 年 3 月第 1 版 2008 年 3 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	36.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

序

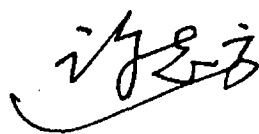
一部人类文明史就是人与自然关系发展的历史，农业的发展也不例外。人类带着资源、环境和粮食三大基本生存问题进入了 21 世纪。随着世界人口激增和全球气候变暖，以及资源、环境、粮食、突发性干旱洪涝等自然灾害的出现，人类面临前所未有的生存挑战。人类在控制人口、节约资源和保护环境的前提下，在发展农业和水利方面，要根据科学发展观，彻底改变高投入、低产出、高排放、低效益的粗放型农业经营方式，实现农业生产的高产、优质、高效和低耗的优化模式；要全面建设生态农业，保护农业自然资源和生态环境，减少对农业资源环境的破坏和污染，把农业发展置于农业资源的良性循环之中；随着经济社会的发展，有计划地发展多种形式的适度规模经营和产业化经营，实现农民富裕和农业社会的全面进步，使农村的资源、环境、人口、经济和社会相互协调、共同发展，从而实现农业生产的可持续发展。党的十七大报告提出，要“建设生态文明，基本形成节约能源资源和保护生态环境的产业结构、增长方式、消费模式”。倡导生态文明建设，不仅对中国自身的发展有深远影响，也是中华民族面对全球日益严峻的生态环境问题作出的庄严承诺。

农业是农、林、牧、副、渔五业所组成的复合生态经济系统。在这一自然生命支持系统中，所有生命要素因水

而生，依水而存，对水的量变和质变十分敏感。水资源既是重要的农业生产资源，又是重要的农业生态环境控制因素。水是农业的命脉，这是我国几千年来对农业实践的总结，也是水利与农业、水与粮食关系的最好概括。人类农业生产在与水的相依相伴中，在与水的抗争中，得到不断发展，也出现了不少矛盾。新中国成立 50 余年来，规模空前的水利建设为保障我国农业迅速发展和社会长期稳定创造了条件。但由于种种原因，水利发展的模式基本属于粗放型。不少工程的安全标准不高，建设质量较差，配套设施不全，管理工作薄弱，用水浪费很大，水质污染严重，水土流失尚未得到有效控制，与农业的高速发展要求不相适应。因此，必须按照中央水利工作方针，坚持可持续发展治水思路，遵循水与自然和谐发展的规律，以水资源的可持续利用促进生态农业健康发展。通过水资源的有效保护、合理开发、高效利用、综合治理、优化配置、全面节约和科学管理，促使农业经济与水资源和生态环境的协调发展。

本书从论述农业发展与水资源利用的历史经验开始，全面系统地介绍了农业生态系统与生态农业、生态农业建设中的水资源问题，强调以水资源可持续利用促进生态农业的健康发展，并对建设生态农业园区和生态农业的发展模式及技术进行了论证。本书的特点是：把发展生态农业与水资源可持续利用紧密地结合成有机的一体，从理论和实践两方面详尽阐明其内在联系，并提出相应的生态农业发展模式和技术，对生态农业的发展和水资源的可持续利用具有重要的指导意义。全书的主题明确、观点新颖、内容丰富、信息量大、涉及面广，理论与实际结合，古今、中外对比，拓宽了读者的视野，只要坚持和实践科学发展

观，通过全民的努力，一定可以实现祖国山川的秀美宏图，建设具有中国特色的现代化农业，使农业和水利永续地发展，造福子孙后代。我相信，此书的出版将有益于提高全社会对建设生态农业和水资源的可持续利用的重要性的认识，也有利于促进我国生态农业的发展和水利资源的可持续利用。

A handwritten signature in black ink, appearing to read '许志' (Xu Zhi), with a long horizontal stroke underneath.

2008 年 2 月

前言

中国的农业源远流长，从一万年前的石器时代的原始农业到传统农业、再到石油农业的过程，也是人类开发、利用、保护水资源的过程。随着人口的日益增长和人们物质生活需求的不断增长，人类在农业生产中对水资源的开发、利用达到了前所未有的高度，在提高农产品产量、创造灿烂物质文化的同时，人类对水资源的干扰也超过了自然的承受能力，主要是农业用水浪费很大、水质污染严重、水土流失严峻，带来一系列生态环境问题。本书从建设生态农业和通过水资源的合理开发、优化配置、有效保护、综合治理、高效利用及科学管理实现水资源的可持续发展的角度，对人类农业可持续发展与水资源可持续利用，分别从理论与实践、内涵与特征等方面分六章进行了总结、探索。希望对长期从事农业、水利、环保工作的领导和科技工作者，以及相关院校的广大师生有参考作用。由于作者水平有限，书中难免有误，欢迎批评指正。

作者

2007年12月

目录

序

前言

第一章 人类农业发展与水资源利用的历史回顾	1
第一节 农业发展的三个阶段	1
第二节 农业文明与水资源保护利用	7
第三节 从科学发展观看未来农业发展和水资源利用	17
参考文献	23
第二章 农业生态系统与生态农业	25
第一节 生态学及其发展	25
第二节 生态系统的概念和功能	33
第三节 农业生态系统	44
第四节 生态平衡	49
第五节 生态农业	60
参考文献	75
第三章 生态农业建设中的水资源问题	76
第一节 生态农业建设与水资源	76
第二节 水资源短缺及浪费	80
第三节 水资源污染	85
第四节 水土流失问题	109
参考文献	119
第四章 以水资源的可持续利用促进生态农业健康发展	122
第一节 水资源的优化配置与农业生产结构优化	122
第二节 以“物流”代替“水流”	127
第三节 实现水资源的高效利用	134
第四节 农田水利建设	147
第五节 实现农业清洁生产 建设农村美好环境	153
第六节 治理水土流失 改善生态环境	172

参考文献	187
第五章 保护和优化水环境 拓展生态农业的内涵	191
第一节 建设生态家园	191
第二节 依托山水资源 发展观光生态农业	199
参考文献	206
第六章 保护生态环境 高效利用水资源的生态农业发展模式及技术	208
第一节 保护生态环境 高效利用水资源的生态农业发展模式	209
第二节 保护生态环境 高效利用水资源的生态农业技术	219
第三节 生态农业建设模式及配套技术典型案例——集水型生态农业分析	230
参考文献	232

后记

第一章 人类农业发展与水资源利用的历史回顾

第一节 农业发展的三个阶段

人类的农业生产是在采集经济基础上产生的。时间大约是在一万年前的旧石器时代末期或新石器时代初期。人类在长期的采集野生植物的过程中，逐渐掌握了一些可食植物的生长规律，经过无数次的实践，终于将它们栽培、驯化为农作物，从而产生了农业。人类文明的第一个形态是农业文明。农业的产生也是人类历史上第一次科技革命。

农业的发展经历了漫长的岁月，迄今为止，世界农业已经历了原始农业、传统农业、石油农业三种发展形态。

一、原始农业

原始农业是人类用自然力自发进行物质生产，主要供给自己（劳动者及其家庭）的初级农业形式。原始农业是用火烧方法清理土地，然后种植作物的方式，也称刀耕火种农业。主要特征是人类使用石器、棍棒等简单工具，有目的地种植和养殖以获得食物。从距今一万年左右农业发明开始，至距今四千年前阶级社会形成为止，为原始农业时期。

原始农业的贡献在于对野生动植物的驯化。原始农业为人类生活提供了可靠的保证，使人类逐渐定居下来。同时，原始农业也为其他产业的发展提供了条件，家畜饲养、原始手工业、副业等都是在它的基础上才得到发展的。原始农业使人类告别了靠采集和渔猎为生的蛮荒时代，开始了农业文明，开创了人类历史上彪炳千秋的古代文明。

原始农业以砍烧林木获得可耕地和灰烬为其存在前提，它的积极意义在于开始了人类通过自己的活动增殖天然产品的过程，开拓人类新的活动领域和空间；但原始农业又被称为掠夺式农业，它在进行生产的同时，破坏了自身再生产的条件，随着人口的增加和耕地的相对不足，这种对自然界掠夺式的生产必然要被新的农业生产方式所代替。

二、传统农业

传统农业也叫固定农业，农民有固定的居住地和固定的农耕范围，以使用畜力牵引或人力操作的金属工具为标志，生产技术建立在直观经验的基础上，而以铁犁牛耕为典型形态。传统农业以有机肥为主要肥料，充分利用各种资源进行农业生产，其核心是自给自足，以自然经济为主，以实现“丰衣足食”为目标，形成了相对稳定而又低效的农业生产体系，人与自然的关系表现为顺应自然。

传统农业是人类农业发展的一个很长的阶段，大约始于石器时代末期和铁器时代初

期。中国在公元前 2000 多年前的夏朝进入阶级社会，黄河流域也就逐步从原始农业过渡到传统农业。

中国的传统农业也是典型的循环农业（故传统农业也被称为循环式农业），是世界上最早的循环经济形态，它存在了数千年的历史，养分很自然地以牲畜和人类排泄物的方式返还到土壤中。它是一种可持续的农业发展模式，可称为传统农业循环经济。中国农田施肥起源很早，而且日益受到人们的重视，甚至到了“惜粪如惜金”的地步。肥料来源除天然肥和绿肥以外，还包括人们在农业生产和生活中的一切可以利用的废弃物。合理排灌也是改善土壤环境的重要措施，中国传统农业又很重视发展农田灌溉。这方面有先秦的农田沟洫、战国以后的灌淤压碱，南方稻作的烤田技术等。用地养地相结合是中国传统农业的优良传统。农业生态系统的营养循环链结构完整，功能稳定，农业生产持续繁荣。这种尊重自然规律的环境友好型的耕作模式，以较高的粮食生产养活了庞大的人口，并以此为基础，创造了辉煌的古代文明，并使中华文明成为世界七大古文明中唯一能够延续至今的古老文明。

在个体小生产基础上发展起来的，以精耕细作为主要特征的中国传统农业，其成就是巨大的，但也从一开始就呈现了它的局限。中国传统农业科技自身的缺陷在于重综合而轻分析，重定性而轻定量，重应用轻机理，注意对农业生物和农业生态系统的外部特征及相互关系的观察和利用，而忽视对其自身要素和内部结构的深入研究。明清时代，中国传统农业在土地利用上达到一个新的高度，精耕细作技术在广度和深度上都有所发展，在农学理论上也有些新的东西，但进展不大，没有质的变化。从马一龙到杨岫都试图用阴阳五行的理论来阐述农业生产的机理，解释农作物生长发育的过程。这种理论强调了农作物生长和环境条件密不可分的关系，强调了农作物生长过程中存在着相互依存的矛盾的两个方面，一定程度上反映作物的生长规律，但它毕竟是一种抽象、笼统的原则，没有深入到生物体内部，完全没有涉及农作物从开花到结实这一关键时期的细节，因而不可能对农作物的生命过程作出科学的解释。这种理论本身的模糊性和包容性，又妨碍人们进行深入的研究。但同时代的欧洲，却出现了新的突破。明崇祯元年（1628 年），德国的 C. Schsiner 制成最早的复式显微镜。清康熙四年（1665 年），英国的 R. Hooke 用自制的显微镜发现了细胞，从此打开了解释动植物生命结构的奥秘之门，植物授精的概念、动物授精的概念、植物营养的概念、病原微生物的概念相继出现，农业生物学获得飞跃的发展。生物学是农学的基础，没有生物学的领先，农业技术的创造改进就只能停留在感性阶段。中国传统农学和传统农业，恰恰是从这里开始落后于西方的。19 世纪生物学较大发展并应用到农业中。与西欧同时期相比，中国传统农学的基础学科，尤其是生物学显然是落伍了。我国传统农学也从此落后于西方。

由于传统农业最基本的特征是技术停滞，农民以世代相传的直接经验为技术基础，主要靠手工工具和人力、畜力耕作，使用自然肥料，操作技能依靠传统经验，生产力很低，基本上没有现代工业的支持。由于技术停滞，精耕细作的传统农业生产方式，主要依靠投入大量的劳动力来获得较高的收获量，传统农业的资源配置已经达到了极限，是一种“低消耗、低投入、自我维持”的半封闭式农业。生产率很低，处于一种低水平的均衡。

传统农业出现危机的主要原因之一是人口激增，全球特别是中国，18 世纪开始出现

了人口爆炸。1800 年世界人口达到了 10 亿人，到 1900 年达到了 16 亿人，到 1950 年达到了 25 亿人。明崇祯十七年（1644 年）中国人口就达到了 15250 万人；到了清乾隆时期，人口发展到 31000 万人；清朝末年达到 43600 万人，新中国成立时人口达到 54000 万人。传统农业这种循环满足不了人口对农产品的需要。从 20 世纪中叶（发达国家从 19 世纪中叶）开始，由于传统农业不适应工业化发展的需要，不适应现代社会经济条件的变化，必然地向石油农业转变。

三、石油农业

“石油农业”亦称石油密集农业、化学农业、无机农业或工业式农业，是以美国为代表的世界经济发达国家以廉价石油为基础的高度工业化的农业的总称，是在昂贵的生产因素（即人力、畜力和土地等）可由廉价的生产因素（即石油、机械、农药、化肥、技术等）代替的理论指导下，把农业发展建立在以石油、煤和天然气等能源和原料为基础，以高投资、高能耗方式经营的大型农业。石油农业是继传统农业之后，世界农业发展的一个重要阶段，在 20 世纪 60 年代达到鼎盛时期。

· 现代农业不是单纯由传统农业技术自身发展而来的，它是用科学改造传统农业、用工业武装传统农业的结果。19 世纪中叶世界传统农业开始出现了科技革命。

（1）农业化学革命，以德国化学家李比希的矿质营养学说理论为基础，他通过大量研究发现植物吸收的不是腐败的有机物，而是吸收简单的无机的矿物质，提出大田产量随施入土壤的矿质养料数量的多少而相应的变化。土壤是植物养料的储藏库，植物靠吸收土壤和肥料中的矿质养料而滋养，土地肥力丧失的主要原因是，植物消耗了土壤里的生命所必需的矿物成分，诸如钠、钙、磷等。为了弥补土壤库储量减少，可以通过施用化学肥料和轮栽等方式如数归还土壤，以保持土壤肥力永续不衰。开辟了用化学理论、方法来研究土壤并解决农业生产问题的新领域，并对植物生理学以及整个生物科学和农业科学产生了极为重要的影响。同时，矿质营养学说还迅速推动化工、化肥工业的发展，在化工化肥发展史上具有划时代的重要意义。直至今日，该学说仍被作为化肥工业和化肥应用的最重要的理论依据。化肥的用量，以 1913 年的数字全球 51 万 t 为 1，到 1949 年变成了 7，1994 年是 173，1999 年是 277，仅仅不到 100 年时间。

（2）1838 年出现的生物学，就是细胞学说，还有 1895 年的达尔文的进化论，和 1866 年的孟德尔的遗传学，由此生物学有了巨大的突破，因此产生了育种科技。1913 年美国出现了杂交玉米，1968 年在中国出现了杂交水稻，1962 年第一台拖拉机就出现了。接着就是农业化学、农业机械和电力应用到了农业领域。化肥、农药、地膜、拖拉机进入到原来闭合式的传统农业体系。到了工业革命时代，外部增加了很多的能源和物质进来，这样使闭合式的农业变成开放式的农业，产生了大的循环变化。

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。在当时的历史条件下，“石油农业”具有以下的基本优势。

(1) 科学化。石油农业的生产和组织管理依靠深入揭示客观规律的自然科学和经济管理科学。

(2) 机械化。石油农业实现了全盘机械化,并向自动化迈进。

(3) 市场化。石油农业是市场经济,农产品市场和农业生产要素市场空前发达。

(4) 专业化。石油农业的社会分工日益深化,农业生产形成了地区分工、生产环节分工和生产工序分工。

(5) 社会化。石油农业的产业链条延伸,形成了一个比较完整的农业社会化服务体系,大量农业生产的产前、产中、产后活动由各种专业化服务组织来完成,一体化经营,企业化管理。

(6) 高劳动生产率。石油农业阶段,城市化和工业化提供了大量农外就业机会,农业劳动力大量转移,农业劳动力的比重大大下降,农业劳动生产率大幅度提高。

(7) 环境优良化。石油农业的基础设施完备,农民的生活方式根本改变,城乡差别明显缩小或消逝。

石油农业以运用发达的工业能力,向农业大量输入机械、化肥、燃料、电力等各种形式的工业辅助能为主要特点。土地生产力、劳动生产力及商品生产率都大大提高,在满足巨额农产品数量增长、品质改善和满足人们衣食需求及发展农村经济、实现农民增收方面作出了巨大贡献。在石油农业发展过程中,农业创造了世界奇迹。石油农业以机械代替人力、畜力,以高产品种和新耕作法代替农家品种与传统耕作,以商品经济代替封闭经济,使得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。发展中国家以良种、化肥、灌溉为主要标志的绿色革命,使农业产量和产值不断增长,为缓解人口压力、摆脱饥饿与营养不良作出了巨大贡献。使农业由粗放到节约,由小型自给向大规模专业化、商品化发展,高投入、高产出的生产方式使土地生产力和农业生产实现了飞速增长。从20世纪初到80年代,世界人口增长了2倍,而同时世界谷物总产增长了2.3倍,农业总产值增加了2.4倍。这场“石油农业革命”不仅使美国的农业实现了现代化,而且还带动了人类历史上第一次全球范围内的农业现代化努力。从发达国家到发展中国家,“石油农业”迅速成为全球农业发展的主要模式。20世纪60年代末的世界粮食首脑会议确立了这一模式是农业现代化的必由之路,并把它作为此后20年改变全球粮食供应紧张、消灭饥饿的主要措施。这一努力的积极成果是大大提高了农产品的产量,世界养活了比原来预期多10亿以上的人口。

20世纪50年代以来,石油农业得到更快发展,多实行企业化和集中式经营,耗用大量以石油为主的能源和原料,具有高产、高效、省力、省时、不施粪肥、经济效益大等特点,无论对提高农业生产效率和农产品产量,解决因人口激增而引起的世界粮食需求矛盾尖锐等问题,或在经济发达国家的农业发展史上均起过重要作用。

石油农业在提高农业生产率方面发挥积极作用的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) 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允许水平, 以过快的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, 加利福尼亚州的 San Joaquin 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。土壤资源遭到破坏, 还表现在土壤结构恶化、系统内部有机质和养分的亏缺、地力下降。

(2) 化肥和农药用量上升, 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。伴随着发达国家农业化学化, 化肥、农药及除草剂的用量迅速上升。如美国伊利诺伊州在 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。据美国科学院研究, 在农耕区施用的化学氮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药性增强, 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了农产品的质量, 最终影响人类的健康。

(3) 加剧能源危机。机械化集约农业(石油农业)所面临的巨大挑战是资源问题, 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 20 世纪 70 年代初发生第一次能源危机以来, 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。

(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 20 世纪 70 年代, 世界粮食生产平均增长率为 3.35%, 而化肥增长率为 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) 单一种植带来严重危害。20 多年前的“绿色革命”曾经给农业带来一时的繁荣。目前世界上约有半数以上人口依靠这一成果维持生活。然而, 这些高产品种的单一种植, 仅仅是在日益短缺的资源和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。

(6) 掠夺经营造成资源衰退。滥砍乱伐和滥垦乱牧, 造成水土流失, 土壤沙化。

新中国成立 50 余年来,生产、生活方式发生了深刻的变化。随着工业化、城市化以及向市场经济的转变,农业资源和产品(粮食等)在更加广阔的空间范围内流动,加之农业耕作方式的转变(传统农业转向石油农业),人畜排泄物中的养分很难再完全返回到土壤中去。人类生活系统与农业生产系统之间的营养链被打断,农业生态系统的营养循环遭到严重破坏。农业生产工具正在逐步实现机械化,化肥、农药、塑料薄膜、电力和燃油的投入越来越多,农产品的产量不断提高。但是,大量使用化肥导致农业生态系统营养循环的破坏:一方面,有机质含量减少,生产潜力下降,农业生态系统日趋贫瘠化;另一方面,农民又不得不依赖大量使用化肥来弥补土壤中营养素的损失以维持土地生产力,导致了水体污染、富营养化和土壤板结等的恶性循环。不合理使用农药导致土壤、水体和农产品受到污染,直接威胁食品、环境安全以及国民健康;害虫产生抗药性后再度猖獗;塑料薄膜的大量使用造成了白色污染,破坏了土壤的结构,使农作物减产。同时也加大了农业生产成本,降低了生产收益,抑制了农村经济的发展。这些危害在最近的 20 几年里表现得尤为突出。严重危害了农业生态系统的健康和整个社会的持续发展。1987 年我国每生产 1kJ 谷物,约需 0.5kJ 化学能源,由于能源资源的有限性,这种局面难以持久。1988 年我国的化肥施用量每公顷 198.1kg,远远超过世界平均水平 98.7kg 的一倍以上。过量的化肥使用,使土地盐碱化和板结,地下水受污染。据测算,黑龙江省土壤有机质含量已由新中国成立初期的 7% 降至 3.8%。中国每年施用农药 25 万 t,居世界第二位。由于农药的过量使用,使农作物抗病能力下降。许多引进的剧毒农药在植物中的溶解渗透能力比在水中高 1000 万倍以上,对农作物及农产品的内在污染极为严重。由于化肥、农药、农膜、燃油的过量使用,除对环境污染破坏外,也导致了产品成本上升,效益下降。

在 1981~1999 年间,我国对农业的投入一直在增加,例如,化学肥料投入增加了 1.4 倍,但是谷物的单产和总产仅增长了 60%,而且近 6 年一直处于停滞状态,见表 1-1。从 1981~1984 年的 3 年时间,我国的谷物单产、总产增加了 28%,而化学肥料的投入仅增加了 30%,这说明当时的农业投入所显示的生态效率是正常的、理想的。而在以后的 17 年中,尽管在化肥的用量上大幅度加大了投入,甚至加大了磷、钾肥的投入以实现所谓的平衡施肥,但是在整体上并没有能扭转我国农业生产效率下降的趋势。这些现象的

表 1-1 1981~1999 年我国粮食单产、总产和化学肥料投入增长趋势表

项 目 \ 年 份	1981	1984	1987	1990	1993	1996	1999
人口	100	104	109	114	118	122	125
农村人口	100	103	107	111	113	113	113
总产	100	128	125	141	142	158	159
单产	100	128	129	140	148	159	160
化肥	100	131	150	180	166	237	242
氮肥	100	131	146	170	156	219	212
磷肥	100	132	153	200	189	277	303
钾肥	100	120	201	270	222	375	491

注 以 1981 年的基数为 100 计。

背后,反映了在整体上我国农业生态系统的生产潜力出现的大幅度下降。导致农业生态系统的潜在生产能力出现下降的直接原因是农业环境和农业生态系质量在整体上恶化。由于农业的投入所产生的生态效率大幅度下降,农民从事的种植业利润几乎丧尽,农民的实际收入下降。同时,农业对我国整个环境的污染越来越严重,最主要的表现是在南方水域的富营养化和在北方诱发的沙尘暴。我国农业出现的这种严峻形势成为我国国民经济可持续发展的桎梏。

西方式的农业现代化虽然应用近代自然科学的成果取得重大的成就,但西方近代自然科学是把自然界分解成各个部分进行研究的结果,对事物之间的联系注意不够。日本自然农法的倡导者认为:“现代的化学农法是化学化和机械化,靠使用大量的化肥农药来左右作物和家畜的生命。换句话说:化学农法是工业化的农法,它抑制了生命的本能,浪费了能源,破坏了环境,使人类吃的东西变得很劣质,使应当是‘有机的生命物质生产的’农业,变为‘无机物生产’的工业,其结果,一方面带来生产力的飞跃发展,另一方面农村生活和农业生产环境恶化,以及食物劣质化。”西方国家基本上是按照工业化的模式改造农业,又偏重于以石油这个非再生能源为标志的外源能的投入,在一定程度上违反了作为自然再生产和经济再生产相结合的农业的本性,因而不可避免地造成环境污染、水土流失、病虫害抗性增加、品种资源单一化等一系列问题。尤为严重的是能量的“投入—产出比”随着投入的增加反而下降,预示着这种依赖外源能的农业接近发展的临界点。

第二节 农业文明与水资源保护利用

生态系统所有生命要素因水而生,依水而存,对水的量变和质变十分敏感。农业是农林牧副渔五业所组成的复合生态经济系统。在这一自然生命支持系统中,水资源和水环境至关重要,即水是农业的命脉。兴水利、除水害,人类农业生产在与水的相依相伴中,在与水的抗争中,得到不断发展。

一、原始农业时期

人类原始农业的出现使得人类的生存能力大为提高,随之而来的,是人类繁衍的加快和生活空间的扩大,农业成为基本经济部门。水利的主要工作大约是采用传说中的伊尹传授的办法“负水浇稼”;为防止洪涝灾害,人们以氏族公社为单位,多集居在河旁阶地,所谓“择丘陵而处之”。后来又创造了保护居民区的护村堤埂,所谓“鲛作城”。

原始农业时期没有灌溉工程,必须依赖雨水,更怕河水泛滥,于是我们的先民渴望有一种控制水的能力。追寻龙的起源,可以看出龙的起源与农业生产有关。由于当时人们实在难以具有这种能力,便将希望寄托于所创造的龙这种神话形象上。人们让龙生活在水中,为的是使其统领水域,以便农业上需要水时,请龙王兴云降雨。

人类发展前期必然遵循一个规律,即顺水源(向上游或下游)狩猎、游牧、农耕,这是一条比较古老的自然规律。原始农业时期,我国的大部分地区,都有了人类活动的踪迹,特别是近水地带的优势就更为显著:淤积地区土地肥沃,便于灌溉,可以获取较好的收成,成为当时人类的良好栖息地。因此,原始人群遵循一条重要原则——择水而居。这

一点,由原始社会人类遗址的地理分布,可以得到很好的证明。先民们不仅择水而居,也沿水而行。当部落不断繁衍,人口增加,以致原有的活动地区不能供应足够的食物,便会从中分离出一部分,迁往他处;也有因为遭受自然灾害,而举族全迁的情况。他们在迁徙时,往往是循河而行,一是河谷的道路一般较易行走,二是利于沿途的饮水,同时有利于找到新的近河居住地。由发掘到的原始社会遗址可以看到,虽历经上百万年,而基本不离江河的主干、支流,原因之一即在于此。长途的跨流域的迁徙,冒险性很大,若非经过事先的踏勘、周密的规划和充分的准备,成功率是很小的,远古时期的人类不会轻为此举。这样说固然有推测的成分在内,但中国古代的确长期存在着“守土重迁”的观念。现代科学家调查猿猴世界时发现:它们各有其固定活动的区域,候鸟的迁徙多循固定的路线、多有固定的目的,而且几大流域的原始人类文化带有各自的某些特点,这些都是有力的佐证。当时的历史条件决定了各个群落、部族之间的交往是比较少的,经过以万年、十万年计的长时期的积累,相互间的影响还是显现出来了,故同一阶段不同地区的原始文化,具有很多相同的特点。以仰韶文化来说,不仅集中地出现在河南、陕西和晋南地区,而且西至甘肃的河西走廊,东至鲁西,北至河北的中部和内蒙古的河套一带,南至湖北的汉水流域,都发现有仰韶类型的文化遗址。另一方面,远距离的交往、影响往往更为缓慢,而且是间接的,再加上不同的自然环境的影响,于是形成了几个各具特色的文化区域;由于当时人们往往“择水而居”,所形成的文化区域也就以水系划分。

以黄河为例,黄河发源于青藏高原巴颜喀拉山北麓海拔4500m的约古宗列盆地。经青藏高原的青海、四川、甘肃,黄土高原和鄂尔多斯高原的宁夏、内蒙古、陕西、山西,华北平原的河南、山东,注入渤海,全长5464km,流域面积75万 km^2 。黄河因其流经黄土高原,携带了大量泥沙,多年平均年输沙量达16亿t,相当于堆成 1m^3 的土堤绕地球27圈。每年淤积在下游河床中的泥沙有4亿t,使黄河成为高出地面10余m的“悬河”。黄河中游地处季风气候区,降水年变率大,且多暴雨。泥沙和暴雨洪水造成黄河下游河床善淤,善决,善徙。从先秦到1949年的2500多年中,黄河下游决溢1590次,改道26次。黄河沿途流经的名胜之一是龙门——流传“鲤鱼跳龙门”的故事就源于此。这里水流湍急,相传鲤鱼如果能跳过龙门就可成龙。这个传说表达了人们对付出艰苦努力后到达理想境界的美好愿望,也激励着中华儿女顽强拼搏,奋斗不息。龙门相传是大禹治水所凿开的一条峡口,因而又称禹门口。黄河水和黄河精神哺育了中华民族。150万年前西侯度猿人在现今山西省黄河边的芮城县境内出现,其后,100万年前的蓝田猿人和30万年前的长峪峡猿人在黄河岸边取鱼狩猎,生活繁衍,继续为黄河文明的诞生默默耕耘。7万年前山西襄汾丁村早期智人,3万年前内蒙古乌审旗大沟湾晚期智人,奏响了古老黄河文明的序曲。距今10000~7000年的细石器文化遗址、距今7000~3700年的新石器文化遗址、距今3700~2700年的青铜器文化遗址和出现于公元前770年的铁器文化遗址等几乎遍布黄河流域。从中石器时代起,黄河流域就成了我国远古文化的发展中心。中原黄河流域文化区,尤其黄河中、下游交汇处一带,具有比较深厚的原始文化积存,形成了相对稳定的文化发展序列,连绵不断地延续了下来,率先进入文明时代,并对其他各个文化区产生了巨大的影响作用。所以,这里事实上构成华夏文明起源的中心区域。从这个意义上,仍然可以说,黄河流域是中华民族的摇篮,是中国古代文化的摇篮。