

“ 十一五 ” 国家重点图书

当代农业学术专著系列丛书

农产品与产地环境质量安全科技系列丛书

立体污染综合防治

——农业卷

◎ 章力建 等编著
◎ 蔡典雄



NLIC 2970696275

中国农业科学技术出版社

“十一五”国家重点图书

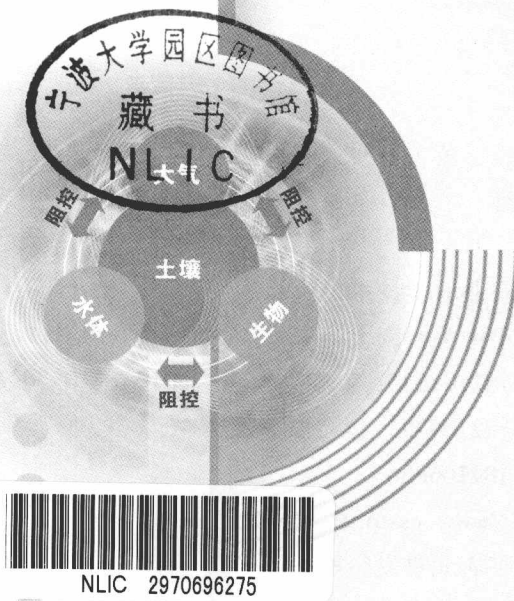
当代农业学术专著系列丛书

农产品与产地环境质量安全科技系列丛书

立体污染综合防治

——农业卷

◎ 章力建 等编著
◎ 蔡典雄



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

立体污染综合防治. 农业卷/章力建, 蔡典雄等编著. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2010. 10
ISBN 978 - 7 - 80233 - 423 - 6

I. 立… II. ①章…②蔡… III. 农业环境 - 环境污染 - 污染防治
IV. X5 X322

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 157102 号

责任编辑 鲁卫泉 黄 卫
责任校对 贾晓红

出 版 者 中国农业科学技术出版社
北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081
电 话 (010)82106636 (编辑室) (010)82109702 (发行部)
(010)82109703 (读者服务部)
传 真 (010)82106636
网 址 <http://www.castp.cn>
经 销 者 新华书店北京发行所
印 刷 者 北京华忠兴业印刷有限公司
开 本 880 mm × 1 230 mm 1/16
印 张 25.625
字 数 720 千字
版 次 2010 年 10 月第 1 版 2010 年 10 月第 1 次印刷
定 价 128.00 元

编委会

顾问：卢良恕 李文华 刘更另 陈宗懋 刘旭 王韧
 屈冬玉 李金祥 唐华俊 林而达 温铁军 梅方权
 李里特 郑建新 靳晓明 吴远彬 贾敬敦 李远
 马忠玉 张宏安 刘继芳 史志国 付静彬 张陆彪
 叶志华 王小虎 蔡辉益 郑永权 王勇 韩惠鹏
 童光志 王道龙 赵庆惠 顾晓君 任天志 孟宪学
 林定根 戴小枫 任洪涛
 贡锡锋 李锁平
 主 任：翟虎渠 马爱国
 副主任：梅旭荣 胡世辉 孙晓明 金发忠 程金根

主 编：章力建 蔡典雄
 副主编：黄鸿翔 侯向阳 朱立志 王文生 武雪萍 林聚家
 王小彬 包菲 杨正礼

编 委：(按姓氏笔画排序)

刁青云	王凤忠	王迎春	王惠荣	王强	王蓉
叶青群	冯东昕	庄严	刘君璞	刘国强	刘建安
孙虹	杨永坤	杨修	李正勇	李世东	李龙军
李红康	李建萍	李思经	李勇	肖宏儒	吴会新
吴进	汪飞杰	汪学军	宋丹阳	张可煜	张纪静
张志芳	张建君	张燕卿	陆建中	陈永军	范全胜
罗长富	金轲	周志勇	郑时选	孟晨	赵全平
赵俊辉	胡育骄	查燕	侯鸿	姜梅林	袁德林
聂荣	铁永忠	徐俊宝	郭荣	黄修	黄曾
章力勇	梁二	董洪岩	覃志豪	程奇	
谢晓红	赖燕萍	路文如	薛飞群		

主 审：黄鸿翔
 副主审：汪德水

序（一）

能为《立体污染综合防治——农业卷》一书作序感到欣慰。我国政府高度关注农业环境污染问题，先后投入大量资金，开展了多次全国性的农业环境污染防治研究工作，取得了很大的进展。

当前，我国已经成为世界上化肥、农药、配合饲料、地膜等用量最多和作物秸秆、畜禽粪便等有机废弃物产出量最大的国家之一，农业源污染正在成为继工业“三废”之后新的污染源，而且随着集约度的不断提高和国民经济高速发展，农业自身污染的潜力和风险在成倍增大，局部地区已出现了经济高速增长，绿色 GDP 负增长的不正常现象，这对于保障我国农业环境安全与食物安全、提高农产品国际竞争力、推进农村经济可持续发展与实现和谐社会等构成了重大瓶颈。

由于目前农业污染的高度综合性、复杂性、潜伏性，传统单一的污染防治思路与技术已无法解决复杂的“立体化”农业污染问题，农业污染防治面临着从认识、政策、法规、管理到技术等一系列难题，迫切需要完善农业污染综合防治新理论、新生产模式和相应的配套新技术。

我国科学工作者在科学发展观的指导下，首次提出农业立体污染综合防治新概念，探讨了人类生存空间三维污染的真实性、污染发展与形成过程的多源性和多维性，开展了对以往农业环境治理技术成果集成研究，提出了农业立体污染循环链全程治理的新思路，寻求了“水—土—气—生”一体化的农业污染综合防治的技术体系，这是我国农业污染防治科学研究与实践理论的一大创新与技术突破。农业立





体污染防治作为一项全局性、公益性工作，应长期予以支持，以加速实施农业立体污染综合防治战略，实现社会经济与生态环境的协调发展。农业立体污染防治又是一项全球性、前瞻性的工作，需要国际社会共同努力，我国政府鼓励就此项工作开展广泛的国际合作，共同探讨农业立体污染综合防治的机理，采取更为综合有效的措施。

我国作为一个负责任的大国，应在生态环境保护领域为人类做出应有的贡献。本书的出版，不仅是农业污染防治领域的一件大事，同时也是我国资源与环境研究领域的一件幸事。特别在农业环境问题正在受到前所未有挑战的今天，本书的出版无疑有助于进一步加速丰富我国农业立体污染防治新理论，健全新的科学研究方法和防治体系，有利于完善发展清洁化农业生产模式，培育新的交叉学科与研究领域，形成一批农业环保新产业，以保障农产品产地环境质量，提高我国食物安全和农产品国际竞争力，为促进现代农业和社会主义新农村建设服务。

国务院副秘书长

楼继伟

二〇〇七年春



序（二）

农业立体污染是当前环境学科新生的新型学科，是在继西方发达国家提出的点源污染、面源污染概念的基础上，我国科学工作者从根治农业污染角度出发，率先提出的全新概念。可以说，该概念的提出是我国农业污染防治研究已从一维（点）、二维（面）治污研究向农业系统立体“动态”治污研究发展的重要标志，表明农业污染防治研究已进入以农业生态、物质循环和圈层为系统理论的农业污染防治研究新阶段。

无论农业点源污染防治研究，还是面源污染防治研究，都是由传统源头污染防治、末端污染治理思路为主要出发点，而农业立体污染防治研究突出强调了农业清洁生产过程的自净能力，突出强调了不同物质在不同界面、不同阶段的危害作用是不同的；突出强调了不同形态物质在不同阶段、不同界面转化能力、危害能力也是不同的，这意味着在不同界面采取不同措施控制物质数量与形态（污染链控制）滞留时间，不仅不会造成污染，甚至有利于提高物质的利用效率，提高物质循环利用的经济效益。因此，树立农业污染防治清本治源的观念，抓污染根源治理，是建立节约型社会、生态家园，发展循环经济的重要对策。

随着我国农业、农村经济的迅速发展和集约化程度的提高，农业污染的立体化特征更加明显，问题日益严重。但农业立体污染不仅有农业生产自身产生的污染问题，同时，更多的来自工业与生活污染物造成的农业污染，为了解决中国立体化农业污染新问题，不仅需要传统的农业污染防治技术，而且还需要新思路、新方法。《立体污染综





合防治——农业卷》一书的出版，对于充分利用农业自净生产和农业净化能力，从理论上与方法上全面开创了农业污染防治的新思路，对于新形势下农业污染治理具有重要的指导意义和借鉴作用。

以中国农业科学院资源与环境领域为主的科学家，经过长期的潜心研究，在总结传统农业污染防治研究的基础上，将农业立体污染防治研究最新进展、最新动态和最新成果编著成本书，相信本书的出版无论是对从事相关理论、技术研究的科技工作者，还是相关管理者，都大有裨益。

农业部副部长
教授、博士生导师

张宝文

二〇〇七年春

序（三）

随着我国社会经济和工农业生产的快速发展，农业生产日益承受着大范围工业对农业的污染、农业自身污染和生态环境恶化的多重影响，呈现出污染物种类增多、污染面积扩大、污染强度增大的趋势，并逐步显现出复合交叉、时空延伸和循环污染的立体化特征。针对农业污染表现出复合交叉与时空延伸的新特征，传统的“点源”、“面源”污染防治思路与技术已经满足不了现实“立体化”农业污染防治的客观需求。

中国农业科学院历来重视农业资源与环境学科的建设工作，在农业环境和可持续发展研究领域有相当强的实力，一大批科技人员长期从事有关资源环境生态方面的研究，还有一批实验室（站）、野外监测（观察）站和示范区，在该研究领域取得了许多成果，在示范推广方面也积累了许多经验。近年来经过科技体制改革、人才引进和学科整合，资源环境已成为我院成长最快的学科之一，是我院国际合作与交流的重点领域。

为贯彻落实“科学发展观”和可持续发展战略，进一步深入研究这一科学问题，中国农业科学院组织有关专家积极开展了农业立体污染原理及防治措施的研究，为农业污染防治研究开辟了更广阔的研究领域。《立体污染综合防治——农业卷》一书提出的农业立体污染新理论、集成化的综合防治思路和政策保障措施等，相信定会引起国家有关部门、学术界专家的高度关注，必将有利于资源环境领域新型交叉学科的形成、环保产业的发展，有利于促进创新理论体系的形



成，院所学科整合，新型学科创建，跨学科、跨所、跨领域大团队协作与联合攻关，集中力量办大事，实现科学研究的跨越式发展。

非常高兴能为《立体污染综合防治——农业卷》作序，希望我院农业立体污染防治研究能更上一层楼，为提高我国农业环境治理水平、保障食物安全和增强农产品国际竞争力做出更大贡献。

中国农业科学院院长

翟毛集

二〇〇七年春

序（四）

非常高兴为《立体污染综合防治——农业卷》一书作序。其一是农业环境问题正在受到前所未有的挑战，已经成为国际社会广为关注的重大热点；其二是农业污染已成为影响我国食物安全和农产品国际竞争力的重要因素，我国农业污染科学研究与防治实践期待理论创新与技术突破。农业立体污染综合防治新理念、新方法的提出令人为之一振，值得探究。

人地关系紧张和数量型增长导致了我国农业环境长期处于高负荷状态。耕地质量下降、水质恶化、农药残留超标、畜禽粪便非清洁排放、作物秸秆遗弃与焚烧、农业温室气体排放、农产品安全水平下降等，形成国民经济高速增长，绿色 GDP 快速负增长的不正常现象。在 WTO 框架和全球经济一体化的大背景下，这些因素已经构成了保障我国农业环境安全与食物安全、提高农产品国际竞争力、推进农村经济可持续发展与实现和谐社会等的重大瓶颈。

目前，我国已有 2/3 以上的水域和 1/6 以上的土地受到不同程度的污染，土壤退化面积不断增加，水、肥料和农药的平均利用率仅 30% ~ 40%，比发达国家低 30 个百分点以上，城郊集约化农区地下水硝酸盐超标 20%（按国内标准估算），因不合理施肥每年流失纯氮超过 1 500 万 t，直接经济损失约 300 亿元，农药浪费造成的损失达到 150 多亿元。我国已经成为世界上化肥、农药、配合饲料、地膜等用量最多和作物秸秆、畜禽粪便等有机废弃物产出量最大的国家之一，继工业“三废”之后，农业污染正在成为新的污染源，而且随



着农业生产集约化程度的不断提高,农业自身污染的潜力和风险在增大。

近年,我国农业污染集中表现为如下特点:第一,农业污染物种类增多,污染面积呈现扩大趋势。除了农药、化肥、重金属污染,大量的废弃秸秆、塑料薄膜、城乡废弃物等对农业的污染程度加大,集约化畜禽水产养殖场污染已经成为我国农业的污染大户,集约化种植业过程中不合理的农业耕种措施导致温室气体排放也日渐显露。第二,大范围言,污染源逐步由工业为主与工农并重,向以农业为主转变,各种污染物进一步向农村转移,农业产地生态系统已经成为最广阔、最直接的受害者。第三,污染物通过在生态系统中的积累、传递、转化、再生,使污染过程具有复合交叉与时空延伸特征,对人、畜和大区域生态系统构成危害。第四,大气、水域等污染的无限制扩张,日渐成为国际社会关注的重大环境问题。

我国政府曾先后开展多项重大农业环境污染防治工作,取得了可喜成绩。但由于农业污染的高度综合性、复杂性和潜伏性等,传统而单一的污染防治思路与技术已无法解决复杂的“立体化”农业污染问题,对水体、土壤和大气的单方面研究已经远远不能从根本上有效解决农业污染问题,我国农业污染治理面临着从认识、政策、法规、管理到技术等一系列难题。构建新的污染防治思路,攻克一体化防治技术瓶颈,是我国农业污染防治的当务之急。

《立体污染综合防治——农业卷》提出了农业立体污染防治的新概念,初步探讨了相关重大基础科学或理论问题,对以往农业环境治理技术成果进行了集成研究。在农业污染防治思路选择上,以生态学圈层理论和农业循环经济等理论为指导,以农业生态系统污染减量化、资源化、无害化为原则,提出了农业立体污染循环链全程治理的新思路,初步构建起农业污染防治领域的一体化快速监测技术、污染物阻断与控制技术、环境友好型新产品研发等关键技术为一体的农业污染防治体系,在高层次上寻求“水—土—气—生”一体化、“海、

陆、空”立体化的农业污染综合防治的技术体系。

本书的出版定能引起我国有关部门、学术界对农业污染问题的高度关注和相关科学研究的深入开展,有利于形成一整套新的农业立体污染综合防治理论与技术体系,有利于培育新的交叉学科与研究领域,有利于形成一批农业立体污染防治新产品、新产业,有利于构建我国农业污染防治和产地环境建设的新思路和新体系,以适应科学发展观和创建资源节约型社会,为建设社会主义新农村服务。

农业污染防治是一个世界性的难题。作为世界上第一人口和农业大国,我国科技工作者在污染防治上任重而道远。包括本书编著者在内的一大批仁人志士正在不懈努力,积极探索适合中国国情的农业污染综合防治道路与模式,为我国的生态农业和环境建设,进而为全球的可持续发展做出贡献。

中国工程院院士

国家食物与营养咨询委员会主任

农业部专家咨询委员会副主任

中国农业科学院学术委员会名誉主任

卢良恕

二〇〇七年春

序（五）

“杏花疏雨，杨柳摇风，村落浮烟，沙汀印月……”，当这些词句渐渐从人们的记忆中退去时，碧水、蓝天、净土、洁物也就成了不折不扣的奢侈品。因此，人们越来越关注环境、生态问题也就理所当然。

资料显示，由于工业“三废”和城乡居民生活废弃物源源不断地输入，使得原本脆弱的农业系统承受着前所未有的污染压力，这种输入在一些地区已经远远超出农业生态系统的自净能力，而不合理的农药化肥施用、畜禽粪便排放、农业废弃物处置等，又进一步加剧了农业生态系统的失衡。

农产品产地环境日趋恶化，必然降低健康食品的生产能力。来自大气圈、土壤圈、生物圈和水圈的交叉立体式污染不断显现，使得局部地区农业土壤酸化、水质恶化、重金属污染加重和大气污染沉降物增加，导致生物污染概率加大，并通过生物富集及食物链等途径进一步扩大污染范围，构成了环境问题对农业农村经济可持续发展的严重威胁，并日益成为新时期我国推进生态文明和社会主义新农村建设的突出问题。

2006年颁布实施的《农产品质量安全法》，对农产品产地环境、农产品生产投入品等作了明确规定，要求从源头抓起，全程防止污染发生，确保农产品质量安全。与全社会对食品安全、环境安全问题的



关注和期待相比，农业污染防治面临的任务异常艰巨。

如何妥善处理这些问题？《立体污染综合防治——农业卷》做出了系统分析和回答，该书从农业生产各环节综合整治和保护生态环境质量、促进农业循环、协调、可持续发展的角度，突出点源、面源污染防治，同时积极探索综合、系统防治农业立体污染的方法途径，提出了一系列农业立体污染综合防治新理念、新思路和新技术。衷心希望本书的出版，对全面实施农业污染综合防治工作能够起到积极的推动作用。

梁四庚

二〇一〇年十月

目 录

序（一）	楼继伟（I）
序（二）	张宝文（III）
序（三）	翟虎渠（V）
序（四）	卢良恕（VII）
序（五）	梁田庚（XI）
导 论	（1）

综 合 篇

大力发展清洁农业 综合防治立体污染	（19）
综合防治农业立体污染 为发展现代农业服务	（24）
农业多功能性及其在农业立体污染中的应用	（28）
农业立体污染防治中循环经济运作机制及模式	（40）
农业立体污染防治的生态学机理探讨	（44）
农业立体污染与农村经济增长的库兹涅茨曲线相关性分析	（50）
农业立体污染防治补偿机制研究	（68）
农业环境自净能力与立体污染防治策略	（79）
农业立体污染综合防治信息网络和信息体系建设	（89）
农产品安全立体污染防控体系的构建	（97）
防治农业立体污染 保障农产品质量安全	（103）
现代农产品供应链在农业污染防治中的作用	（108）
农业立体污染防治对策研究	（115）
农业立体污染防控中的土壤污染防治立法	（119）
农业立体污染防治技术集成示范平台建设	（125）
农业立体污染综合防治学科建设	（129）
以科研团队协作带动农业立体污染综合防治研究	（134）

规 划 篇

农业立体污染防治专项规划	（141）
“农业立体污染防治科学创新条件建设”专项规划	（157）



“岛屿型经济区（崇明岛）农业立体污染防治”规划	(165)
“黄河中上游银川平原黄河灌区农业立体污染综合防治”规划	(171)
“我国农业立体污染防治技术示范与产地环境监测体系建设”项目 绩效预评估	(181)

技 术 篇

农业生态系统碳氮立体污染问题研究	(187)
农业装备技术在防治立体污染中的应用	(195)
微生物制剂在防治农业立体污染中的应用	(202)
生物技术在防治农业立体污染中的应用	(208)
生物标记物技术在防治农业立体污染中的应用	(214)
沼气技术在农业立体污染防治中的应用	(219)
遥感技术在防治农业立体污染中的应用	(224)
“3S”技术在防治农业立体污染中的应用	(237)
系统动力学在防治农业立体污染中的应用	(242)
基于系统动力学的农业立体污染防治模型探析	(245)
基于灰色预测模型的农业立体污染防治研究	(253)
环境放射性核素示踪技术在防治农业立体污染中的应用	(259)
农业立体污染中的农药污染	(264)
土壤农药污染与生物修复技术研究	(287)
设施园艺土壤生物污染的修复技术	(292)
从农业立体污染看水体富营养化防治	(300)
农业立体污染中的兽药污染	(304)
畜禽排泄物与农业立体污染防治	(313)
农业立体污染中的畜禽粪便在疾病传播中的危害及防治	(317)
畜牧业生产立体污染防治	(321)
动物源食品安全生产农业立体污染防治	(335)
饲料工业中的立体污染及防治技术	(339)
饲料配制技术和农业立体污染防治	(344)
农田灌溉系统中的立体污染防治技术	(350)
稻田生态系统立体污染及防治	(355)
棉田生态系统立体污染防治	(362)
茶树生态系统中的立体污染链与阻控	(367)
果树生态系统立体污染防治	(376)
农产品加工业立体污染防治	(383)
致谢	(390)