

中国工程院重大咨询项目  
中国农业资源环境若干战略问题研究

# 面源污染防治卷

## 中国农业面源污染 防治战略研究

刘宏斌 曲克明 武淑霞 等 著

PREVENTION AND CONTROL STRATEGIES FOR  
AGRICULTURAL NON-POINT  
SOURCE POLLUTION IN CHINA

中国工程院重大咨询项目  
中国农业资源环境若干战略问题研究

# 面源污染防治卷

## 中国农业面源污染防治战略研究

刘宏斌 曲克明 武淑霞 等 著

中国农业出版社  
北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

中国工程院重大咨询项目·中国农业资源环境若干战略问题研究. 面源污染防治卷: 中国农业面源污染防治战略研究/刘宏斌等著. —北京: 中国农业出版社, 2019. 8

ISBN 978-7-109-25350-6

I. ①中… II. ①刘… ②曲… III. ①农业资源-研究报告-中国 ②农业环境-研究报告-中国 ③农业污染源-面源污染-污染防治-研究-中国 IV. ①F323.2 ②X322.2 ③X501

中国版本图书馆CIP数据核字 (2019) 第051421号

面源污染防治卷: 中国农业面源污染防治战略研究

MIANYUAN WURAN FANGZHI JUAN: ZHONGGUO NONGYE  
MIANYUAN WURAN FANGZHI ZHANLÜE YANJIU

审图号: GS (2018) 6809号

---

中国农业出版社

地址: 北京市朝阳区麦子店街18号楼

邮编: 100125

责任编辑: 孙鸣凤 姚佳

版式设计: 北京八度出版服务机构

责任校对: 巴洪菊

印刷: 北京通州皇家印刷厂

版次: 2019年8月第1版

印次: 2019年8月北京第1次印刷

发行: 新华书店北京发行所

开本: 889mm×1194mm 1/16

印张: 11.25

字数: 200千字

定价: 120.00元

---

版权所有·侵权必究

凡购买本社图书, 如有印装质量问题, 我社负责调换。

服务电话: 010-59195115 010-59194918

# 项目组成员名单

**顾问：**唐华俊 中国工程院院士，中国农业科学院院长、研究员

唐启升 中国工程院院士，中国水产科学研究院黄海水产研究所名誉所长、研究员

## 主要著者

### 面源污染课题组

刘宏斌 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所研究员

武淑霞 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所副研究员

谷保静 浙江大学环境与资源学院教授

金书秦 农业农村部农村经济研究中心副研究员

刘 申 航天信息股份有限公司高级工程师

王洪媛 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所研究员

翟丽梅 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所研究员

李文超 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所

### 渔业环境专题组

曲克明 中国水产科学研究院黄海水产研究所研究员

崔正国 中国水产科学研究院黄海水产研究所副研究员



# 前言

P R E F A C E

近年来，面源污染问题日益突出，成为世界范围内环境污染尤其是水环境污染、湖泊富营养化的主要因素，而农业是重要的面源污染来源。据第一次全国污染源普查资料显示，在我国主要污染物排放量中，农业生产（含种植业、禽畜养殖业及水产养殖业）排放的化学需氧量（COD）、氮（N）、磷（P）等是主要污染物，其中COD排放量占总量的46%以上，N、P占50%以上，已严重影响到我国的水环境质量、生态环境健康，制约了我国经济社会的可持续发展。农业面源污染防治战略的研究随之也越来越得到政府和科研人员的重视。

习近平总书记指出，农业发展不仅要杜绝生态环境欠新账，而且要逐步还旧账，要打好农业面源污染治理攻坚战。农业部针对打好农业面源污染防治攻坚战提出了一系列的实施意见，旨在不断提升农业可持续发展支撑能力，促进农业农村经济快速、健康发展。面源污染防治战略的制定与实施基于对我国农业面源污染的认识，为此，研究我国不同来源的农业面源污染产生与排放的空间分布状况，弄清农业面源污染的成因及防治现状，了解现行的面源污染防治政策及未来的防治战略等，就成为面源污染防治战略研究的首要任务。

本报告由中国农业科学院农业资源与农业区划研究所刘宏斌、武淑霞、刘申等，浙江大学谷保静，农业农村部农村经济研究中心金书秦以及中国水产科学研究院黄海水产



研究所曲克明、崔正国等人共同完成。应中国工程院重大咨询项目“中国农业资源环境若干战略问题研究”的要求，研究年份以2015年为基础年份，涉及其他年份的数据将在书中进行标注。由于时间短促、水平有限，许多问题还有待于进一步深入研究，错误和不足之处在所难免，欢迎批评、指正。

本书著者

2018年3月



# 目录

C O N T E N T S

前言

---

## 第一章 农业生产基本状况

---

### 一、农业生产状况 // 2

(一) 影响农业生产的自然因素状况 // 2

(二) 种植业基本状况 // 7

(三) 畜禽养殖业基本状况 // 13

(四) 渔业发展现状 // 14

(五) 农业面源污染概述 // 16

### 二、肥料施用情况 // 18

(一) 农业面源污染调查 // 18

(二) 肥料(含化肥和有机肥)施用状况 // 20



- (三) 化肥施用情况 // 22
- (四) 有机肥施用情况 // 25
- (五) 有机肥比重 // 27

### 三、畜禽养殖粪尿产生情况 // 30

- (一) 畜禽养殖对环境的影响 // 30
- (二) 畜禽粪尿产生量 // 31
- (三) 畜禽粪尿养分资源分析 // 35
- (四) 单位耕地面积畜禽承载力 // 41

### 四、渔业环境可持续发展面临的形势与挑战 // 42

- (一) 水产养殖污染物排放不可忽视 // 42
- (二) 外源污染严重影响渔业水域环境质量 // 43
- (三) 生态灾害和污染事故造成渔业经济损失严重 // 43
- (四) 建设项目活动开发侵占渔业水域 // 44
- (五) 水产养殖污染对水域环境质量具有一定的负面影响 // 45
- (六) 水产养殖自身污染不可忽视 // 46
- (七) 投入品的不当使用影响水产品质量安全 and 环境质量 // 47

---

## 第二章

### 农田面源污染状况

---

- 一、地表径流面源污染物排放状况 // 50
- 二、地下淋溶面源污染物排放状况 // 52
- 三、农田面源污染排放状况 // 54



---

## 第三章

### 畜禽养殖污染状况

---

- 一、养殖场污染物排放状况 // 58
- 二、养殖专业户污染物排放状况 // 61
- 三、畜禽养殖污染物排放状况 // 64

---

## 第四章

### 渔业环境质量演变趋势

---

- 一、海洋天然重要渔业水域 // 68
- 二、淡水重要渔业水域 // 69
- 三、国家级水产种质资源保护区 // 70

---

## 第五章

### 重点流域污染物排放状况

---

- 一、松花江流域污染物排放状况 // 74
- 二、辽河流域污染物排放状况 // 74
- 三、海河流域污染物排放状况 // 75
- 四、黄河中上游流域污染物排放状况 // 75
- 五、淮河流域污染物排放状况 // 76
- 六、巢湖流域污染物排放状况 // 76



七、三峡库区及其上游流域污染物排放状况	//	77
八、太湖流域污染物排放状况	//	78
九、滇池流域污染物排放状况	//	78
十、重点渔业水域资源环境问题识别	//	79
(一) 渤海	//	79
(二) 长江流域	//	79
(三) 舟山渔场	//	80
(四) 鄱阳湖	//	80

---

## 第六章

### 农业面源污染成因分析

---

#### 一、种植业 // 82

- (一) 化肥施用总量过大, 蔬菜等高用肥作物快速发展 // 82
- (二) 农业设施和技术落后 // 83
- (三) 经营规模小, 先进技术和管理难以推广 // 84
- (四) 作物种类单一, 复种指数高, 耕地质量下降 // 85
- (五) 作物种植管理措施不合理, 空间布局有待改进、缺乏规划 // 86

#### 二、畜禽养殖业 // 86

- (一) 畜禽养殖总量过大, 局部区域过载 // 86
- (二) 养殖场选址紧邻水体, 污染风险高 // 87
- (三) 经营规模小, 分散养殖污染治理难度大 // 87
- (四) 规模化标准养殖不够, 质量与价格不挂钩 // 88

#### 三、种养布局 // 88

- (一) 缺乏种养结合统筹规划 // 88



- (二) 养殖场污染治理设施建设目标不明确 // 89
- (三) 养殖场、农场、政府、监管部门责权利不清, 治理主体责任缺失 // 89
- 四、成本收益与化肥补贴 // 90**
  - (一) 成本收益 // 90
  - (二) 化肥补贴 // 92
- 五、渔业污染环境的影响分析 // 94**
  - (一) 主要养殖模式环境影响分析 // 94
  - (二) 不同养殖品种环境影响分析 // 96
  - (三) 水产养殖产排污系数 // 97

---

## 第七章

### 农业面源污染防治技术

---

- 一、农田面源污染防治技术 // 100**
  - (一) 源头控制 // 100
  - (二) 过程拦截 // 108
- 二、畜禽养殖污染防治技术 // 117**
  - (一) 源头控制 // 117
  - (二) 过程拦截 // 119
- 三、农业面源污染综合防治技术 // 121**
- 四、环境友好型水产养殖技术 // 126**
  - (一) 淡水养殖 // 126
  - (二) 海水养殖 // 128
  - (三) 成功案例 // 129



---

## 第八章

### 农业面源污染防治政策

---

- 一、农业面源污染防治的总体政策框架 // 134
- 二、化肥减量政策分析 // 137
- 三、畜禽粪污治理政策分析 // 139
  - (一) 国家层面的政策框架 // 140
  - (二) 地方层面的实践探索 // 141
  - (三) 政策执行中存在的问题 // 141
- 四、渔业环境管理与保护 // 144
  - (一) 渔业环境综合治理 // 144
  - (二) 渔业生态环境保护 // 144
  - (三) 执法与宣传 // 145

---

## 第九章

### 农业面源污染防治战略措施

---

- 一、总体思路 // 148
- 二、战略方案 // 148
  - (一) 化肥总量控制 // 148
  - (二) 养殖总量控制 // 152
  - (三) 种养格局优化 // 153
- 三、政策导向 // 156
  - (一) 倡导合理的膳食结构 // 156



- (二) 统筹国内外两个市场 // 156
- (三) 以城镇化带动农业规模化和产业化 // 157
- (四) 提升面源污染治理的内生动力 // 158
- (五) 渔业环境保护措施与建议 // 159

#### 四、重点工程 // 160

- (一) 国家农业面源污染综合防治战略先行区试点工程 // 160
- (二) 国家农业面源污染监测体系建设工程 // 160
- (三) 渤海综合生态修复技术构建与应用 // 161

#### 参考文献 // 162



# 第一章

## 农业生产基本状况

农业是人类社会赖以生存的基本生活资料的来源，直接关系到人类社会的生存和发展。我国地域辽阔，自然条件类型多样，直接影响到农业生产中种植制度、作物种类等的分布及变化。农业生产过程中化肥、农药的大量使用，是农业面源污染的重要来源之一。中国平均每年有1 100多万t的化肥流失，其中以氮肥损失率最高。施入土壤的氮只有30%~40%被作物吸收利用，约20%被作物、微生物固定在土壤中，其他则通过氨挥发、硝化反硝化、径流、淋溶进入。

## 一、农业生产状况

### （一）影响农业生产的自然因素状况

我国地域辽阔，自然条件类型多样，直接影响到农业生产中种植制度、作物种类等的分布及变化。影响农业生产的自然因素很多，包括土壤、地形、气温、降水、水文特征等。

#### 1. 气温状况

根据《2015中国气候公报》，受自然和人类活动的共同影响，2015年是有我国现代气象记录数据135年来全球平均气温最高的一年，也是我国自1961年有完整气象记录以来平均气温最高的一年。2015年度气温状况及其空间分布具有以下主要特点：

##### （1）全国平均气温为历史最高值

全国平均气温10.5℃，较常年偏高0.95℃；各月气温均较常年同期偏高，其中1—3月均偏高超过1.5℃。全国六大区域（东北、华北、西北、长江中下游、华南和西南）气温均偏高，其中东北和西北分别偏高1.1℃和1.0℃；华南年平均气温为历史最高，东北、华北和西北为次高值。从空间分布看，全国大部地区气温偏高0.5℃以上，其中东北北部、西北大部、黄淮东部、江淮东部及内蒙古大部、辽宁中部、四川东部和南部、贵州西部等地偏高1~2℃。2015年，全国31个省（自治区、直辖市）气温均较常年偏高，其中北京、四川、宁夏、广东、广西、新疆、河南、贵州、辽宁、青海10个省（自治区、直辖市）平均气温为历史同期最高。

##### （2）四季气温较常年同期均偏高，高温日数、大于等于10℃积温偏多

冬季与常年同期相比，除华南沿海、西藏西南部、云南南部、南疆中部等地气温接近常年同期或偏低，我国其余大部地区气温偏高，其中华北大部、东北西部、西北中部

和北部、黄淮、江汉大部、江南西部及内蒙古大部、贵州东部偏高 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ ，内蒙古东北部偏高 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ 。春季全国大部地区气温偏高 $0.5^{\circ}\text{C}$ 以上，其中西北中西部、东北东部和南部、华北东部、西南中东部、华南西部等地偏高 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。夏季（6—8月），全国平均气温 $21.2^{\circ}\text{C}$ ，较常年同期（ $20.9^{\circ}\text{C}$ ）偏高 $0.3^{\circ}\text{C}$ 。气温区域差异大，全国除新疆、西藏中部、云南、黑龙江西北部、内蒙古东北部等地气温偏高，中东部大部地区气温接近常年同期或偏低，其中长江中下游及重庆、贵州北部等地偏低 $0.5\sim 1^{\circ}\text{C}$ ，安徽局地偏低 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ ，长江中下游地区出现凉夏。秋季（9—11月），全国平均气温 $10.7^{\circ}\text{C}$ 。与常年同期相比，除东北、华北大部、黄淮、江淮及新疆大部、内蒙古东部等地气温接近常年，我国其余大部地区气温偏高，其中西北中部、西南大部及广东南部、海南北部等地偏高 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ ，青海南部偏高 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ 。

2015年，全国平均 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温（作物生长季积温）为 $4\ 791.5^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ ，较常年（ $4\ 730^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ ）偏多 $61.5^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 。与常年相比，除云南南部、安徽北部偏少，全国其余大部接近常年或偏多，其中西南大部、华南大部以及新疆大部、甘肃大部、西藏西部、内蒙古东北部、山东半岛、江西大部、浙江中部等地偏多最为显著。

## 2. 降水状况

2015年降水属正常年景。暴雨洪涝、干旱等灾害总体偏轻，与近15年相比，因灾造成死亡人数和受灾面积明显偏少，气象灾害属于偏轻年份。降水量及其分布特征，尤其是暴雨发生特征对农业生产及面源污染的产生有重要影响，因此重点对这些特征进行阐述。

### （1）降水总体偏多

2015年降水属正常年景。暴雨洪涝、干旱等灾害总体偏轻，与近15年相比，因灾造成死亡人数和受灾面积明显偏少，气象灾害属于偏轻年份。全国平均降水量 $648.8\text{mm}$ ，较常年偏多 $3.0\%$ 。降水阶段性变化大，2月、3月、4月和7月偏少，其中7月偏少 $26.5\%$ ，3月偏少 $26.1\%$ ；1月、5月、6月、9月、10月、11月和12月偏多，其中11月和12月分别偏多 $1.1$ 倍和 $1.3$ 倍；8月接近常年同期。

### （2）降水空间分布、季节变化及雨季特征

2015年长江中下游及其以南地区和重庆、四川东部、贵州、云南大部、海南降水量有 $800\sim 2\ 000\text{mm}$ ，其中安徽南部、浙江西部、江西东北部、福建西北部、广西东北部、广东中部等地降水量超过 $2\ 000\text{mm}$ ；东北、华北大部、西北东南部及内蒙



古东北部、四川西部、西藏东部、青海东南部等地降水量有400~800mm,内蒙古中西部、陕西北部、宁夏、甘肃中部、青海大部、西藏中部和西部、新疆北部等地降水量100~400mm,新疆南部、甘肃西部等地降水量不足100mm。广西永福年降水量(3259.8mm)为全国最多,新疆托克逊年降水量(15.8mm)为全国最少。

与常年相比,江淮东部、江南中东部及福建西北部、广西北部、贵州东南部、新疆东部和南部、青海西北部、西藏西北部等地降水量偏多20%至1倍,部分地区偏多1倍以上;内蒙古东北部局部、辽宁中部、山东半岛南部、云南西北部、西藏中部、海南大部等地偏少20%~50%;全国其余大部地区降水量接近常年。

总体偏多,但空间分布不均。其中,长江中下游大部及广西、新疆等地降水量偏多,西南西部及海南、辽宁等地降水偏少;冬、夏季降水偏少,春季接近常年同期,秋季偏多明显。2015年,华南前汛期开始晚、结束早、雨季短、雨量偏少;梅雨入梅时间偏早,出梅时间偏晚,梅雨期降水偏多;华北雨季开始晚、结束早,降水量为近13年来次少;华西秋雨开始早、结束早、雨量偏少,表现为“南多北空”特点,华西北部出现空汛。从流域看,长江、珠江流域降水量偏多,其中长江流域偏多12%,为近17年来最多;辽河和黄河流域均偏少。南方暴雨过程多,夏季出现南涝北旱,上海、南京等多个城市内涝重;华北、西北东部及辽宁夏秋连旱影响较重;11月江南、华南出现强降雨,秋汛明显。

### (3) 暴雨日数、极端降水及气象灾害发生状况

2015年,暴雨日数较常年偏多。华南、江南、江淮大部、江汉东南部及西南地区东部等地暴雨日数有3~7d,其中,广东大部、广西大部、江西东北部等地有7~10d。与常年相比,广西中北部、广东北部、贵州东南部、江西大部、湖北东部、安徽南部、江苏南部、浙江西部和北部等地暴雨日数偏多1~3d,广西北部偏多3~5d。

全国共有218站的日降水量达到极端事件监测标准,其中共有36站日降水量突破历史极值,福建清流、广东澄海和广西金秀等9站日降水量超过300mm。全国共有22站连续降水量突破历史极值,主要出现在江苏、浙江和新疆等地。另外,全国共有217站的连续降水日数达到极端事件监测标准,其中,有25站连续降水日数突破历史极值,主要分布在河北、新疆等地。

我国干旱主要发生在北方地区,影响总体偏轻;汛期,全国没有发生大范围流域性暴雨洪涝灾害,洪涝灾害总体偏轻,但南方部分地区因降雨集中,强度强,对农业