

INTRODUCTION OF SUSTAINABLE
AGRICULTURE

程 序
曾晓光 著
王尔大

可 持 续 农 业 导 论

中 国 农 业 出 版 社

前 言

世界行将进入 21 世纪。值得庆幸的是,就农业的发展思想而言,人类对新世纪的来临已有了充分的准备。这就是兴起于本世纪 70 年代初、而在 80 年代末成形的可持续农业。

本世纪前、中期,农业的工业化,或称“常规农业现代化”取得了突飞猛进的辉煌成就。随后它便开始暴露出一系列人们始料未及的副作用。在这种苗头刚出现之初,农业界的有识之士即敏感地觉察到问题的严重性。他们对常规农业现代化的反思和探索新途径的活动,直接推动了全球性可持续发展思潮的形成。反过来,亦因可持续发展概念在全球取得广泛共识并延伸到农业,使“可持续农业”很快统一和包容了形形色色的各种反思常规农业现代化的流派。

随着中国政府积极参与 1991 年联合国粮农组织的登博斯会议和 1992 年联合国里约热内卢首脑会议,可持续发展和可持续农业的概念开始为日益迅速增多的人们所知晓。可持续发展及可持续农业推行的成功保证在于群众的广泛和自觉参与,然而迄今在我国关于这方面的专著还很少。特别是可持续农业其初始形态——在一些发达国家里六七十年代兴起的“有机农业”、“替代农业”、“再生农业”、“生物动力农业”等,有关的文献已近乎浩如烟海,但介绍到中国的却是为数甚微。在我国,尽管与国际上通行的可持续农业迥殊而归同的“中国生态农业”发源亦已近 20 年,但把中国生态农业同可持续农业联系在一起,并进行比较研究的著作也还是空白。对于广大刚刚涉足此一领域的读者来说,需要有一本能扼要而较系统地介绍可持续农业起源的背景、发

展阶段以及理论、框架的参考读物。本书便是作者10余年来潜心研究之心得。考虑到本书读者的不同对象和要求,除了在文字上力求较易于看懂之外,还尽可能多地提供有关图表和数据。在每一个部分后面附列必要的参考文献,希望能为那些欲深入研究可持续农业的同仁们提供某些帮助。

本书分为三部分:第一部分,在全面回顾可持续发展及可持续农业的形成史和可持续农业的框架体系的同时,还着力探讨和总结在对传统农业思想这一巨大变革所出现的种种经验教训。因为这种总结和分析的本身就是深化对可持续农业认识的一种很好的方式;第二部分着重介绍了可持续发展和可持续农业的学科、理论基础,这是一种尝试。因为我们意识到,任何一种科学的农业体系,以及它要能够站得住脚并有远大的发展前途,必须而且一定会有其独特而坚实的理论依据、学科基础以及方法论的指导。但对于众多难得有机会系统学习农业生态学、微观经济学和生态(环境、资源)经济学的农业行政领导、科研教学工作及技术人员来说,可能最愿意能有这方面的一些最基本、然而也是最重要内容的书;第三部分则按照可持续农业的技术体系,尽可能结合中国农业的实例,系统地介绍可持续农业的主要技术。当然,由于可持续农业包括“中国生态农业”还在发展的初期,新的技术层出不穷,难免挂一漏万。尤其需要说明的是,信息技术和生物技术的应用对可持续农业至关重要,各国学者无不对其寄予厚望。而且它们确也不负众望,已经开始显露出希望的曙光。但限于篇幅,本书未能予以详细介绍。

总之,可持续农业的核心是要求很好地兼顾生态、社会和经济三方面的效益,而其实行正所谓“谈何易”。作为一种需要作出跨学科、跨专业和跨部门、跨地区努力的农业新实践,目前有关的研究和总结资料更是有限的。因此,作为一次探索,如果本书能够起到使有志于此的读者同我们分享已有知识积累的作用,则将是本书作者的大幸。诚望读者不吝批评指正。

全书由程序总策划。作者各有分工：第一部分和第二部分的第一章，以及第二章的四、五节，第三部分的第七章由程序撰写；第二部分第二章的一、二节及第三章由王尔大撰写；第三部分的第一章、第二章、第三章和第六章由曾晓光撰写，第四章由孙振玉撰写，第五章由万方浩撰写。全书的初稿统编和校正由曾晓光完成。在编辑出版全过程中，承蒙中国农业出版社的大力支持，参考了有关文献，中国农业大学国际农村发展中心（CIAD）以及农业部区划司对本书的出版给予了部分资助。在此，一并表示深切的感谢。

著 者

1997.7

目 录

第一部分 可持续发展及可持续农业思想体系

引言	1
第一章 可持续农业的定义、基本特征和体系	5
一、定义与基本特征	5
二、主要组分及体系	6
第二章 常规农业现代化的演进史及基本特征	10
一、现代农业文明的肇始及农业现代化进程中的一系列重要事件	10
二、发达国家农业现代化的发展及常规农业现代化的实质 (以美国为例)	12
三、世界和中国的传统农业向常规农业现代化的过渡	14
第三章 常规农业现代化遇到的挑战	19
一、实现了常规现代化的美国农业所面临的问题	19
二、“绿色革命”——另一种常规农业现代化遇到的挑战	24
三、中国在实施常规农业现代化战略过程中所付出的代价	28
四、对中国继续推行常规农业现代化战略的客观制约因素	38
五、全球面临的农业可持续发展的共同问题	47
第四章 对常规发展思路及常规农业现代化模式的反思	55
一、可持续发展观念形成的编年史	55
二、对可持续发展和可持续农业观念形成作出重大贡献的学者及其学说	58
三、可持续农业观念对统一各种反思常规农业现代化的思潮所起的作用	74

四、“中国生态农业”倡导者对常规农业现代化模式的反思	77
第五章 可持续农业与中国生态农业	83
一、中国生态农业与西方生态农业的本质区别	83
二、中国生态农业是具有中国特色的可持续农业的发展之路	85
三、中国生态农业建设的现状及其在农业和农村可持续发展中的 地位和作用	88
四、中国生态农业主要技术体系及农业生态工程	92
第六章 可持续农业战略的实施	100
一、造成农业不可持续性的主要原因	100
二、消除农业不可持续性的对策	103
三、发达国家实施可持续农业战略的做法（以美国为例）	114
四、中国生态农业的内涵有待深化和提高	116
五、中国农业现代化战略的归宿——可持续的集约化农业	121
六、成功地实施农业可持续发展战略的关键	125
结语	129
主要参考文献	136

第二部分 可持续农业的理论、学科基础

第一章 可持续农业的生态学和政策学原理	139
一、生态系统的概念及研究生态系统的目的	141
二、农业生态系统的定义及其基本性质	152
三、农业生态系统功能分析的基本概念和方法	158
四、生态系统的稳态调控机制	164
五、生物群落演替、生态平衡及农业的旁途演替特点	169
六、生态系统两大基本功能的根本矛盾及缓解矛盾的对策	172
七、用系统动力学方法解决复杂的生态、环境和资源对策问题	177
八、以病虫害综合防治为例说明尊重和运用生态学原理的重要性	180
九、中国生态农业的生态学原理	182
十、促进可持续农业的环境经济学政策	187

十一、促进可持续农业的资源经济学政策	189
第二章 可持续农业的资源经济学基础	193
一、引言	193
二、资源经济学的几个基本概念	196
三、资源经济分析	201
四、农业资源的合理利用	216
五、农业资源利用效率及边际效益分析	227
第三章 可持续农业的环境经济学原理	235
一、农业生产过程“外部性”的确定	235
二、外部性理论的演变	236
三、不采取政府干预的办法解决外部性问题	245
四、生产和污染控制技术对污染控制的影响	250
五、外部性分析的应用	253
六、结语	260
主要参考文献	263

第三部分 可持续农业发展的科学技术

引言	265
第一章 多熟种植制度	270
一、概述	270
二、发展多熟制的意义	273
三、多熟制度的发展过程	278
四、复种指数与农业可持续发展	288
第二章 节水农业	302
一、节水农业的概念	302
二、水资源	303
三、节水的技术与管理改进	308
四、旱农制度	331
第三章 防治土壤侵蚀的综合措施	362
一、概念	362
二、土壤侵蚀的危害	363

三、影响土壤侵蚀的因子	364
四、世界土壤侵蚀状况	368
五、中国土壤侵蚀状况	376
六、防治土壤侵蚀的综合措施	379
第四章 综合植物营养管理 (IPNM)	412
一、植物和土壤营养知识的概述	412
二、提高肥料利用率的主要途径	419
三、有机肥料应用	427
四、生物固氮及微生物肥料	431
五、氮、磷、钾循环及氮素流失与污染	437
六、轮作的研究进展	443
第五章 有害生物综合治理 (IPM)	447
一、化学农药带来的难题与困境	447
二、有害生物综合治理的概念及其发展	451
三、国际有害生物综合治理发展的趋势	455
四、我国 IPM 的成就、问题与发展战略	460
五、发展以农民为中心的可持续 IPM 技术体系	464
六、可持续农业的生物防治	467
七、可持续农业的害虫抗药性治理	493
八、可持续农业的抗性育种	495
第六章 混合农作制度及农作多样化战略	501
一、概念与定义	501
二、美国近期混合农作制度的研究动向	505
三、我国混合农作制度的传统与发展	514
四、我国混合农作制度与农业可持续发展	524
第七章 生物技术和信息技术等高新技术的应用	539
主要参考文献	544

第一部分 可持续发展及可持续 农业思想体系

引 言

可持续农业 (Sustainable agriculture) 这个从“可持续发展”派生而来的词汇，代表着一种全新的农业发展观和实施可持续发展战略的重要部分，正在我国引起越来越广泛的关注。尽管这一词汇正以很快的速度普及，但对于大多数人来说，它仍是十分陌生的概念。虽然望文生义也能揣摸出一些含义，但不免会产生牵强附会甚至实用主义的理解。这实在是因为“可持续农业”思想的历史太短。如果以联合国粮农组织 1991 年在荷兰召开会议首次正式采用“可持续农业”一词计，迄今只有不到 5 年的时间。加上国际农业学术界迄今也一直对其定义没有统一的说法，而各种学派又都试图对“可持续农业”这一被各家普遍认同和接受的术语，作出符合自己意图的解释，因此大多数中国农业工作者对“可持续农业”感到陌生也就是很自然的了。

认识和理解一种新的思想或思潮，最重要的方法莫过于去追溯它的起因和发展的历史过程。“可持续农业”这一词汇虽然新颖，然而它却是植根于历史发展进程基础上的。研究可持续农业思想起源的时代背景，以及推动其发展的因素，可以使我们坚信，它是不可阻挡的人类文明史和农业史发展的必然趋势；还可以使我们从不同思潮、学派和利益集团围绕这一论题进行的论战和交锋中得到深刻的启发，学会如何科学和客观地对待一切处于萌芽状态、但却代表着发展方向的新事物和新思想。

“可持续农业”决不仅仅是一种口号或标志，它是一门正在发展和完善的学科。任何学科一定有它自己独立的科学理论基础及技术体系。可持续农业是一门独特的学科，由于它要研究和解决问题的复杂性，决定了它只能是跨学科、跨部门和跨地区的综合体系，以及研究方法的多学科综合性。只有掌握了与之关系密切的相关学科的基本原理，才能使我们对可持续农业从理论上做到清醒而坚定，进而才能正确指导实践，并去探索可持续农业的战略、途径和方法，这是保证成功推行可持续农业的关键。

正确处理农业发展同资源、环境、社会的关系，特别是人与自然的关系，是“可持续农业”的根本宗旨和首要的使命。“可持续农业”虽然是一个新词汇，但它所代表的观念和思想却并非近年才出现。远在两千多年前，中国的儒家先哲们就已提出了“天人合一”的观点。正是在这种正确对待自然和环境思想的指导下，古代中国农业在探索种种克服不利自然条件（如干旱等）的途径，并获得巨大成功的同时，一直是“善待”自然的。中国古代的“有机农业”受到近代和现代国际农业发展学界的高度评价，称赞是“持续了五千余年”而长盛不衰的农业范例。在近二三十年国际上如火如荼地开展经济和农业发展思想变革中，中国的农业科学家也并不落后：即便处于“文革”及其余波的非常时代，在几乎完全隔绝了我们同国际学术界的联系的情况下，中国有远见卓识的农业学者还是在几乎同他们的外国同行在同一时间里提出了带有显著民族特色的农业可持续发展思想——“中国生态农业”。因此，比较古今中外在“可持续农业”这个重大命题上的异同及殊途同归现象，不仅可以使我们进一步坚定农业必须走可持续发展之路的信念，还可深入地分析国情，在借鉴国外推行可持续农业成功经验的基础上，找到在我国实施有中国特色的可持续农业的切实可行途径。

“可持续农业”之所以能称得上是一种全新的农业发展体系，除了有它与众不同的多学科理论和科学基础之外，也在于它正在

形成自己的一整套独特的工程和技术系统。反过来，在工程和技术这类“硬件”上的不断创新，又使可持续农业具备越来越大的可行性，从而起到重大的保证作用。同时，对本书的读者来说，我们希望不但能够从宏观方面了解和把握可持续农业的特点、实质，也能学习到实际的方法和技术，以便切实地推进可持续农业的实践。

从1990年起，美国农业部在以往两年的“低投入农作计划”（即 LISA program）基础上，为了更准确地反映持续农业的实质，将其改名“持续农业研究和教育计划”（即 SARE program）。用以强调持续农业并非是泛义地提倡低投入，而是要通过智力的高投入来适当减少物质的投入。

目前对“持续农业”的理解还存在着某些分歧。从技术和经济方面确保农业满足社会对食物需求的生长的能力，保持自然生态平衡、农业生态系统不耗竭资源和不污染环境，以及保持农村社区稳定等，都可以是不同的人观察持续农业的不同侧重面。持续农业的三大要素已被多数人所接受，即：（1）尊重生态学和系统学原理；（2）承认现代农业科学知识同传统农业中的智慧即精华结合的必要；（3）要改变世俗的人与自然关系观（“向自然索取”或“征服”自然）为和谐、共存关系。

可持续的发展（包括农业发展）是一个动态变革过程而非一种固定的模式。在这个过程中，资源的开发、投资的方向、技术进步的导向以及体制的变革，都应协调一致进行。对于农业的可持续发展来说，更涉及到资源、环境、经济、科技、社会等各个方面。因此，可持续农业非常强调解决持续性问题中的多学科，包括自然科学和社会科学以至工程技术科学的综合途径。例如在对实现可持续农业至关重要的“硬件”——成套技术的发明创新方面，就涉及到农作制度、资源学、环境生态工程、植物保护、生物工程、信息科学、农村能源工程、植物保护、生物工程、信息科学、农村能源工程等学科；对被认为是可持续农业成功的另一

个关键——体制改革而言，更涉及到政策学、社会学、生态和环境经济学、推广学、成人（尤其是农村妇女）教育学等学科。可持续农业的实质是用集约的信息、管理和高科技投入，去取代常规现代化农业对商品性和不可再生投入物的高度依赖，并同时达到降低废弃物和污染高输出的目的。从这个意义上说，立足中国国情，既注重经济效益，又不忽视社会、生态效益，以“整体、协调、循环、再生”为指导思想，通过建立多种高效人工生态系统、农林牧副渔综合发展的群众性“中国生态农业”实践，不失为在“可持续农业”方面进行的先导性和形式独特的有益探索。当前，各国政府、国际机构、研究部门和非政府组织都在按照《二十一世纪行动纲领》的指导方针，调整在可持续农业和农村发展方面的政策方向、研究重点及组织形式。制定国家一级的行动计划，确保人民的广泛参与以及加强普及、教育是实现可持续农业的前提。

正如联合国粮农组织（FAO）“登博斯宣言”和一些有识之士的著作中所指出的：农业的可持续发展并非一个终极目标，而更是一个发展的过程；要促使更多的人接受高层次的道德观，从而加强生态意识和资源、环境观念；要动员更多的农民参加到农作方式变革的实践中来，还面临严重的困难。作为科学工作者，不但要用良知和自己的知识去唤醒无知，克服偏见，弘扬新的生态道德观，同样重要的还要在可持续农业的实践中作出自己应有的贡献。

第一章 可持续农业的定义、 基本特征和体系

一、定义与基本特征

“可持续农业”系“可持续发展”概念延伸至农业及农村经济发展领域时而生。在此之前，若干国家的一些有远见的学者早已开始了对常规农业现代化，即大量和集约化采用现代农业投入，如商品能源、农机、化肥、农药、通过大型规模经营，获得高产出模式的反思，提出了侧重面有所不同的替代模式。

“可持续发展”概念的提出，本身就带有强烈的对常规经济发展模式（高投入、高产出，追求当代人的最大利益而忽视资源、环境等基础的维护）进行批判、反思的时代色彩。在这一点上正涉及到当时（七八十年代）各种流派的农业发展新思潮的共性问题，而且由于其影响力如此之大，使得以往大批对农业发展新思潮持反对或保留态度的人，纷纷表示对这一划时代概念的拥护和接受。正是在这种背景下，“可持续农业”成为一把“大伞”，同时包容了各种流派的思潮，把大家团结在可持续发展的大旗下，而摒弃在一些具体细节上无休止的争论。

“可持续农业”的概念在发展过程中，也经历了十多年关于其定义的讨论，迄今仍然没有一个完全统一的定义。尽管存在着几种关于其定义的版本，但以下几个基本因素却是没有区别的：首先，大家都强调不能以牺牲子孙后代的生存发展权益作为换取当今发展的代价；其次，都同意把可持续农业当作一个过程，而主要不是当作一种目标或模式；第三，均考虑到衡量可持续农业的几个重要方面：即要求兼顾经济的、社会的和生态的效益。生态上健康的是

指在正确的生态道德观和发展观指导下,正确处理人类与自然的关系,为农业和农村发展维护一个健全的资源 and 环境基础;经济上有活力的是指绝不因为要保护环境和维护资源而牺牲较高的生产力目标和农业的竞争力(包括比较效益);社会能够接受的主要指不会引起诸如环境污染和生态条件恶化等社会问题,以及能够实现社会的公正性,不引起区域间、个人间收入的过大差距。

从以上阐述的原则出发,联合国粮农组织 1991 年提出的关于可持续农业与农村发展(SARD)的定义正在被越来越多的人所接受:“管理和保护自然资源基础,调整技术和机制变化的方向,以便确保获得并持续地满足目前和今后世代人们的需要。因此是一种能够保护和维护土地、水和动植物资源、不会造成环境退化;同时在技术上适当可行、经济上有活力、能够被社会广泛接受的农业”。

可持续农业的基本特征可用以下形式表述:可持续农业是短期行为的对立面,换言之,农业和农村发展中的一切短期行为是可持续农业的死敌。市场经济并非万能和完美无缺,在强调发展市场经济的同时,必须清醒地看到市场经济不能解决在公正性、发展平衡性、短期行为以及所谓“市场失败”等方面的问题。

可持续农业包含“软件”和“硬件”两大要素。所谓软件是指可持续农业的外部环境,尤其是人们的观念、相适应的政策、体制和机制;“硬件”则是指技术上的创新。可持续农业要求达到社会、经济和生态三方面效益的统一和协调,但实际操作起来难度极大。且不说三个效益都达到最优绝不可能,即使是要求三者同时达到较为理想的状态,也决非易事。没有对常规农业技术不断的创新和突破,没有在观念上的改变,政策的调整以及体制和机制的改革,可持续农业就可能永远停留在理想化和概念的阶段。

二、主要组分及体系

可持续农业的主要组分及体系可以框图 1-1 及图 1-1 来加以

框图 1-1 可持续农业体系

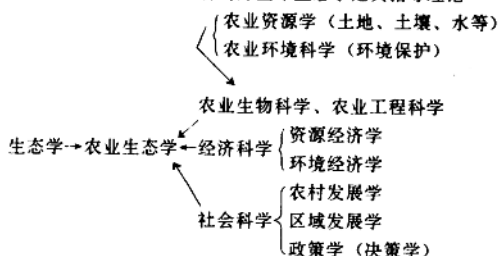
一、可持续农业的定义（即可持续农业概念的形成过程）

二、可持续农业的基本特征

三、可持续农业的组成（分）框架

1. 理论基础（学科框架）

——可持续发展论者公开宣布生态学是其指导理论



2. 指导思想

——人类和自然的协调、和谐，变“征服自然”、“向自然不断索取”为“天人合一”共存永昌

3. 方法论

——多学科、跨部门和跨地区的努力才能有效地推进实施和解决问题

系统论方法（多目标优化）
非线性、多目标规划方法
信息论方法（信息和专家系统）
生态工程（含技术）方法（组装）
参与式推动方法（农民为主体、教育、推广）
政策及激励诱导方法

4. 主要技术

- 土壤养分管理（IPNM）
- 土地管理
- 提高农业用水效率技术
- 水土保持
- 有害生物综合治理（IPM）
- 农作制度研究与推广（FSR/E）
- 资源动态监测
- 农业生态工程及中国生态农业
- 农业信息系统及（专家）决策支持系统

人类与自然和谐、伙伴关系：变“征服自然”及
向自然不断“索取”为共存水昌

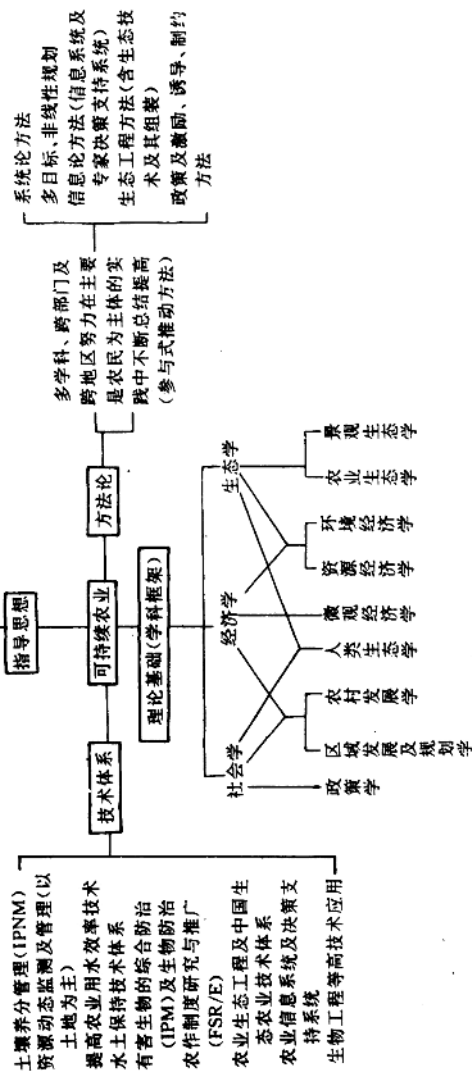


图 1-1 可持续农业体系的框架示意

概括说明（框图中各组分之间的联系由图 1-1 显示）：

为了指导各国农业工作者实施可持续农业，联合国粮农组织于 1992 年发布了一个涉及面很广的农业可持续发展的框架图（图 1-2），可供我们参考。

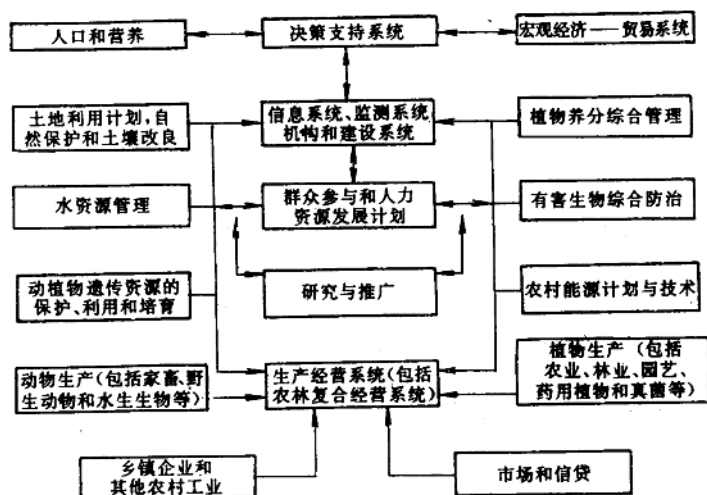


图 1-2 农业可持续发展框架图 (FAO, 1992)