

农业农村面源污染

防控技术

张庆忠 梅旭荣 朱昌雄 ◎ 主编

NONGYE NONGCUN MIANYUAN WURAN
FANGKONG JISHU



首批全国优秀出版社



中国农业出版社
农村读物出版社

农业农村面源污染 防控技术

封面设计：关晓迪

ISBN 978-7-109-25827-3



9 787109 258273 >

定价：78.00元

👉 欢迎登录中国农业出版社网站：<http://www.ccap.com.cn>

☎ 欢迎拨打中国农业出版社读者服务部热线：010-59194918、65083260

🛒 购书敬请关注中国农业出版社
天猫旗舰店：



中国农业出版社
官方微信号

农业农村面源污染 防控技术

NONGYE NONGCUN MIANYUAN WURAN
FANGKONG JISHU

张庆忠 梅旭荣 朱昌雄 主编

中国农业出版社
农村读物出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

农业农村面源污染防控技术 / 张庆忠, 梅旭荣, 朱
昌雄主编. —北京: 中国农业出版社, 2020. 2

ISBN 978-7-109-25827-3

I. ①农… II. ①张… ②梅… ③朱… III. ①农业污
染源—面源污染—污染防治—研究—中国 IV. ①X501

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 183182 号

中国农业出版社出版

地址: 北京市朝阳区麦子店街 18 号楼

邮编: 100125

责任编辑: 阎莎莎 文字编辑: 史佳丽

版式设计: 王 晨 责任校对: 沙凯霖

印刷: 中农印务有限公司

版次: 2020 年 2 月第 1 版

印次: 2020 年 2 月北京第 1 次印刷

发行: 新华书店北京发行所

开本: 787mm×1092mm 1/16

印张: 19.75

字数: 460 千字

定价: 78.00 元

版权所有·侵权必究

凡购买本社图书, 如有印装质量

服务电话: 010-59195115 010-L

编写人员

主 编 张庆忠 梅旭荣 朱昌雄

副主编 (按姓氏笔画排序)

王玉峰 江丽华 杜章留 李学德 张富林 尚洪磊
侯志研 耿 兵 夏训峰 钱 铃 黄宏坤 韩 巍

参 编 (按姓氏笔画排序)

丁仕奇 于金成 王 芊 王 梅 王一丁 王丽君
王根林 牛世伟 邓林军 石 璟 叶成红 白 伟
冯 晨 托 娅 朱建超 刘 翀 刘冬碧 汤 婕
孙 阳 孙 雷 苏建党 李 喆 李仁杰 李玉梅
李昊儒 李晓华 杨 岩 杨志会 吴茂前 吴媛媛
何鑫淼 谷学佳 张 闯 陈天河 范先鹏 国 辉
周继文 郑 宏 郑利杰 居学海 郝卫平 段青红
娄翼来 夏 颖 顾金刚 徐 钰 徐 斌 徐汝民
徐道荣 高生旺 高馨婷 黄淑萍 盛清凯 董 俊
董 智 韩永伟 靳 拓 熊向艳

前言

本书是国家“十二五”科技重大专项“水体污染控制与治理”“流域农业面源污染防控整装技术与清洁农业流域示范”的研究成果。该课题是农业面源污染防控共性课题，立项的初衷是研究编制农业面源污染防控的共性整装技术，为我国典型流域农业面源污染防控提供技术支撑。该课题自2008年底开始动议，历经波折，2015年终于立项。研究内容虽与最初的设计不尽相同，但研究编制一套农业面源污染防控技术清单的初衷基本得以保留，技术范围从农业扩展为农业农村，任务数量由一套变为八套：把一套农业农村面源污染防控技术清单细拆为稻田面源污染防控技术清单、小麦玉米面源污染防控技术清单、露天菜地面源污染防控技术清单（大葱、甘蓝、豇豆）、设施菜地面源污染防控技术清单（黄瓜、番茄、芹菜）、集约化生猪养殖面源污染防控技术清单、规模化奶牛养殖面源污染防控技术清单、集中式家禽养殖面源污染防控技术清单、农村生活污染防控技术清单（含生活污水和生活垃圾）。一套与八套的关系是合与分的关系，笔者在课题研究任务里做了“分”，在本书里又主动做了“合”。本书只是编制技术清单的一个开始和引领，相信后续还会有更多的农业农村面源污染防控技术清单乃至农业农村绿色发展技术清单，而且会编得更好、更有水平、更有针对性。

本书的出版恰逢其时。生态环境是最普惠的民生福祉，生态环境也是生产力，“要把生态环境保护放在更加突出位置，像保护眼睛一样保护生态环境，像对待生命一样对待生态环境”。人类只有尊重自然、顺应自然、保护自然，才能实现经济社会可持续发展。2012年，党的十八大提出要大力推进生态文明建设，把生态文明建设融入经济建设、政治建设、文化建设、社会建设的各方面和全过程，努力建设美丽中国，实现中华民族永续发展。2015年10月，党的十八届五中全会提出“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念，绿色发展由此成为国家发展的导向。各行各业贯彻绿色发展理念、推进生态文明建设的学习和实践不断深入，不仅成为深化供给侧结构性改革、推动经济转型升级的动力，也是实现我国社会经济高质量发展的基本遵循。在农业农村领域，推动农业绿色发展、建设农业生态文明、实现农业可持续发展，是新时代的必

然要求。2016年，中央1号文件《关于落实发展新理念加快农业现代化实现全面小康目标的若干意见》第一次明确提出“加强资源保护和生态修复，推动农业绿色发展”。2017年，中央1号文件又进一步明确了“推行绿色生产方式，增强农业可持续发展能力”。2017年9月，中国共产党中央委员会办公厅、国务院办公厅联合印发《关于创新体制机制推进农业绿色发展的意见》，这标志着我国确立农业要走绿色发展之路。农业绿色发展的鲜明特征是绿色，核心要义是发展。党的十九大提出实施乡村振兴战略，2018年，中央农村工作会议提出实施乡村振兴战略“必须坚持人与自然和谐共生，走乡村绿色发展之路”，即必须坚持以绿色发展引领乡村振兴。以绿色发展引领乡村振兴是一场革命，扎实推进农村人居环境整治被看作实施乡村振兴战略的第一仗。防控农业农村面源污染是坚持农业农村绿色发展的应有之义，因此本书收录的技术，不仅是服务于农业面源污染防控和农村人居环境整治的技术，也是服务于农业农村绿色发展、服务于乡村振兴战略的技术。

本书中的内容只是一个尝试，还存在不少缺憾。一方面，本书不可能涵盖全部技术，很多科学家研发的更好的技术没有收录进来；另一方面，编写者的认识和技术水平有限，技术上可能还存在不少瑕疵。本书所筛选的技术虽然都是经过验证的，但不能保证每个技术都是最好的、最实用的，有的技术会被广泛接受并大规模推广应用，有的技术也可能最终被淘汰。另外，应用本书的技术，切忌盲目照搬照抄，需要根据当地的实际情况做调整，对于富有创造力的农民来说，这样的调整并不难。每项技术的最后都附有编制者的详细信息，在应用的过程中有技术问题也可以联系他们。

感谢国家“十二五”科技重大专项“水体污染控制与治理”的资助。本书技术的筛选和内容的编制也借鉴了中日国际合作项目“中国可持续农业技术研究发展计划”的思路。水稻侧深施肥插秧一体化技术就是源自该中日国际合作项目，从日本引进并熟化的；异位发酵床处理猪场粪污技术也是在该项目的基础上研发的，目前这两项技术都已经入选农业农村部2018年十项重大引领性农业技术。中国农业出版社的张洪光女士、阎莎莎女士、史佳丽女士、王琦琰先生在商定书名、校对和审定方面做了大量工作，在此对他们的付出表示衷心的感谢！

编 者

2019年8月

前言

导论——防控农业农村面源污染要坚持正确的技术方向	1
--------------------------------	---

第一篇 种植业面源污染防治技术

松花江流域水稻侧深施肥插秧一体化技术	11
松花江流域水稻规模化种植水肥优化技术	17
松花江流域玉米生产优化施肥+秸秆还田+深翻技术	23
辽河流域春玉米秸秆覆盖免耕种植技术	29
辽河流域玉米缓释肥料减量施用技术	37
辽河流域玉米种植有机肥替代化肥技术	44
辽河流域花生叶面追施氮肥技术	50
辽河流域花生玉米4:4年际间轮作技术	57
辽河流域水稻插秧施肥一体+养蟹整装技术	61
辽河流域稻田养蟹有机种植技术	68
海河流域小麦—玉米轮作水肥一体化技术	75
黄淮海地区大葱面源污染防治技术	83
黄淮海地区设施黄瓜—番茄轮作水肥一体化技术	92
三峡流域水稻—油菜轮作限肥控排技术	104
三峡流域油菜/玉米秸秆覆盖还田整装技术	110
巢湖流域设施辣椒膜下精准水肥一体化技术	116
巢湖流域水稻控失肥施用技术	127
巢湖流域小麦季生物炭土壤改良剂施用技术	131
巢湖流域水稻炭基肥施用技术	136

第二篇 养殖业面源污染防治技术

巢湖流域生猪养殖粪污异位发酵床处理与资源化技术	143
巢湖流域奶牛养殖污染沼气工程控制技术	150

海河流域家禽原位发酵床养殖技术	156
海河流域生猪原位发酵床养殖技术	162
松花江流域环境友好型奶牛养殖整装技术	172
辽河流域生猪养殖环境友好型饲喂技术	193

第三篇 农村生活污染防治技术

A ² /O 技术	203
生态园林式污水处理工艺	210
A/O 工艺	218
地下土壤渗滤系统	224
膜生物反应器	234
人工湿地	244
稳定塘	252
氧化沟技术	259
化粪池技术	268
接触氧化技术	273
小型两段式热解气化炉 + 填埋技术	280
流化床焚烧 + 填埋技术	291
自然通风堆肥 + 填埋技术	298
农村生活污染治理技术推广政策建议	305

导 论

——防控农业农村面源污染要坚持正确的技术方向

我国农业农村面源污染研究与防控工作，相较美国、日本、欧洲等发达国家和地区起步较晚。我国农业经营的规模、生产水平和农民群体有自己的特点，农业管理的体制机制也有自己的特色，农业科技创新与成果转化也与国际的路径不完全一致，这就导致我国农业农村面源污染防控工作在学习西方发达国家和走自己的路之间左右摇摆。总的来看，我国农业农村面源污染的防控工作取得了不少成绩，但我国农业农村面源污染防控的技术路径仍值得进一步探讨。

一、我国农业农村面源污染的现状

农业农村面源污染已经成为我国环境治理领域的难点和热点工作。据第一次全国污染源普查公报，2007年我国农业源排放化学需氧量（COD）1 324.09万吨、总氮（TN）270.46万吨、总磷（TP）28.47万吨，分别占全国污染物总排放量的43.7%、57.2%、67.3%。我国农业源化学需氧量、总氮、总磷排放量已经超过生活源和工业源，成为主要污染源，对水体环境造成严重的污染和威胁。2016年，在我国109个监测营养状态的湖泊（水库）中，贫营养9个，中营养67个，轻度富营养29个，中度富营养4个。其中，太湖、巢湖和滇池湖体分别为轻度、中度和重度污染。在5 100个地下水水质监测点位中，优良级、良好级、较好级、较差级和极差级点位分别占8.8%、23.1%、1.5%、51.8%和14.8%。

农业面源污染的来源包括种植业和畜禽、水产养殖业。

我国种植业生产中存在化肥使用强度大、利用率低的问题。我国耕地面积不到全球的1/10，但是近年来氮肥的使用量却占全球的1/3，果园和设施蔬菜化肥过量施用现象较为突出。2015年，我国化肥用量6 022万吨，利用率仅为35.2%。有研究表明，我国当季农田肥料利用率只有30%~35%，集约化蔬菜主产区蔬菜对氮肥的利用率只有10%~20%，化肥不合理施用不仅造成农作物产量和品质下降，而且还因为肥料流失引起水体富营养化。根据第一次全国污染源普查公报，我国种植业源总氮流失量159.78万吨，总磷流失量10.87万吨，分别占农业源的59.1%和38.2%。按2007年全国氮肥施用量3 700多万吨计算，氮流失量占氮肥施用量的4.3%，成为主要的水体氮负荷“贡献者”。

畜禽养殖业在给人们提供大量肉蛋奶的同时也产生大量的废弃物，如畜禽粪便、养殖

污水等，尤其是改革开放以来，大量规模化养殖场和密集养殖区出现，产生的废弃物无法像传统散养畜禽粪便还田利用而得到有效消纳，大量粪便污水肆意排放造成的环境污染问题日趋严重，成为我国主要污染源之一，已经引起社会广泛关注。我国每年畜禽粪污产生量约 38 亿吨，综合利用率不到 60%。水产养殖过程中大量饲料、养殖用药的使用，造成集中养殖区域水环境污染。畜禽养殖粪污的量远超工业固体废弃物的数量。根据第一次全国污染源普查数据，农业源中畜禽养殖业排放化学需氧量 1 268.26 万吨、总氮 102.48 万吨、总磷 16.04 万吨，分别占全国污染物总排放量的 41.9%、21.7%、37.9%，占农业源排放量的 95.8%、37.9%、56.3%。

我国农村生活面源污染治理同样急迫，农村生活垃圾、生活污水治理工作仍处于起步阶段。我国每年产生农村生活垃圾约 1.75 亿吨，农村生活污水 136 亿吨。相关数据表明，2016 年，全国农村生活垃圾处理率达到 60%，全国农村生活污水处理率为 22%。这就意味着，与城市环境建设相比，过去农村环境治理重视程度不够，历史欠账较多，农村生活污染治理仍有很长的路要走。另外，农村生活垃圾、生活污水治理的技术和效果仍需要时间的检验，技术优劣很难在短期内下定论。2018 年 10 月 27 日，搜狐、新浪等媒体报道了一则新闻，浙江省嘉兴市绿色能源有限公司申请跨省转移 1 万吨垃圾焚烧飞灰固化物，原因就是浙江省主要采用焚烧法处理农村生活垃圾，导致省内处理能力饱和，找不到处理飞灰的地方，反映出这种处理方式经不起时间的检验，缺乏可持续性。

二、我国农业农村面源污染防控取得的成绩

根据农业农村部的公开资料，我国农业农村面源污染防控取得了一定成绩。主要有以下几个方面：

一是体系队伍建设不断加强。已形成了由两个国家级总站为龙头，33 个省、自治区、直辖市和计划单列市农业环保站为主体，326 个地级站和 1 794 个县级站为基础的四级农业环境保护管理体系，为农业生态环境监测与防控提供了队伍体系保障。

二是监测能力不断加强。逐步建立健全了全国农业面源污染国控监测网络，开展了农业面源污染长期定位监测工作，基本掌握了全国农业面源污染状况，形成了常态化、动态化、制度化的长效机制。

三是节肥节药技术大面积推广应用。实施化肥农药零增长行动，开展化肥减量增效试点，扩大测土配方施肥实施规模，加大农作物病虫害绿色防控力度。2015 年初，印发了《到 2020 年化肥使用量零增长行动方案》《到 2020 年农药使用量零增长行动方案》，启动实施化肥农药使用量零增长行动。2015 年，测土配方施肥推广面积近 16 亿亩*次，化肥使用量增幅仅为 0.45%。深入实施绿色防控，设立国家级绿色防控示范区 150 个，陆续淘汰高毒农药，大力推广使用高效低毒低残留及生物农药。开展农作物病虫害专业化统防统治与绿色防控融合推进试点建设，建立示范基地 218 个。2017 年，我国水稻、玉米、小

* 亩为非法定计量单位，1 亩=1/15 公顷。——编者注

麦三大粮食作物化肥利用率为 37.8%，农药利用率为 38.8%，化肥、农药零增长提前 3 年实现。

四是畜禽水产养殖污染防控取得明显进展。印发了《促进南方水网地区生猪养殖布局调整优化的指导意见》，科学划定禁养区，优化养殖布局。组织实施畜禽标准化养殖项目和畜禽粪污资源化利用试点，开展畜禽标准化示范创建，创建标准化示范场 3 397 个，有效提升畜禽养殖污染防控水平。推进农村沼气转型升级，建设规模化大型沼气工程 386 个、规模化生物天然气工程试点 25 个，新增沼气生产能力 4.87 亿米³，处理利用畜禽鲜粪等农业有机废弃物 950 万吨。自 2006 年以来，持续开展全国水产健康养殖示范创建活动，目前已创建渔业健康养殖示范县 17 个、水产健康养殖示范场 6 218 个。

五是农村清洁工程建设有序推进。组织实施农村清洁工程试点，在全国 20 余省建成农村清洁工程示范村 1 600 余处，示范村生活垃圾、生活污水的处理利用率达到 95% 以上。

六是合力推进农业环境综合治理示范建设。已形成了由 1 个生态循环农业试点省、10 个循环农业示范市、283 个国家现代农业示范区、1 100 个美丽乡村以及若干个生态农业示范基地构成的现代生态循环农业典型带动体系。在重点流域和重要水源地保护区实施畜禽养殖废弃物及农业氮磷污染综合防控示范区建设，积极探索流域农业面源污染防控的有效机制。

三、防控农业农村面源污染要探讨的几个问题

(一) 厘清面源污染的概念

农业面源污染 (agricultural non-point source pollution) 是相对于点源污染而言的，其原来的内涵是指非点状的污染源对水体的污染。所谓非点状的污染源是指不同于工厂排污口的且主要来自农田的氮磷等养分流失、农村分散的生活污水、养殖污水随地表径流排放的污染源。这类农业面源污染具有分散性、隐蔽性、随机性、不确定性、空间异质性和不易监测的特点。农业面源污染的概念传入我国后，概念被泛化。泛化后的农业面源污染包含了农田氮磷等养分随地表径流、渗漏损失导致的污染 (也有人把氮肥的气态损失再经过大气沉降进入地表水的污染负荷算在内，数量也极为可观) 与规模以下养殖废弃物的污染、农村分散式生活垃圾和污水污染、农田残膜污染、秸秆田间焚烧污染、农田农药及包装袋污染等。换言之，只要是非点状的农业源的污染，不管其是对水体、土壤还是大气的污染，都算作农业面源污染，这算是面源污染广义的概念。甚至于有些情况下，把土壤重金属污染也放入农业面源污染之下。这种概念的泛化，就把一个专门的问题变为不同门类的污染问题，由于问题不聚焦，技术研发和管理措施就缺乏了针对性，不利于问题的探讨和解决。

仅指对水体污染的农业面源污染也有广义和狭义之分。广义的农业面源污染概念包括了农业生产面源污染和农村生活面源污染，狭义的概念仅指农业生产导致的面源污染，即种植业和养殖业面源污染。此外，有人认为农村面源污染概念包括了农业生产面源污染和农村生活面源污染两部分，即农业面源污染是农村面源污染的一部分，导致农业面源污染概念和农村面源污染概念混淆不清。这种概念的不清和乱用，特别是在部门条块分割的情

况下，各说各话，容易造成面源污染防治责任不清，工作形不成合力。

本书中，农业面源污染仅指农业生产面源污染，即种植业、养殖业面源污染，农村面源污染仅指农村生活面源污染，即生活垃圾和生活污水造成的面源污染，且都是对水体的污染，即狭义的概念。

（二）农业农村面源污染防治的主体

农业农村面源污染是在农业生产和农村生活的过程中产生的。治理农业农村面源污染必须针对这些过程且要跳出这个层面去研究、分析和解决问题。防控农业农村面源污染必须改变农业生产方式和农民生活方式，这是共识，然而防控农业面源污染的主体是谁，如何防控农业农村面源污染，现实中却有着不一样的看法。

一种看法是“谁污染，谁治理”“谁污染，谁付费”。这种看法把农民看作农业面源污染防治的主体，但借用的是工业企业和城市治污的思维，主张用管和罚的办法促使农民自己改变生产和生活方式。这种简单粗暴的认识不符合农业农村的实际，注定无法奏效。一方面，农业仍是弱势基础产业，保障粮食安全是重中之重，农业剩余价值不足以支撑面源污染防治的成本；农民仍是弱势群体，城乡居民人均收入之比为 2.7 : 1，农民自身难以负担农业生活垃圾、生活污水处理设施的建设、管理和运行。另一方面，农业面源污染具有分散性、不确定性、不易监测等特点，难以准确追溯到污染制造者和精确量化污染的程度，即使谁污染谁付费，但执法成本太高，难以操作。

另一种看法是“政府干，农民看”。当前的农业面源污染防治主要是政府实施的工程或者是科研院所承担的项目，缺乏农民参与。这种实际操作把农民排除在农业农村面源污染防治主体之外，事实上，农业农村面源污染防治的主体是农民。如果不能让小农户、合作社等农业生产者主动采用农业清洁生产技术，不能让农民自觉践行绿色生活方式，政府只管治理末端污染，农业农村面源污染防治不会取得决定性胜利。

（三）农业农村面源污染防治的技术路径

1. 科学确定防控的关键节点 过去有一段时期，我国农业面源污染治理以末端治理为主。后来随着对面源污染物迁移规律把握和认识的不断深入，提出了“源头阻断、过程拦截、末端治理”的综合防控思想，并不断改进，改为“源头减量、过程拦截、末端利用”，这是一次进步。于是一些种植业面源污染防治的研究项目开始沿着污染物迁移的路径布设技术措施，例如，优化农田水肥管理，在沟渠里设置挡水板或者直接利用浮床栽种植物以吸附氮磷等营养物质，在农田排水进入水体前设置前置库，在入湖入河口的湖滨带、河滨带设置人工湿地等。以上这些措施对防控种植业面源污染都有帮助，但重点不突出，且有些环节值得商榷。

种植业面源污染防治的关键在生产环节这个源头。我们不否认生态沟渠确实有拦截农田排水中氮磷等营养物质的作用，但生态沟渠技术不够实用，还存在不少问题。①节约集约利用水资源是国家战略，2017 年我国农田灌溉水有效利用系数为 0.542，这意味着使用 1 米³ 的水仅有 0.542 米³ 被农作物吸收利用，与发达国家 0.7~0.8 的利用系数差距很大。减少沟渠水的渗漏和蒸发是提高利用系数的重要举措，这就意味着沟渠硬化防渗是方向，

因此不适宜种植植物。②沟渠很难保证常有水，如何让种植的植物一直保持存活是个问题。③从农民需求角度看，沟渠种植植物如果太密，既不利于涝时快速排水，也不利于灌溉时进水，影响农田管理。种植业面源污染源头的关键在于施肥。农田水分管理固然重要，且降雨径流是产生农业面源污染的主要原因，但以水分管理为主防控面源污染操作性不强。一方面，天降暴雨不可控，虽然有天气预报，但强降水难以阻挡，产生降雨径流是必然的；另一方面，稻田干湿交替是农艺需要，虽然排水量或多或少，但农田总要排水，有些半干旱地区，如宁夏黄灌区，农田还需要排水洗盐，否则盐渍化会加重。因此，防控种植业面源污染，优化施肥管理是根本。

养殖业面源污染防治的关键在粪污收集这个源头和粪污还田利用。张维理等早在2004年介绍发达国家农业面源污染防治的经验时就指出，“在进行农田面源污染控制上，主要是在全流域范围内广泛推行农田最佳养分管理，通过对水源保护区农田轮作类型、施肥量、施肥时期、肥料品种、施肥方式的规定，进行源头控制。即使在对农民有巨额补贴的欧洲国家，能够采用污水处理设备的畜禽养殖场也很少，为此畜禽场面源控制，主要通过制定畜禽场农田最低配置（指畜禽场饲养量必须与周边可蓄纳畜禽粪便的农田面积相匹配）与畜禽场化粪池容量、密封性等方面的规定进行。管理部门在进行监控时，主要不是检查农村畜禽场排放污水是否达标，而是重点检查农田最低配置、畜禽场化粪池容量等。实际上，在这些指标达标的条件下，极少会发生畜禽场的场地径流。”

当前，农业面源污染防治的研究过于强调系统性、整体性，而迷失了问题的关键，甚至有些研究者张冠李戴，把农业面源污染的首要问题归于水分管理。

同样，农村面源污染防治也要抓住农村生活的特点，首先做好生活垃圾分类，并选择合适的处理和利用技术。我国有58.8万个行政村，占据17万千米²的土地，农村的情况千差万别，必须因地制宜、分类施策。

2. 正确认识稳定产量与控制污染的关系 农业具有多功能性，农业的功能大致可分为经济功能、政治功能、社会功能和生态功能。当前，“三农”工作是全党工作重中之重，保障粮食安全则是我国农业生产的重中之重。我国粮食产量虽然已经连续5年达到6亿吨，但粮食供给仍属于紧平衡状态。粮食安全既是经济问题，也是政治问题，是国家发展的“定海神针”。防控农业面源污染必须把保障粮食安全作为前置条件，不能只强调防控面源污染而不管粮食安全。忽视粮食安全，只管面源污染负荷削减，只盯水质达标的倾向是偏颇的。根据水体水质目标，计算需要减排的面源污染负荷，即通过倒推的方式，确定农业要减排的目标是不可取的。且不说基于农业面源污染的特点，农业面源的流失系数、入湖入河系数本就不清楚，难以准确计算入湖入河负荷，只如此设想制定农业面源污染负荷减排目标，就是不符合国情的。

建设农业清洁流域，应该是在保障粮食安全的前提下，最大可能且可行地减少农业农村面源污染负荷。农业清洁流域可看作是在流域或者景观的尺度上，农业发展方式能满足粮食安全需求且不造成危及系统健康的生态与环境问题，流域生产、生活、生态功能安排合理，达到农业与环境协调发展的一种可持续农业模式。这种模式是农业多种功能的平衡，以粮食安全为本，以生态环境健康为追求的方向，是流域尺度上的农业绿色发展。

3. 端正技术高精尖与实用的关系 防控农业农村面源污染需要不断深入研究有关科

学问题并不断研发新技术。但技术研发不能忽视农业农村农民生产的实际，即不能忽视农业的发展阶段、发展水平、发展规模，不能忽视农村的生活习惯、区域特点、经济发展水平，不能忽视农民的观念、教育程度、年龄结构等因素。

目前，我国农村人口 5.76 亿人，约 2.1 亿户，按照 18 亿亩耕地计算，户均耕地面积 8.6 亩。再过 20 年，也还会有至少 4 亿人在农村。按 18 亿亩耕地计算，那时人均耕地也不过 4.5 亩，户均耕地面积 20 亩左右。根据笔者在吉林和山东的调研情况，每户至少有 3 块农田，因此每块农田的面积都不大。2017 年底，我国注册登记新型农业经营主体 300 万家，其中农民合作社 200 万家。但真正按照合作社规范运营的估计不超过 20%。截至 2017 年初，全国土地流转面积占家庭承包耕地总面积的 35% 左右，预计未来小农户仍是我国农业的主体。2015 年，农业劳动力平均年龄 50 岁，农村留守的主要是老人、妇女和儿童。从吉林和贵州的几个村调研情况看，农村留守从事农业人口的受教育程度普遍为小学文化，年龄大、文化程度低是我国农村从事农业生产人口的普遍现状。从他们的需求看，他们关心的农业生产技术核心是“一多一少一不”，即要多挣钱、少费工、不复杂。

然而在现实的技术研发过程中，或者是研发人员只重科研，不了解实情，或者是考核制度不合理，发表文章重于技术应用推广，导致技术研发一味追求“高精尖”，研发的技术多华而不实。一些所谓高新技术、减排效果大的技术往往是没有实用价值的。农民的现状决定了耗工费时、没有经济效益的技术不会被推广应用。此外，农业农村面源污染的特点决定了要以源头治理为主，体现在施肥和生产管理中，强调种植业面源污染防控工程示范也是不切实际的。

防控农业农村面源污染，一个行动胜过一千句口号。控制农业农村面源污染必须从小事做起，从一个又一个具体的措施做起，只要有效果都可以尝试和实践，不必拘泥于这个技术是不是最好的。如果没有比这更好的方案，可以在实践中去比较总结，而不是只做无休止的辩论却不落实到行动中。对于防控农业农村面源污染，简单实用可能就是最好的解决方案。日本的半量投入农业法非常普遍，即各地在原来常规农业化肥、农药施用量及施用次数的基础上，只要化肥、农药各减一半，政府就会提供相应的补贴，并允许农产品标注相应的标识，以获得更好的市场认可。

4. 处理好特色与借鉴的关系 无论如何强调原始创新都不为过，但追求原始创新也必须建立在实事求是的基础上，不能否定借鉴的意义。我国农业有自己的特点，但我国农业面源污染的特点与发达国家相比，还是共性多于个性。一味强调我国农业的特色，不愿或者没有借鉴发达国家治理农业农村面源污染的经验则是非常遗憾的。习近平总书记提出，“必须坚持走中国特色自主创新道路，面向国际科技的前沿，面向经济主战场，面向国家重大需求”。第一个面向就是面向国际科技的前沿，这就要睁眼看世界，不能闭关锁国搞研究。

发达国家研究和治理农业面源污染比我国要早，这是因为发达国家集约化农业比我国发展得早。20 世纪 80 年代末，发达国家已经出现并意识到了严重的农业面源污染问题，国家层面的研究与治理工作也同期开展。我国农业面源污染的研究虽然也大致始于 20 世纪 80 年代，但受到的关注不够，特别是国家层面的治理工作起步较晚。即使是研究也多步国外的后尘，如我国当前使用的农业面源污染模型基本还是以国外模型为主。欧盟及美

国、日本等发达地区和国家研究与治理面源污染的工作都走在我国前面，有很多成功的经验，也有一些失败的教训，其经验教训都值得我国借鉴。以创新的名义过分强调我国农业面源污染的特色，对国外的做法不屑一顾，是不谦虚的，也是不客观和不科学的。这样不顾实际的事例也是存在的，例如，在我国的研究中，有人提出要研究农业面源污染物入湖入河的流失系数，国外发达国家没有搞出来，我们要搞出来。且不论由于农业面源污染的空间异质性，一个点的数据有何普遍意义，就算在一个点上，单是影响农业面源污染物迁移的因素众多，年际差异巨大，如何研究？这样的“创新点”不是好的科学问题。

（四）几个观念方面的问题

随着我国对环保问题的重视，特别是环保督查问责，地方政府加大了农业农村面源污染防治的力度，同时面源污染问题也令地方政府非常头痛。根据笔者的了解，各地在农业农村面源污染防治工作中过分强调技术，对管理的作用重视不够。一方面是观念的问题，另一方面是资金投入不足的问题。因此，不少地方政府官员寄希望于技术进步，期望通过应用一项或者几项新技术，政府不需要资金投入，农业农村面源污染问题就可以迎刃而解。事实上，国外的经验表明，农业农村面源污染防治技术固然重要，管理发挥的作用也非常重要，管理与技术相配合是农业农村面源污染防治的法宝。

产业化是环保领域一个绕不过的话题。产业化在农业农村面源污染防治中的作用及如何发挥，或者说两者之间的关系是什么，值得探讨。环保产业是个大产业，培育壮大环保产业十分必要。习近平总书记在2018年5月全国生态环境保护大会上指出，全面推动绿色发展，要培育壮大节能环保产业、清洁生产产业、清洁能源产业。但目前有种观点认为，农业农村面源污染防治必须走产业化之路，研发的防控技术必须能够产业化才有出路，才是可行的，否则就不够“时髦”、不符合需求；再者，研发的技术必须能够在使用中盈利才是好技术，即不需要政府投入或者污染者买单，只通过污染治理变废为宝就能盈利，否则就是技术水平太低。这种对产业化的理解过于片面。培育壮大环保产业是要让环保企业成为市场的主体，环保企业可以通过工程项目实现盈利，但这并不意味着治理污染这件事就会带来额外的经济效益。治污如同治病，如同医生治病可以让医院和医生有经济收入，但绝不是病人因为生病而获利，相反病人或者其单位要付费。此外，有些研究项目必须要企业参与甚至由企业主持就是符合环保产业化的道路，并在申报指南中作为硬性规定，这也让很多有识之士诟病。一方面，当前的环保企业研发能力不足、研发条件不具备，由环保企业承担科研项目为时尚早；另一方面，政府培育环保企业的急切心情可以理解，但用行政的手段干预本该由且完全能由市场机制解决的事情就是拔苗助长，令人叹息。

四、农业农村面源污染防治行动的实施方式

（一）准确定位利益各方

防控农业农村面源污染要坚持政府主导、农民主体、市场参与的推进机制。在面源污染防治中尊重农民主体地位，就是要尊重农民的意愿，照顾农民的利益，引导农民参与，

让农民有知情权、选择权、利益补偿权，让农民自觉践行绿色生产方式和生活方式，充分发挥农民积极性、主动性和创造性。因此，从政府的层面看，开展农业农村面源污染防治行动，一方面要完善健全农业农村面源污染防治的法律法规体系；另一方面要采取切实可行的行动计划，发布清洁生产技术清单和技术手册，并针对技术清单制定补贴标准，引导鼓励农民、农业生产企业采用清洁生产技术，引导农民采用绿色生活方式并采用符合当地实际的可行有效的生活垃圾和生活污染处理技术。

从实施农业农村面源污染防治行动的角度来看，政学研用的结合也很重要。由科研工作者编制一份行之有效、经济可行、农民易学乐用的技术手册，再由政府认可发布并明确奖励办法，一线用户在环保要求倒逼、治污奖励激励下积极实施，是动员全民打赢农业农村面源污染防治攻坚战的好办法。

（二）本书编制的思路与方法

本书的目的就是尝试站在政府主导、购买服务的角度，为农民编制一份环境友好型的技术手册。本书的用户目标定位是两类：一是农民、新型经营主体、农业企业等技术应用层面的用户，二是迫切需要实施农业农村面源污染防治的政府部门。本书的内容定位是实用、有效、可复制。

1. 有效、实用、可推广 既然是农业农村面源污染防治技术手册，所收录的技术必须要有面源污染物减排的效果。作为农业技术，必须考虑产量，最好稳产增产，即使产量略有降低，也要在可接受范围内。实施推介技术要有经济效益分析，政府补贴有依据，农民采用技术不吃亏。同时，最好有技术的环境风险分析，防止降低了农业农村面源污染的同时，却引起了其他的同样难以承受的环境或者生物风险，即要防止不产生更大的其他的危害。

筛选的技术最好经济成本低，相比传统模式劳动投入不增加，或者增加不多，技术不莫过于复杂，或者说复杂的部分交给机器或工程，人工操作不复杂，这样的技术较为符合农业农村实际，实用且便于推广。

2. 整装技术 本书中的技术最好是整装技术，即综合考虑选种、施肥、用药、灌溉、耕作、后期管理等整个生产链条的环境友好型技术。这样便于实践者学习掌握，全程可参考。当然，强调整装并不排斥某个环节的技术，因为并不是所有的技术都需要考虑整个生产流程，如畜禽养殖干清粪技术。

此外，需要说明的是，整装是技术层面的，不是区划层面的，否则无法应用推广。例如，山水林田湖草统筹治理，需要因地制宜，是区划层面的，难以复制推广。

3. 共性技术 本书主要考虑区域共性技术，当然，随着内容的不断丰富完善，个性技术也很有必要。在编制之初，还是主要考虑区域大宗农作物、主要养殖动物、主要类型农村的面源污染防治技术。这样，编制的技术可供更多用户参考，整个区域防控农业面源大都用得上，可为政府农业农村面源污染防治提供有力的技术支撑。

4. 通俗易懂易学 所推介技术的最终选择权主要在农民这个主体，不是政府和研究人员。因此，编制本书要避免像学术论文，不能全是术语、全是概念，要通俗易懂，要让农民看得懂、可以学，而且可以做出判断选择。这是本书成功的关键。