资源节约型、环境友好型农业生产体系的理论与实践

张启发 主编

科学出版社

资源节约型、环境友好型农业生产体系的理论与实践

张启发 主编

科学出版社
北京

内 容 简 介

受人多地少基本国情制约，长期以来，我国农业采取“以高投入换高产量”的发展思路，形成了“高投入、高消耗、高污染、低效益”的粗放增长方式，农业生产与资源环境的尖锐矛盾严重制约着可持续发展。当前，国家将“资源节约、环境友好”上升为基本国策，“资源节约型、环境友好型农业生产体系”（即两型农业）成为全国农村改革发展的一项基本目标。全书分16章，包括“两型农业”生产体系的科学定义，从资源和环境的角度对我国农业发展的潜力和问题的分析，两型农业建设的方向，国外可借鉴的经验教训，两型农业发展对科技、政策和法律等方面的需求，对相关的科学技术研发与推广、农业生产方式的变革、激励与约束相结合的政策与法制措施、农民的教育等方面提出了一系列的建议。

本书可供关注农业可持续发展的科技工作者、管理工作者、高等院校师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

资源节约型、环境友好型农业生产体系的理论与实践 / 张启发主编. —北京：科学出版社，2015

ISBN 978-7-03-043710-5

Ⅰ. ①资… Ⅱ. ①张… Ⅲ. ①农业生产-生产体系-研究-中国 Ⅳ. ①F325.2

中国版本图书馆CIP数据核字（2015）第049924号

责任编辑：林 剑 / 责任校对：张凤琴

责任印制：徐晓晨 / 封面设计：耕者工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

http://www.sciencep.com

北京京华虎彩印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015年2月第 一 版 开本：720×1000 1/16

2015年2月第一次印刷 印张：25 1/8

字数：500 000

定价：168.00元

（如有印装质量问题，我社负责调换）

本书获
中国科学院学部“资源节约型、环境友好型”
农业生产体系咨询评议项目 资助

前　言

我国是一个古老的农业大国。在几千年的文明史中，我国农业一直以精耕细作著称于世，养活了一代又一代的中国人。

新中国成立以来，我国农业更是发生了翻天覆地的变化。和平与繁荣，带来了人口的急剧增长，造成了对粮食和农产品供应的巨大需求；生命科学的发展，推动了遗传育种技术的进步，培育出水稻、小麦、玉米等作物的大批新品种，与农药、化肥、水利设施及其他技术的配套使用，极大地提高了主要农作物的产量水平，形成了我国农业生产的第一次绿色革命；水稻、玉米、油菜等作物杂种优势的利用，进一步提高了我国作物生产的水平，产量成倍地增长。目前，我国的稻谷、小麦等多种主要农产品的产量都位居世界第一。在过去的半个多世纪中，中国成功地创造了以约占全球9%的耕地，养活占全球20%～25%人口的奇迹。

然而，当历史进入20世纪与21世纪之交，我国农业遭遇到前所未有的挑战。长期以来，我国的主要粮食作物生产以矮秆、抗倒、耐肥品种的培育和应用为基础，以增加化肥、农药和水资源的用量为手段，以提高单位面积产量为目的，形成“高投入、高产出、高污染、低效益”（常被称为“三高一低”）的农业生产模式。到21世纪初，在不到9%的耕地上，施用了占世界1/3以上的农药和化肥，导致农田、池塘、水库、湖泊、河流的大范围污染；农业需水量大，而我国水资源贫乏，干旱连年发生，受旱面积大，自古以来一直是作物生产的巨大威胁。同时，在我国畜牧养殖业、水产养殖业、园艺作物生产中也同样存在“三高一低”的现象，且愈演愈烈。根据国家的发展规划，在未来的40年中，城镇化建设将提速，人口将进一步增长，人民生活水平的提高，对粮食和农产品需求将翻番，而耕地面积在锐减，这种发展态势将不可避免地进一步加剧农业生产与资源和环境的矛盾。农业发展的可持续性问题已十分尖锐地摆在人们面前。

2008年，中国共产党十七届三中全会提出，到2020年全国农村改革发展

试读结束，需要全本PDF请购买 www.ertongbook.com

的基本目标之一是：资源节约型、环境友好型农业生产体系（简称“两型农业”）基本形成。这一决定切中了我国农业发展困境的关键，为我国农业的发展指明了前进的方向，具有划时代的意义。

为落实国家关于两型农业生产体系建设的战略部署，笔者承担了“资源节约型、环境友好型农业生产体系建设”中国科学院咨询项目。其目标为：对“两型农业”生产体系作出科学的定义，从资源和环境的角度分析我国农业发展的潜力和存在的问题，总结国外“两型农业”可以借鉴的经验和教训，探讨我国两型农业建设的努力方向，研究“两型农业”发展对科技、政策和法律等方面的需求，提出建议以供国家决策参考。课题组对我国种植业（包括大田作物和园艺作物）、养殖业（包括畜牧养殖和水产养殖）等产业的发展现状、对资源环境的需求及影响，农业生产的资源与环境现状及发展趋势，相关的社会、政策及法制环境进行广泛的调研和讨论，在此基础上对相关的科学技术研发与推广、农业生产方式的变革、激励与约束相结合的政策与法制措施、农民的教育等方面提出一系列的建议。

为扩大咨询项目成果的社会效果，课题组决定以专著的形式来展示我国农业发展所遭遇资源环境的困境，发布课题组对形势的分析和应对措施的建议。承担各章写作工作的作者都是长期工作在相关领域的优秀科学家，对农业可持续发展与资源环境问题有深入的研究和独到的见解。除调研讨论外，不少章节的内容是作者对相关领域长期研究成果的总结，内容丰富、数据翔实。在此，对专家们高度敬业的精神和辛勤的劳动表示诚挚的敬意。

需要说明的是，课题所涉及的农业、资源、环境体系庞大复杂，各种资料来源由于统计的角度不同有所出入，数据指标本身也处在不断变化之中，在写作中各章作者由于角度不同对同一问题的陈述所采用的数据可能不尽相同，在统稿时对这些数据不强求统一。

如今，从2008年中央提出目标，到2020年两型农业生产体系基本形成的要求期限，时间已经过半，但在全国范围内，两型农业生产体系建设的形势却未可乐观。希望本书的出版对我国两型农业生产体系的建设有所贡献。

由于课题组掌握的资料和课题组人员认识水平的限制，书中存在不足之处在所难免，热忱欢迎并衷心感谢广大读者批评指正，以共同探讨我国农业的发展方向，推动资源节约型、环境友好型农业生产体系的形成。

张启发

2014年7月11日

目　录

第 1 章　“两型农业”科学内涵与基本特征 …… 1

1.1　“两型农业”提出的背景 …… 1
1.2　“两型农业”生产体系的科学内涵 …… 10

第 2 章　“两型农业”生产体系构建的基础理论与方法 …… 14

2.1　可持续发展理论与“两型农业” …… 14
2.2　科学发展观与“两型农业” …… 17
2.3　循环经济理论与“两型农业” …… 20
2.4　低碳经济理论与“两型农业” …… 25
2.5　生态文明理论与“两型农业” …… 29

第 3 章　“两型农业”框架结构与内容 …… 34

3.1　“两型农业”生产体系框架分析 …… 34
3.2　“两型农业”目标 …… 35
3.3　“两型农业”生产体系发展重点 …… 40
3.4　“两型农业”发展产业支撑系统 …… 43
3.5　“两型农业”生产体系技术与制度创新保障系统 …… 47

第 4 章　发达国家“两型农业”生产体系的发展模式与经验借鉴 …… 51

4.1　美国“两型农业”生产体系发展模式——可持续农业发展模式 …… 51
4.2　欧洲“两型农业”生产体系发展模式 …… 56
4.3　日本“两型农业”生产体系发展模式——环境保全型农业模式 …… 61

4.4 以色列“两型农业”生产体系模式——资源节约型农业模式 … 66
4.5 发达国家“两型农业”发展的经验借鉴 …… 70

第5章 我国农业生产体系发展中的资源环境问题及其原因分析 …… 74

5.1 “两型农业”生产体系资源环境现状 …… 74
5.2 “两型农业”生产体系发展面临的问题 …… 82
5.3 “两型农业”生产体系产生问题的原因 …… 91
5.4 “两型农业”生产体系资源环境建设模式 …… 94
5.5 “两型农业”生产体系对策分析 …… 97

第6章 “两型种植业”生产体系研究 …… 104

6.1 中国种植业生产体系面临的资源与环境问题 …… 106
6.2 问题产生的原因分析 …… 109
6.3 国际上“两型种植业”经验借鉴 …… 114
6.4 “两型种植业”重大技术问题 …… 117
6.5 政策建议 …… 129

第7章 基于发展“两型农业”的作物遗传育种 …… 131

7.1 作物遗传育种的历史、现状与发展趋势 …… 131
7.2 “两型农业”作物育种的思路与目标 …… 139
7.3 基因组与转基因技术应成为作物育种的关键技术 …… 143
7.4 建立服务于“两型农业”的作物品种的评价和审定制度 …… 152

第8章 “两型畜牧业”生产体系研究 …… 158

8.1 中国畜牧业生产体系面临的资源与环境问题 …… 158
8.2 问题产生的原因分析 …… 171
8.3 国际上“两型畜牧业”经验借鉴 …… 174
8.4 “两型畜牧业”生产体系建设中重大技术问题 …… 177
8.5 政策建议 …… 183

第9章 “两型农业”与中国水产养殖业生产体系研究 …… 185

9.1 中国水产养殖业发展概况 …… 186
9.2 中国水产养殖业生产体系面临的资源与环境问题 …… 189
9.3 问题产生的原因分析 …… 192

9.4 国际上“两型水产养殖业”生产体系的经验借鉴 …… 196
9.5 “两型水产养殖业”生产体系建设中的重大技术问题 …… 205
9.6 政策建议 …… 208

第 10 章 “两型园艺产业”生产体系研究 …… 213

10.1 中国园艺产业生产体系的现状与问题 …… 213
10.2 “两型园艺产业”生产体系面临的资源与环境问题 …… 220
10.3 国际上“两型园艺产业”的经验借鉴 …… 227
10.4 “两型园艺产业”生产体系建设中的重大技术问题 …… 235
10.5 发展“两型园艺产业”的政策建议 …… 238

第 11 章 中国农业非点源污染的现状、成因和对策 …… 241

11.1 中国农业生产中化肥使用的现状及其对环境的影响 …… 242
11.2 中国农业过量施用化肥的成因 …… 248
11.3 国际上控制农业非点源污染的经验借鉴 …… 254
11.4 中国农业非点源污染的控制对策 …… 256

第 12 章 “两型农业”技术创新支撑系统 …… 261

12.1 “两型农业”减量化技术 …… 261
12.2 “两型农业”清洁化生产技术与废弃物循环利用技术 …… 267
12.3 “两型农业”生物质能综合开发技术 …… 269
12.4 转基因技术与第二次农业绿色革命 …… 272
12.5 “两型农业”综合集成技术 …… 276

第 13 章 “两型农业”生产体系制度创新与政策支撑系统 …… 281

13.1 “两型农业”发展策略与政府政策支持体系构建 …… 282
13.2 “两型农业”生产体系与市场长效机制完善 …… 289
13.3 “两型农业”生产体系整合与社会参与机制建设 …… 295

第 14 章 “两型农业”区域试点与实践探索 …… 306

14.1 “两型社会”试验区及“两型社会”的内涵与本质 …… 306
14.2 “两型社会”与“两型农业” …… 309
14.3 武汉城市圈“两型农业”生产体系实践 …… 310

第 15 章　绿色超级稻：“两型农业”生产体系的作物范例 …… 326

15.1　绿色超级稻提出的背景 …… 326
15.2　绿色超级稻的研发基础 …… 329
15.3　绿色超级稻的实践 …… 338
15.4　绿色超级稻典型案例 …… 344
15.5　绿色超级稻的社会经济效益分析 …… 349
15.6　绿色超级稻的发展与挑战 …… 349

第 16 章　结论和建议：建设 21 世纪的我国两型农业生产体系 …… 353

16.1　我国农业生产的巨大成就 …… 353
16.2　农业生产带来的资源环境问题及原因分析 …… 355
16.3　我国“两型农业”生产体系的内涵与框架 …… 357
16.4　国外发达国家“两型农业”发展的经验借鉴 …… 358
16.5　推进我国“两型农业”生产体系建设的政策建议 …… 359

参考文献 …… 364

附录 …… 389

第 1 章
“两型农业”科学内涵与基本特征

我国农业正处于转型阶段。长期以来的粗放式生产方式已不适应新时期粮食安全和农业可持续发展的需要，为此，中共十七届三中全会和中共十八大明确提出要加快转变农业生产方式，到 2020 年要基本形成资源节约型、环境友好型农业生产体系（简称“两型农业”）。加快转变农业生产方式，大力发展“两型农业”，是保障我国粮食安全和农业可持续发展的根本途径和必然选择。

1.1 “两型农业”提出的背景

1.1.1 我国水土资源瓶颈对农业发展的制约

我国资源总量和人均资源均相对短缺，农业近几十年的粗放式生产，造成资源消耗过高、过快，资源利用率低，导致农业发展与资源环境之间的矛盾日趋尖锐，重要资源难以为继，生态环境不堪重负。

1.1.1.1 水资源的制约

水是农业的命脉。我国大部分地区都存在着不同程度的水资源短缺问题，水资源的短缺是 21 世纪中国农业所面临的重大挑战。从总量上看，我国多年平均年水资源总量为 28 124 亿 m^3（水利部，2007），仅次于巴西、俄罗斯、加拿大，居世界第四位，但我国人均占有水资源约为 2200 m^3，仅为世界平均水平的 1/4，列世界百位之后，是世界上 13 个缺水最严重的国家之一。有预测表明，由于人口的增长，到 2030 年我国人均水资源量将从现在的 2200 m^3 左右降至 1800 m^3 以下。

我国水资源的地区分布不均匀，南多北少、东多西少，相差悬殊，与人口、耕地、矿产和经济的分布不相匹配，并且这种格局还可能加剧（水利部，

试读结束，需要全本PDF请购买 www.ertongbook.com

2010)。人口和水资源分布统计数据显示，北方五片（指松辽河流域、海河流域、黄河流域、淮河流域和内陆河流域五个片区）人口占全国总人口的46.5%，耕地占全国的65.3%，GDP占全国的45.2%，水资源只占全国的19%；南方四片（指长江流域、珠江流域、东南诸河流域、西南诸河流域四个片区）人口占全国的53.5%，耕地占全国的34.7%，GDP占全国的54.8%，而水资源量占全国的81%。北方五片人均水资源占有量为1127 m^3，仅为南方四片人均水资源占有量的1/3。降水季节性的分布不匀也是造成局部干旱的主要原因之一，即使是在水资源较丰富的南方地区，季节性的缺水也常常导致农业受旱。

缺水干旱是我国农业减产的主要原因之一。据《中国水旱灾害公报》公布的数据，1950～2007年，全国农业每年因旱受灾3.255亿亩[①]，年均因干旱损失粮食79亿kg，占各种自然灾害造成损失的60%以上。同时我国干旱还有明显的逐年加重趋势。全国年均因干旱损失的粮食，在20世纪50年代为43.5亿kg，20世纪90年代为209.4亿kg，2000年以后为300亿kg余（董振国等，2010）。

随着我国人口增长、区域发展、工业化和城市化进程加快，对工业用水、生活用水，以及生态保护用水的需求不断增加，各方面对有限水资源的竞争更为激烈。《1998～2007年中国农业用水报告》表明，生产1t粮食需要消耗水1191 m^3。1997年以来，全国总用水量总体呈缓慢上升趋势，虽然农用水量稳定占全国用水总量的60%～70%，10年来我国农业可调配水资源总量（农业用水量）呈下降趋势，而生活用水和工业用水呈持续增加态势。从更长的时间范围看，我国农业用水占比已经从1949年的97%降低到2007年61.9%（图1-1），预计至2050年将进一步下降到40%以下。

目前，全国正常年份缺水量近400亿 m^3，其中灌区缺水约300亿 m^3（水利部，2003）。据国家中长期科技规划测算，在提高灌水利用率的前提下，到2020年我国农业用水缺口在700亿 m^3左右。而另有预测表明，要保障中国的粮食生产，必须新增1亿亩左右的灌溉面积。两者相加，需求量增加巨大，但由于水资源总量不大可能增加，农业水资源供需矛盾将进一步凸显，无疑对我国农业生产与粮食安全提出极为严峻的挑战。

而且，我国农业水资源利用效率较低，仅为30%～40%，远低于发达国家的70%～80%，全国平均农业灌溉水有效利用系数为0.45，渠系利用系数

① 1亩≈666.67m^2。

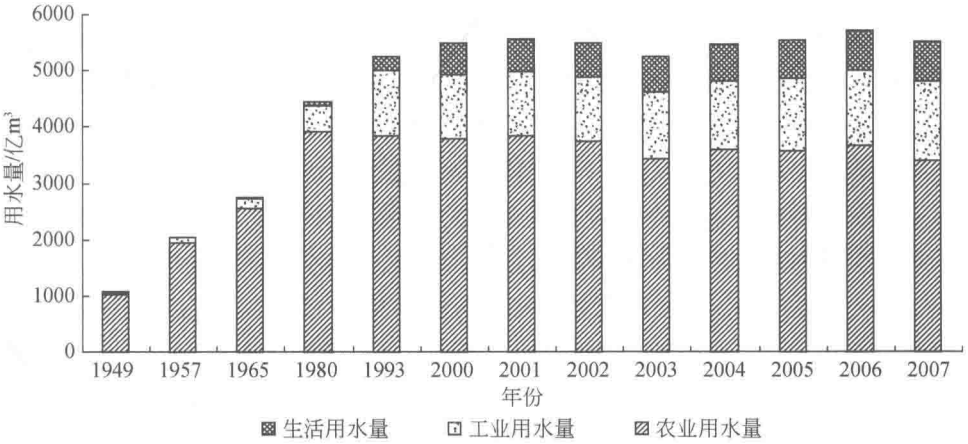

图 1-1　1949～2007 年不同部门水资源使用量

资料来源：赵立飞，刘颖．2010. 农业水资源紧缺对我国粮食安全的影响分析．北方经济，(10)：23，24

只有 0.4～0.6。每年灌溉水资源至少浪费 1100 亿 m^3余，相当于 4 条黄河的有效供水量（邓楠，1999）。由于我国水资源利用率只相当于世界先进水平的 1/2左右，要生产同等的粮食，农田净耗水量相当于发达国家的 2 倍以上（刘荣志等，2007；曾福生，2009）。因此，提高水资源利用效率应该成为我国农业的主要努力方向。“两型农业”的建设无疑将成为我国发展节水型农业的必然选择。

1.1.1.2　土地资源的约束

土地资源是人类赖以生存的基础，是发展经济和农业最重要的资源。从农业发展的角度看，我国土地资源的基本国情主要表现在三个方面：人均耕地少、耕地质量总体不高、后备耕地资源不足。

第二次全国土地资源调查数据显示，2012 年年末，我国现有耕地 20.27 亿亩，居世界第三位，但人均耕地仅有 1.52 亩，不到世界人均水平的一半，有一些省份的人均耕地已经低于联合国粮农组织（FAO）确定的 0.795 亩的警戒线。而且由于受工业化、城市化进程的加快，以及受农业内部产业结构调整、生态退耕、自然灾害损毁和非农建设占用等影响，我国耕地总面积还在逐年减少。相关数据显示，1997～2009 年，中国耕地减少和补充增减相抵，净减 1.23 亿亩。2013 年，全年因建设占用、灾毁、生态退耕等原因减少耕地 603 万亩，通过土地整治、农业结构调整等增加耕地 482.7 万亩，年内净减少耕地 120.3 万亩（国土资源部，2014）。

根据第二次全国土地资源调查数据，全国耕地中，有灌溉设施的耕地9.16亿亩，比例为45.1%，无灌溉设施的耕地11.15亿亩，比例为54.9%。国土资源部2009年12月发布的中国第一份耕地质量等级调查与评定成果《中国耕地质量等级调查与评定》显示，我国耕地质量等级总体偏低。这一调查把全国耕地评定为15个等级，1等耕地质量最好，15等耕地质量最差。调查显示，全国耕地质量平均等级为9.80等，等级总体偏低。优等地、高等地、中等地、低等地面积占全国耕地评定总面积的比例分别为2.67%、29.98%、50.64%、16.71%。全国耕地低于平均等级的10～15等级地占调查与评定总面积的57%以上；全国生产能力大于1000kg/亩的耕地仅占6.09%。土地质量不高严重影响到我国耕地生产能力，进一步加剧了耕地资源短缺。

受干旱、地形、瘠薄、洪涝、盐碱等多种因素影响，我国质量相对较差的中低产田约占2/3。土地沙化、土壤退化、“三废”污染等问题还在不断发展，土地生态环境形势严峻。目前，我国土地荒漠化面积约为262.4万km^2，占国土面积的27.3%，且每年仍以2460 km^2的速度推进；沙化土地面积大约174万km^2；水土流失面积356.92万km^2，占国土面积的37.2%，每年因水土流失损失的土壤约50亿t（李智广等，2008）。有相当数量的耕地受到中、重度污染，不宜耕种；还有一定数量耕地地质被破坏，或因地下水超采，影响耕种。因而，如何转变土地发展方式，节约集约用地，提高土地利用效率迫在眉睫。

1.1.2 农药化肥超量施用，资源过度消耗，环境严重污染

1.1.2.1 化肥农药等生产资料施用粗放，投入高而效益低

化肥和农药是农业生产的最基本生产资料，为农业生产所必须。但是我国化肥、农药使用粗放，以占世界9%的耕地消耗了世界35%左右的化肥和农药。研究表明，随着化肥使用量的增加，粮食增产的边际效益呈递减趋势。在20世纪50年代，粮食产量与肥料使用量之比为40∶1，而到2010年只有13∶1；其间，粮食产量增加2.6倍，而化肥用量则增加了11倍（刘晓旺，2014）。一方面，我国在农业生产中过量使用农药和化肥；另一方面，我国农药和肥料的实际利用率和生产效率非常低。其中化肥利用率约为30%～35%，低于发达国家50%～70%的水平，农药的利用率更是只有10%～30%，低于发达国家50%的平均水平。我国是世界上单位化肥投入粮食产出率最低的国家之一。据测算，20世纪50年代，我国每千克纯氮可增产稻谷15～20 kg，但现在仅为5 kg左右，而在菲律宾，每千克纯氮可以增产15～18 kg稻谷（彭少兵等，2002）。

在日本每公顷水稻施用的纯氮约 75 kg，而在我国却达近 200 kg，一些地方甚至超过 300 kg。目前，我国氮肥亩平均施用量分别是法国、德国、美国的 151%、159% 和 329%，而粮食单产水平较这些国家仍然低 1～3 成，高投入低效益的特点非常突出。

研究表明，受报酬递减率作用，随着时间推移，化肥增产的作用呈现出边际效率递减的趋势。1998 年以来，尽管我国化肥、农药投入量持续增加，但粮食单产却多年徘徊不前（图 1-2，图 1-3），粮食产量与化肥农药的投入不呈正相关关系。

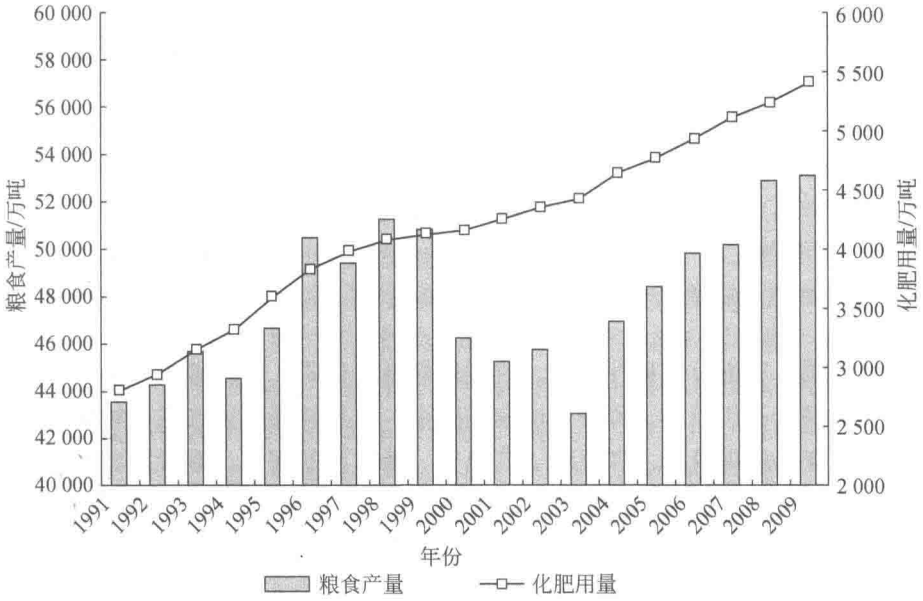

图 1-2　1991～2009 年我国粮食产量与化肥用量的关系变化

资料来源：《中国统计年鉴》（1996～2010）

化肥、农药的粗放施用和过度投入，带来了一系列严重的后果：化肥农药生产消耗了大量的能源，加剧了能源短缺；而农药化肥的大量施用，造成了严重的环境污染。大量使用化肥，还导致土壤板结，土地肥力下降。施用的化肥量超过了土壤承载力，就会流入周围的水体，造成农业面源污染，富营养化，诱发藻类滋生，破坏水环境。研究表明：中国每年因不合理施肥造成 1000 万 t 余的氮素流失到农田之外，过量的肥料还会渗入 20 m 以内的浅层地下水中，使得地下水硝酸盐含量增加（刘惠迪，2006）。农药化肥的大量施用还增加了农业投入和成本，降低了种田收益，并进而影响了农民种田积极性。还需要指出的是，生产化肥的磷矿、钾盐、煤炭和天然气都是重要的不可再生资源，我

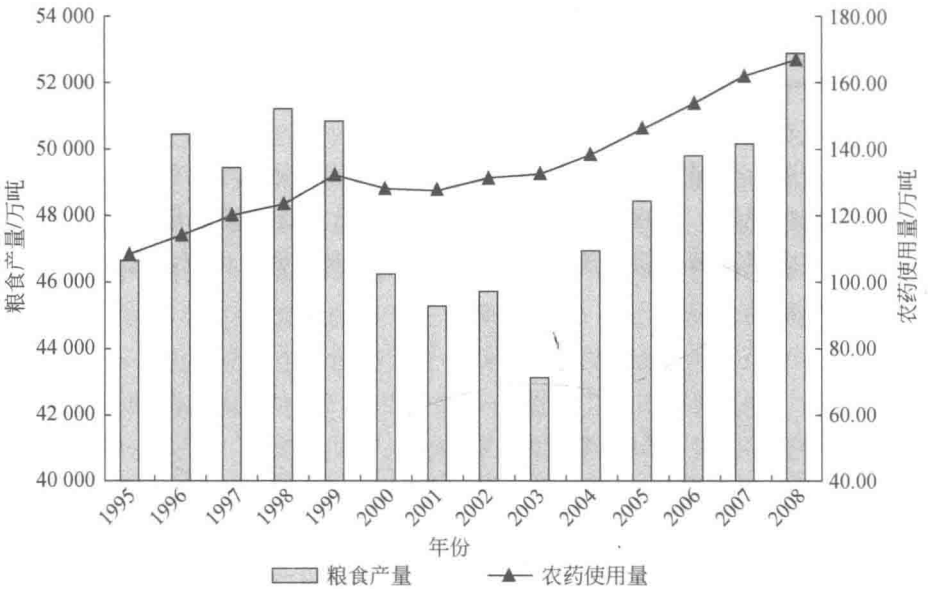

图 1-3　1995～2008 年我国农药使用与粮食生产之间的关系

资料来源：《中国农村统计年鉴汇编》（1949～2004）；《中国农村统计年鉴》（2004～2009）

国储量有限，对进口依赖性较大。过度依靠增加化肥、农药等投入量换取农产品增长的模式不仅受到了资源环境瓶颈约束，也日益受到生产成本约束。

要改变当前高投入、高消耗、高浪费、低效益的现状，继续提高我国农业增产能力，只有发展“两型农业”，通过新品种、新技术开发和推广使用，提高化肥、农药使用效率，降低化肥和农药使用量，注重资源节约和环境保护，提高农业生产力和可持续发展能力。

1.1.2.2　农业生产造成的环境污染加剧

目前，我国农业污染问题日益突出，不仅成为水体、土壤、大气污染的重要来源，而且对农产品安全、人体健康、农业可持续发展构成严重威胁。长期以来，工业污染一直被视为环境污染的主要来源，但根据 2010 年发布的《第一次全国污染源普查公报》，农业已成为环境污染的主要来源之一，水污染物排放量有四成以上来自农业污染源。农业污染源污染物排放的化学需氧量为 1324.09 万 t，占化学需氧量排放总量的 43.7%。农业污染源也是总氮、总磷排放的主要来源，其排放量分别为 270.46 万 t 和 28.47 万 t，分别占排放总量的 57.2% 和 67.4%。

由于过量使用化肥、农药及污水灌溉等多种原因，土壤环境受到严重破

坏。一些农业污染严重的地区，出现了农作物减产、质量下降，甚至传统农作物无法继续种植的局面。有数据显示，我国污染土壤已占耕地面积的1/5，污染最严重的耕地主要集中在耕地土壤生产性状最好、人口密集的城市周边地带和对土壤环境质量的要求更高的蔬菜、水果种植基地。历史数据表明，我国每年因重金属污染土地造成粮食减产1000万t余，另外被重金属污染的粮食每年也多达1200万t，合计经济损失至少200亿元（黄倩蔚，2011）。

目前，我国农业环境污染主要来自以下几个方面：①化肥、农药的过量使用造成的面源污染，成为农业污染的首要污染源。②对畜禽养殖及其污染物排放缺乏有效的管理。《第一次全国污染源普查公报》显示，农业源污染中比较突出的是禽畜养殖业污染，其化学需氧量、总氮、总磷分别占农业源的96%、38%和56%。③农用地膜的使用量和残留量大。早在2002年，我国农膜和地膜年消费量已达到153.9万t，居世界之首，近年来还在不断增加。据统计，我国农膜年残留量近40万t，残存率达40%以上，近一半的农膜残留在土壤中，成为极大的环境隐患。④农村生活环境污染，如农村生活垃圾的随意堆放、焚烧，大量污水未经处理任意排放，造成农村“脏、乱、差”的环境。⑤很多乡镇企业只重经济效益而轻视环境保护，在利益驱使下纵容工业废水、废气、废渣的大量排放，加剧了农村环境污染。⑥城市工业污染向农村转移，进一步加剧了农业污染。城市工业污染物排放逐年增加，每年随污水排放的重金属镉达770t，严重污染农田；我国SO_2年排放量2588t，居世界首位，为此降雨酸度高、酸雨区面积扩大，也是导致农业耕地质量下降、环境恶化的重要原因。

总之，我国是一个人多地少、资源贫乏、环境脆弱的农业大国。一方面，农业是一个高度依赖自然资源和环境资源，并占用和消耗自然资源与环境资源最多的产业；另一方面，农业生产活动对自然资源和环境资源又产生很大的负面影响。加快转变农业发展方式，大力发展“两型农业”，统筹农业与自然和谐发展，这对于保障我国粮食安全，促进农业可持续发展具有十分重要的意义。

1.1.3 气候变化对农业发展提出新的挑战

我国高投入、高消耗、高排放和高污染的高碳农业大幅增加了农业温室气体排放，成为一个重要的温室气体来源，深刻地影响着气候的变化。联合国粮农组织数据显示，农业耕地释放出大量的温室气体，超过全球人为温室气体排放总量的30%，相当于150亿t的CO_2。据估计，全球范围内农业排放CH_4占由于人类活动造成的CH_4排放总量的50%。其中土地利用，如烧荒、开垦、耕耘、种植、养殖等是目前大气中碳含量增加的第二大来源，其作用仅次于化石燃料的燃

试读结束，需要全本PDF请购买 www.ertongbook.com