

“十三五”国家重点出版物出版规划项目
中国工程院重大咨询项目 国家食物安全可持续发展战略研究丛书

第四卷

农业资源与环境可持续 发展战略研究

中国工程院“农业资源与环境可持续发展战略研究”课题组

李文华 主编



科学出版社

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

中国工程院重大咨询项目 国家食品安全可持续发展战略研究丛书

第 四 卷

农业资源与环境可持续发展战略研究

中国工程院“农业资源与环境可持续发展战略研究”课题组

李文华 主编

科学出版社

内 容 简 介

本书是中国工程院重大咨询项目“国家食物安全可持续发展战略研究”成果系列丛书的第四卷，是重大咨询项目的课题“农业资源与环境可持续发展战略研究”的总结。全书分为课题综合报告和专题研究，课题综合报告就耕地资源对粮食保障的现状和未来的支撑能力、农业内源性环境问题和生态问题、农业资源与环境可持续发展做了总体分析和阐述。专题研究以更为翔实的数据和分析对食物安全与耕地资源可持续利用战略、水资源可持续利用发展战略，以及农业环境治理及其生态文明发展战略进行了分析和研究。

本书适合国内从事农业生态、农业生态环境研究的从业人员，以及从事国家农业战略研究、农业发展管理的从业者参考使用，适合国内大中型图书馆馆藏。

图书在版编目(CIP)数据

农业资源与环境可持续发展战略研究/李文华主编. —北京：科学出版社，2017.6

(国家食物安全可持续发展战略研究丛书：第四卷)

“十三五”国家重点出版物出版规划项目 中国工程院重大咨询项目
ISBN 978-7-03-053622-8

I. ①农... II. ①李... III. ①农业资源—农业可持续发展—研究—中国
②农业环境—可持续性发展—研究—中国 IV. ①F323.2 ②X322.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 125781 号

责任编辑：马 俊 孙 青 / 责任校对：刘亚琦

责任印制：肖 兴 / 封面设计：刘新新

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>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 6 月第 一 版 开本：787×1092 1/16

2017 年 6 月第一次印刷 印张：20 3/4

字数：380 000

定价：150.00 元

(如有印装质量问题，我社负责调换)

“国家食品安全可持续发展战略研究” 项目组

顾 问

宋 健 周 济 沈国舫

组 长

旭日千

副组长

李家洋 刘 旭 盖钧镒 尹伟伦

成 员

邓秀新	傅廷栋	李 宁	孙宝国	李文华	罗锡文
范云六	戴景瑞	汪懋华	石玉林	王 浩	孟 伟
方智远	孙九林	唐启升	刘秀梵	陈君石	赵双联
张晓山	李 周	白玉良	贾敬敦	高中琪	王东阳

项目办公室

高中琪	王东阳	程广燕	郭燕枝	潘 刚	张文韬
王 波	刘晓龙	王 庆	郑召霞	鞠光伟	宝明涛

“农业资源与环境可持续发展战略研究” 课题组

组 长：李文华 中国工程院院士、中国科学院地理科学与资源研究所，研究员

副组长：成升魁 中国科学院地理科学与资源研究所党委书记，研究员
梅旭荣 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所所长，研究员

专题研究组及主要成员

1. 耕地资源与环境可持续发展战略研究专题组

组长：成升魁 中国科学院地理科学与资源研究所党委书记，研究员
封志明 中国科学院地理科学与资源研究所，研究员
谢高地 中国科学院地理科学与资源研究所，研究员
甄霖 中国科学院地理科学与资源研究所，研究员
刘彦随 中国科学院地理科学与资源研究所，研究员
鲁春霞 中国科学院地理科学与资源研究所，副研究员
刘爱民 中国科学院地理科学与资源研究所，副研究员
徐增让 中国科学院地理科学与资源研究所，副研究员

2. 水资源与环境可持续发展战略研究专题组

组长：梅旭荣 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所所长，研究员
李玉中 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所，研究员
王庆锁 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所，研究员
严昌荣 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所，研究员
徐春英 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所，助理研究员

刘 勤 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所，助理研究员

李昊儒 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所，助理研究员

毛丽丽 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所，助理研究员

3. 农业环境治理及其生态文明发展战略研究专题组

组长：李文华 中国工程院院士、中国科学院地理科学与资源研究所，研究员

组长：闵庆文 中国科学院地理科学与资源研究所，研究员

陈同斌 中国科学院地理科学与资源研究所，研究员

陈百明 中国科学院地理科学与资源研究所，研究员

康跃虎 中国科学院地理科学与资源研究所，研究员

骆世明 华南农业大学，教授

吴文良 中国农业大学，教授

刘某承 中国科学院地理科学与资源研究所，副研究员

丛书序

“手中有粮，心中不慌”。粮食作为特殊商品，其安全事关国运民生，维系经济发展和社会稳定，是国家安全的重要基础。对于我们这样一个人口大国，解决好十几亿人口的吃饭问题，始终是治国理政的头等大事。习近平总书记反复强调：“保障粮食安全对中国来说是永恒的课题，任何时候都不能放松。历史经验告诉我们，一旦发生大饥荒，有钱也没用。解决 13 亿人吃饭问题，要坚持立足国内。”一国的粮食安全离不开正确的国家粮食安全战略，而正确的粮食安全战略源于对国情的深刻把握和世界发展大势的深刻洞悉。面对经济发展新常态，保障国家粮食安全面临着新挑战。

2013 年 4 月，中国工程院启动了“国家食物安全可持续发展战略研究”重大咨询项目。项目由第九届全国政协副主席、中国工程院原院长宋健院士，中国工程院院长周济院士，中国工程院原副院长沈国舫院士担任顾问，由时任中国工程院副院长旭日干院士担任组长，李家洋、刘旭、盖钧镒、尹伟伦院士担任副组长。项目设置了粮食作物、园艺作物、经济作物、养殖业、农产品加工与食品安全、农业资源与环境、科技支撑、粮食与食物生产方式转变 8 个课题。

项目在各课题研究成果基础上，系统分析了我国食物生产发展的成就及其基础支撑，深入研究了我国食物安全可持续发展面临的国内外情势，形成了我国食物安全可持续发展的五大基本判断：一是必须全程贯穿大食物观、全产业链和新绿色化三大发展要求，依托粮食主

区和种粮大县，充分发挥自然禀赋优势和市场决定性作用，进一步促进资源、环境和现代生产要素的优化配置，加快推进形成人口分布、食物生产布局与资源环境承载能力相适应的耕地空间开发格局；二是必须依靠科技进步，扩大生产经营规模，强化社会化服务，延长产业链条，让种粮者获得更多增值收益；三是必须推进高标准农田建设，以重大工程为抓手，确保食物综合生产能力稳步提升所需的投入要素和资源供给；四是必须采取进村入户的技术扩散应用方式，节水节肥节地、降本增效，控制生产及各环节的不当损耗，持续提高资源利用率和土地产出率，强化农业环境治理；五是必须坚定不移地实施“以我为主、立足国内、确保产能、适度进口、科技支撑”的国家粮食安全新战略，集中科技投入，打造高产稳产粮食生产区，确保口粮绝对安全、粮食基本自给；丘陵山地以收益为导向，调整粮经比例、种养结构，实现农村一、二、三产业融合发展。通过实行分类贸易调节手段，有效利用国外资源和国际市场调剂国内优质食物的供给。

基于以上基本判断，项目组提出了我国食品安全可持续发展战略的构想，即通过充分发挥光、温、水、土资源匹配的禀赋优势，科技置换要素投入的替代优势，农机、农艺专业协作的规模优势，食物后续加工增值的产业优势，资源综合利用和保育的循环优势，国内外两种资源、两个市场的调节优势等路径，推进食品安全可持续发展及农业生产方式转变。提出了八大发展思路，即实施粮食园艺产业布局区域再平衡、经济作物优势区稳健发展、农牧结合科技示范推广、农产品加工业技术提升、农业科技创新分层推进、机械化农业推进发展、农田生态系统恢复与重建、依据消费用途实施差别化贸易等。提出了十大工程建议，即高标准农田建设、中低产田改造、水利设施建设、旱作节水与水肥一体化科技、玉米优先增产、现代农产品加工提质、现代农资建设、农村水域污染治理、农业机械化拓展、农业信息化提升等。提出了 7 项措施建议：一是严守耕地和农业用水红线，编制粮食生产中长期规划；二是完善支持政策，强化对食物生产的支持和保护；三是创新经营方式，培育新型农业经营主体；四是加快农业科技创新，加大适用技术推广力度；五是加大对农业的财政投入和金融支持，提高资金使用效率；六是转变政府职能，明确公共服务的绩效和

职责；七是完善法律法规标准，推进现代农业发展进程。

《国家食物安全可持续发展战略研究》是众多院士和多部门多学科专家教授、企业工程技术人员及政府管理者辛勤劳动和共同努力的结果，在此向他们表示衷心的感谢，特别感谢项目顾问组的指导。

希望本丛书的出版，对深刻认识新常态下我国食物安全形势的新特征，加强粮食生产能力建设，夯实永续保障粮食安全基础，保障农产品质量和食品安全，促进我国食物安全可持续发展战略转型，在农业发展方式转变等方面起到战略性的、积极的推动作用。

“国家食物安全可持续发展战略研究”项目组

2016年6月12日

前言

农业是国民经济的基础。经历了从原始的刀耕火种、自给自足的个体农业到现代化农业的过程，通过科学技术的进步和土地利用的集约化，人类社会在农业生产上取得了巨大的成就。但建立在以消耗大量资源和能源基础上的现代化农业也带来了一些严重弊端，并引发了一系列具有全球特点的生态与环境问题。造成这些问题的原因是多样的，其中农业的发展方向与道路成为思索的焦点。人们越来越认识到农业的目标不仅要提高产品产量，还须提高产品质量、确保食品安全；不仅要提高土地产出率、获得经济利益，还应发挥生态系统的多种环境服务功能并促进农村的可持续发展。

我国幅员辽阔，自然资源和环境区域差异很大。就农业生产而言，南方水多地少，自然条件相对优越；北方水少地多，自然条件相对较差；东部人多地少，自然条件优越；西部人少地多，生态环境脆弱。但由于经济结构和发展水平等原因，造成了农业生产与自然条件分布格局上的不匹配现象，并产生了一系列资源与生态环境问题。例如，粮食流向格局由历史上的“南粮北运”逆转为“北粮南运”，导致了北方地区水资源的过度利用，使区域水资源承载力不平衡状况进一步加剧。随着人民生活水平的提高及对农产品需求的改变，将进一步加大资源环境的压力。

“农业资源与环境可持续发展战略研究”是 2013 年中国工程院启动实施的重大咨询项目“国家食物安全可持续发展战略研究”的课题之一。主要从水资源、耕地资源及农业生态环境三个角度，通过就粮食与食物安全对水土资源的利用状况、需求的变化趋势、水土资源利

用效率及水土生态环境效应的分析，探讨农业资源变化对粮食和食物安全的影响；并从生态文明建设和美丽乡村建设角度出发，探讨农村劳动力资源问题，总结我国农业生态文化建设、生态工程建设和生态产业发展的成果，提出相应的政策建议。

为深入研究我国农业可持续发展的资源环境瓶颈，探索农业生态文明建设，课题设置了“农业环境治理及其生态文明发展战略研究”“水资源与环境可持续发展战略研究”和“耕地资源与环境可持续发展战略研究”3个专题和1个综合组，由中国科学院地理科学与资源研究所和中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所共同承担。两年多来，来自4家大学和研究所的20多位专家协同努力，先后在云南哈尼梯田地区（西南生态脆弱地区），以及浙江和江苏太湖流域（东南经济发达地区）、黑龙江三江平原地区（东北粮食主产区）组织了大规模的集体调研和专家咨询活动，并在河南和湖南开展了长期跟踪研究。

课题在各专题研究成果基础上，通过反复研讨，形成了对我国农业资源与生态环境总体态势的基本判断：水土资源约束趋紧、农业和农村生态环境依然严峻的现实与日益增长的粮食与食物需求之间的矛盾突出。表现在：现有耕地能够保障我国口粮安全，但耕地资源数量和粮食播种面积持续下降，后备耕地资源相对不足，耕地产能改造有较大空间；水资源严重短缺，农业用水量逐渐减少，农业水资源效率有较大提高；地表水灌溉水质1/3不合格，地下水硝酸盐污染严重，水污染加剧了水资源的短缺，污水灌溉隐患大；社会消费超出了农业生态系统的承载能力，抑制了农业生态系统环境功能的发挥，使农业成为重要的“污染源”；自然条件-食物生产格局-食物消费格局的错位，浪费了自然生产力，同时在运输过程中造成了二次能源消耗和大气污染。基于以上基本判断，课题提出了农业资源与环境可持续发展战略的选择，包括：实施永久性农田保护、农业水资源利用及农业生态功能保护的底线战略；通过“北稳、南扩、西进”，实施食物生产区域再平衡战略；水资源与食物替代战略；实施高效、低碳、绿色、循环的现代高效生态农业发展战略。提出了5项措施建议：一是立法划定我国永久性基本农田和基本粮田，制定提高和保持永久基本农田和基本粮田生产能力的政策措施；二是立法划定农业水资源利用红线，



并依照水资源合理确定农业生产布局和农业种植制度；三是立法保护重要农业文化遗产和重要农业生态功能区，制定并不断完善农业生态补偿机制；四是加强高效生态农业研究与示范推广，完善农业面源污染控制的政策体系和技术体系；五是对粮食与食物生产实施“开源节流”，提高粮食与食物的保障水平。

本书作为课题研究成果，是课题全体人员共同智慧的结晶。在课题执行过程中，得到了中国工程院、国家农业部、中国科学院地理科学与资源研究所、中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所及其他参与单位和各调研地政府的大力支持，在此一并表示感谢！

限于时间和水平，不足之处在所难免。同时，课题报告作为三个专题报告的归纳与凝练，重复之处也在所难免，敬请读者批评指正。

“农业资源与环境可持续发展战略研究”课题组

2017年3月

目 录

丛书序

前言

课题综合报告

摘要	3
一、农业资源与生态环境的基本判断	3
二、面向粮食与食物安全的农业资源环境可持续发展战略选择	4
三、相关政策建议	5
四、相关工程措施	6
第一章 耕地资源尚能保障谷物安全，但其后续支撑能力不足	7
一、耕地资源规模时空演变与粮食安全	7
二、耕地资源质量变化与食物安全	17
三、食物供需格局变化与食物安全	24
四、大宗农产品对外依存度变化与境外农业资源开发	36
第二章 “水减粮增”矛盾突出，“南粮北运”难以为继	43
一、农业水资源的配置	43
二、农业水环境	51
第三章 农业内源性环境问题突出，防治难度较大	63
一、农业环境问题	63
二、农业环境问题对食物安全的影响	73
三、农业环境问题产生的主要原因	80
第四章 农业生态问题依然严峻，潜在威胁堪忧	83
一、农业生态结构与功能失调，生态功能退化严重	83

二、水土流失和荒漠化问题依然严重	85
三、农业生物多样性退化、农产品品种单一化与外来物种威胁问题严重	95
第五章 农业生态超载，抑制其生态功能发挥	99
一、农业生态系统的生态功能	99
二、农业生态系统的生态功能评估	104
三、农业生态系统的承载压力	115
四、全面认识、正确评估和有效发挥农业生态系统功能	127
第六章 农业资源与环境可持续发展的政策建议	128
一、战略选择	128
二、政策建议	135
三、工程措施	140

专 题 研 究

专题一 食物安全与耕地资源可持续利用战略研究	145
一、耕地资源规模时空演变与粮食安全	145
二、耕地资源质量变化与食物安全	155
三、食物供需格局变化与食物安全	162
四、大宗农产品对外依存度变化与境外农业资源开发	174
五、食物安全的耕地资源可持续利用战略与保障措施建议	181
专题二 水资源可持续利用发展战略研究	190
一、概述	190
二、农业水资源的配置	194
三、农业生产与水资源匹配状况	200
四、农业水环境	202
五、地下水漏斗	210
六、农业水资源可持续管理的战略构想	214
专题三 农业环境治理及其生态文明发展战略研究	217
一、农业生态环境问题的现状、成因与影响	217
二、农业生态系统的生态功能及其承载压力	255
三、农业生态文明发展战略	283
参考文献	309

课题综合报告

摘 要

本书主要从水资源、耕地资源以及农业生态环境三个方面,通过分析粮食与食物生产对水土资源的利用现状及生态环境影响,明确制约粮食与食物安全的资源环境约束,提出保障粮食与食物安全的资源环境可持续发展战略及相关政策建议。

一、农业资源与生态环境的基本判断

水土资源约束趋紧、农业生态环境依然严峻的现实与日益增长的粮食与食物需求之间的矛盾突出,是我国农业资源与生态环境的总体态势。

粮食播种面积呈现东部明显减少、东北及中西部不同程度增加、全国粮食播种面积持续下降的态势。由于基础建设、“土地财政”等原因,耕地资源数量持续下降。而且由于比较效益等原因,农民对耕地日渐淡漠,出现了撂荒、弃耕等现象,影响耕地资源保护与土地产能。后备耕地资源相对不足,且主要分布在北方和西北干旱地区,使占补平衡难度日趋加大。我国耕地仍有 2/3 属于中低产田,耕地产能改造有较大空间;耕地占补平衡制度重数量平衡轻质量平衡,导致优质耕地资源减少。考虑到农业生产技术等因素,从目前来看,12 亿亩*左右耕地规模是我国口粮绝对安全和谷物基本自给的基本保障,即现有耕地能够保障我国粮食安全。

水资源严重短缺,由于城镇化发展造成工业和生活用水增加及生态建设的需要造成生态用水增加,农业用水量逐渐减少,农业水资源效率有较大提高,未来农业节水空间不大。

水土资源不匹配现象十分严重,农业生产重心的转移进一步加大了这种不匹配现象。耕地资源北多南少,中部多东西部少,而水资源南多北少,东多西少。20 世纪 90 年代以后,北方地区人均粮食占有量开始超过南方地区,且差距呈明显加大趋势,“北粮南运”格局逐渐形成,进一步加剧了北方地区的水资源紧张局势。

与我国生态环境总体趋好、局部恶化的形势不同,农业与农村生态环境状况依然严峻,而且呈继续恶化的趋势,已经成为我国生态环境的“死角”。水土流失治理成效显著,但一些地方反弹较大,水土流失强度远高于土壤容许流失量。20 世纪 80

* 1 亩 $\approx$ 667m²,下同。