


ZHONGGUO NONGCUN
TUCHU HUANJING WENTI ZHILI YANJIU

中国农村 突出环境问题治理研究

潘丹 孔凡斌◎著



 中国农业出版社

国家自然科学基金项目 (项目编号: 71673123; 71863016)

江西省自然科学基金杰出青年基金项目 (项目编号: 2018ACB21004)

中国农村突出环境问题治理研究

潘 丹 孔凡斌 著

中国农业出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

中国农村突出环境问题治理研究 / 潘丹, 孔凡斌著.
—北京: 中国农业出版社, 2018.12
ISBN 978-7-109-25066-6

I. ①中… II. ①潘… ②孔… III. ①农业环境-环境综合整治-研究-中国 IV. ①X322.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 285122 号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)
(邮政编码 100125)
责任编辑 闫保荣

北京中兴印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行
2018 年 12 月第 1 版 2018 年 12 月北京第 1 次印刷

开本: 700mm×1000mm 1/16 印张: 19.75

字数: 330 千字

定价: 45.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

有效治理农村突出环境问题是我国实施乡村振兴战略的重要任务，是推进乡村生态振兴的关键一招。加快推进农村突出环境问题治理是我国全面建设社会主义现代化国家进程中党和政府必须解决的重大现实问题。本书借鉴国内外相关理论和经验研究成果，结合我国农村突出环境问题治理实践，从基础理论和政策体系、种植业化肥污染治理、养殖业污染治理三个方面，研究探讨中国农村突出环境问题治理的重点、模式、效应及存在的主要问题，以问题为导向，基于实地调查、案例分析和实证分析等方法，提出推进中国农村突出环境问题有效治理的对策建议。全书资料翔实，论证严谨，对于人们全面了解我国农村突出环境问题状况、发展趋势和政策取向具有很强的参考价值，书中提出的一些政策建议具有较强的操作性和前瞻性。

本书可供高等学校和科研院所农林经济管理学、资源环境经济学、区域经济学、生态学以及相关专业的学生及相关研究人员阅读与参考，也可以作为农业农村和生态环境保护等政府管理部门工作人员的参考用书。

前 言

以 1978 年作为改革开放的起点，至今一共经历了 40 年的历程，这一历程给中国农业农村带来的发展成果是显而易见的。然而，我国农业农村在快速发展的同时又伴生了严重的农村环境污染问题。目前以农业面源污染为代表的农村突出环境污染问题已经成为我国环境保护和治理的重点和难点。第一次全国污染源普查公报数据显示，2007 年中国农业化学需氧量（COD）、总氮（TN）和总磷（TP）的排放量分别为 1 324.09 万 t、270.46 万 t 和 28.47 万 t，占各自污染总排放量的 43.7%、57.2%和 67.4%，农业面源污染已经占到中国总体污染的半壁江山。日益恶化的农业农村环境严重影响到农业生产的资源基础，并加剧土地资源供需的矛盾和危及人民的健康人力资本水平，从而降低我国经济发展的潜力。我国农业面源污染造成的直接经济损失占全国 GDP 的 0.5%~1%，同时由于过量施肥和施用农药，我国每年约有包括农产品在内的 74 亿美元出口商品因绿色壁垒而受阻。对此，我国党和政府高度重视，2008—2017 年的中央 1 号文件都明确提出要加大我国农村突出环境问题治理；2018 年中央 1 号文件再次强调要把农村突出环境问题治理作为实施乡村振兴战略的重要任务，指出要“加强农业面源污染防治，开展农业绿色发展行动”；2018 年 9 月 26 日中共中央、国务院印发《乡村振兴战略规划（2018—2022 年）》明确提出要“集中治理农业环境突出问题”；2018 年 11 月 6 日，生态环境部、农业农村部联合印发《关于印发农业农村污染治理攻坚战行动计划的通知》明确提出“着力解决养殖业污染”、“有效防控种植业污染”。有效治理农村突出环境问题是我国实施乡村振兴战略的重要任务，是推进乡村生态振兴

的关键一招。在新时代，农村突出环境问题治理已经成为我国全面建设社会主义现代化国家进程中党和政府必须解决的重大现实问题。在此重大背景下，研究探索和归纳总结我国农村突出环境治理的理论和各地实践，提出可操作、可复制、可推广的长效治理策略，具有重大的现实意义。

基于上述认识，我们从2012年开始专注研究农村突出环境治理理论与政策，并于2013年成功申请到第一个国家自然科学基金资助项目《大湖地区畜禽养殖污染形成机理及管控政策研究——以鄱阳湖生态经济区为例》(项目编号：71303099)，在推进完成该基金项目研究工作的过程中，进一步加深了我们对农村突出环境治理的重要性、紧迫性、系统性、复杂性和艰巨性的认识，也更加激发了我们对这一问题进行跟踪深入研究的信心和热情。为此，我们继续以此为主题，于2016年、2017年和2018年连续3年成功申请到2个国家自然科学基金资助项目和1个江西省自然科学基金杰出青年基金资助项目，即国家自然科学基金面上资助项目《生态产业链、利益主体异质性与畜禽污染治理：机理与制度设计》(项目编号：71673123)、国家自然科学基金地区科学基金资助项目《交易成本、绩效比较与鄱阳湖流域农村生活垃圾治理模式选择研究：机理与制度设计》(项目编号：71863016)和江西省自然科学基金杰出青年基金资助项目《江西省农村生活垃圾治理模式选择机理及政策优化研究：基于交易成本经济学的分析框架》(项目编号：2018ACB21004)。正是这些国家级和省级重大项目，一次又一次地让我们站在我国农业农村可持续发展领域学术研究的前沿，为此，我们感到十分荣幸！

在上述基金资助项目的研究过程中，课题组共在国内外学术期刊上发表学术论文48篇(其中：国际SSCI/SCI收录论文11篇，国内CSSCI/CSCD核心期刊收录论文28篇)，撰写研究报告10余篇，其中1篇报告获时任中共中央政治局常委、国务院副总理张高丽同志肯定性批示1次，还获时任中共江西省委书记和省长等省委省政

府领导同志肯定性批示 10 次，多数对策建议转化为政府决策参考，为相关政策的完善和实施发挥了积极作用。本书是上述公开发表的学术论文和被采用的研究报告成果的综合集成。

本书借鉴国内外相关理论和经验研究成果，研究探讨农村突出环境问题治理的基础理论和政策体系、种植业化肥污染治理和养殖业污染治理等农村突出环境问题治理研究中的三个关键问题。从构成上，本书分为三篇：第一篇是中国农村突出环境问题治理的理论和政策研究篇。本篇共分为两章，主要介绍中国农村突出环境问题治理的基础理论，以 1978 年以来中国政府颁布的 180 份农村突出环境问题治理政策文本为研究对象，分析中国农村突出环境问题治理政策的演进特征及其内在逻辑。第二篇是中国农村突出环境问题中的化肥污染治理研究篇。本篇共分为四章，主要分析中国农业生产中化肥使用现状及环境影响、中国农业化肥过量使用程度测算及其时空差异、农户环境友好型化肥使用行为与影响因素以及化肥污染治理的国际经验与借鉴。第三篇是中国农村突出环境问题中的畜禽养殖污染治理研究篇。本篇共分为五章，主要分析我国畜禽养殖及其污染现状、农户畜禽养殖污染认知、农户畜禽养殖污染无害化处理意愿、农户畜禽养殖污染无害化处理采纳行为以及畜禽养殖污染治理的国际经验及借鉴。

本书的出版得到所在单位江西财经大学生态经济研究院和江西财经大学经济学院相关领导和同事的支持，本书的撰写得到江西财经大学经济学院院长张利国教授以及江西财经大学生态经济研究院硕士研究生杨佳莹、钟海燕、郭巧苓、陈寰和江西财经大学经济学院硕士研究生唐静、杨佳庆等同学的大力支持和帮助，在此一并深表感谢！

农村突出环境问题治理是一个十分复杂的重大理论和实践课题，需要多学科知识的系统支撑和社会各方面的共同参与，不仅如此，我国农村正处于国家新型城镇化和后工业化的转型发展阶段，农村

突出环境问题治理面临着新的情况和新的问题，亟待持续跟踪研究，寄希望于本书的出版能够起到抛砖引玉的作用，衷心希望以此为起点，能够继续与各界同仁共同探讨农村突出环境问题治理，为我国乡村振兴发展做出应有的努力。

本书可供高等学校和科研院所农林经济管理学、资源环境经济学、区域经济学、生态学以及相关专业的学生及相关研究人员阅读与参考，也可以作为农业农村和生态环境保护等政府管理部门工作人员的参考用书。

本书充分吸收了国内外专家学者的研究成果，我们力求在注释和参考文献中全部注明，若万一有遗漏之处，敬请谅解！由于作者学识所限，书中难免有错误疏漏之处，真诚希望各位专家学者及使用本书的同行批评指正，相关意见建议可随时发至作者邮箱：blesspanda@163.com，以便我们进一步完善。

著者：潘丹 孔凡斌

2018年11月于江西南昌

目 录

前言

0 绪论	1
0.1 研究背景和研究意义	1
0.2 主要研究内容	4
0.3 国内外研究现状与述评	6

第一篇 中国农村突出环境问题治理的理论和政策

第1章 我国农村突出环境问题治理的理论基础	19
1.1 概念界定	19
1.2 理论基础	22
第2章 我国农村突出环境问题治理的政策变迁	30
2.1 引言	30
2.2 相关文献述评	31
2.3 数据来源与研究方法	32
2.4 实证分析	38
2.5 本章小结	47

第二篇 中国农村突出环境问题中的化肥污染治理研究

第3章 中国农业生产中化肥使用现状及环境影响	51
3.1 引言	51
3.2 中国农业化肥施用的现状	52
3.3 中国农业化肥使用中存在的问题	82

3.4	中国农业化肥施用的环境影响	84
3.5	本章小结	86
第4章	中国农业化肥过量使用程度测算及其时空差异分析	88
4.1	引言	88
4.2	化肥过量的概念及判断标准	90
4.3	研究方法和数据来源	91
4.4	中国主要粮食作物过量施肥程度的测算	93
4.5	中国主要粮食作物过量施肥程度的时空差异分析	95
4.6	本章小结	111
第5章	农户环境友好型化肥使用行为与影响因素分析	113
5.1	引言	113
5.2	理论分析与模型构建	115
5.3	数据来源与变量选取	117
5.4	变量描述统计	120
5.5	农户环境友好型化肥使用行为及其影响因素估计结果	128
5.6	本章小结	137
第6章	化肥污染治理的国际经验与借鉴	138
6.1	政策法规措施	138
6.2	技术措施	146
6.3	经济措施	148
6.4	管理体制措施	153
6.5	其他措施	155

第三篇 中国农村突出环境问题中的畜禽 养殖污染治理研究

第7章	我国畜禽养殖及其污染现状	161
7.1	我国畜禽养殖现状	161
7.2	我国畜禽养殖污染现状	171

7.3 我国畜禽养殖污染成因及防治现状	220
第8章 农户畜禽养殖污染认知分析	226
8.1 引言	226
8.2 理论基础	227
8.3 研究方法	227
8.4 农户畜禽养殖污染认知描述统计	228
8.5 农户畜禽养殖污染认知差异分析	232
8.6 本章小结	240
第9章 农户畜禽养殖污染无害化处理意愿分析	241
9.1 引言	241
9.2 变量选取	241
9.3 模型构建	245
9.4 农户畜禽养殖污染无害化处理意愿实证分析结果	245
9.5 本章小结	252
第10章 农户畜禽养殖污染无害化处理采纳行为分析	253
10.1 引言	253
10.2 理论分析、模型构建和变量特征	254
10.3 变量描述统计	259
10.4 农户畜禽养殖污染无害化处理采纳行为分析结果	271
10.5 本章小结	276
第11章 畜禽养殖污染治理的国际经验及借鉴	277
11.1 美国	277
11.2 丹麦	281
11.3 荷兰	282
11.4 加拿大	284
11.5 新西兰	287
11.6 日本	289
参考文献	294

0 绪 论

0.1 研究背景和研究意义

0.1.1 我国农村突出环境问题不断加剧，农村突出环境污染问题急需得到有效治理

以 1978 年作为改革开放的起点，至今一共经历了 40 年的历程，这一历程给中国农业农村带来的发展成果是显而易见的：农业国内生产总值年均增长 4.6%，远高于同期人口年均 0.93% 的增长率；农村居民人均纯收入从 1978 年的 133.6 元增加到 2017 年的 13 432 元，实际增长了 15 倍多，年均增长 7.4%；农村贫困人口显著下降，中国成为首个提前实现联合国千年发展减贫目标（全球极度贫困人口在 1990—2015 年间减少一半）的国家；粮食产量由 1978 年的 30 477 万 t 上升到 2016 年的 113 034 万 t，年均增长 1.9%，成功地用世界 5% 的淡水资源和 8% 的可耕地，为 18.5%（13.8 亿）的世界人口提供高达 95% 的食物（黄季焜，2018）。但是我国农业经济在快速发展的同时却伴生了严重的农村突出环境污染问题。目前以农业面源污染为代表的农村突出环境问题已经成为我国环境保护和治理的重点和难点。第一次全国污染源普查公报数据显示，2007 年中国农业化学需氧量（COD）、总氮（TN）和总磷（TP）的排放量分别为 1 324.09 万 t、270.46 万 t 和 28.47 万 t，占各自污染总排放量的 43.7%、57.2% 和 67.4%，农业面源污染已经占到中国总体污染的半壁江山。日益恶化的农业农村环境严重影响到农业生产的资源基础，并加剧土地资源供需的矛盾和危及人民的健康人力资本水平，从而降低我国经济发展的潜力（张维理等，2004；张士功，2005；Rozelle et al., 1997；吕开宇等，2008）。亚洲开发银行估计：我国农业面源污染造成的直接经济损失占全国 GDP 的 0.5%~1%，同时由于过量施肥和施用农药，我国每年约有包括农产品在内的 74 亿美元出口商品因绿色壁垒而受阻（潘丹，2013）。按照农业生

产的类型划分,我国农村突出环境问题主要体现在种植业的化肥污染问题以及养殖业的畜禽养殖污染问题。

(1) 种植业的化肥污染问题。化肥是重要的农业生产资料,是粮食的“粮食”。化肥在促进粮食和农业生产发展中起了不可替代的作用,但目前我国存在着化肥过量施用、盲目施用等问题,带来了严重的成本增加和环境污染问题。统计数据显示,我国农用化肥施用总量从1978年的884万t上升到2016年的5984.1万t,增长了将近6倍多,年均增长5.3%,远高于同期粮食产量年均1.9%的增长率,这使得我国成为目前世界上最大的化肥消费国以及化肥过量施用程度最高的国家之一。据统计,中国的粮食产量仅占世界的19%,却消耗了世界29%的化肥用量;美国和欧盟分别生产了世界16%、12%的粮食产量,却分别只消耗了世界12%和8%的化肥用量(Jiao et al., 2018)。与过高的化肥施用总量相对应的是严重的过量施肥程度。2015年我国单位耕地面积化肥施用强度达到446 kg/hm²,已经严重超过国际公认的225 kg/hm²的安全施用量上限,是美国(134 kg/hm²)的3.3倍,欧盟(77 kg/hm²)的5.8倍和世界平均水平(123 kg/hm²)的3.6倍。同时,中国的化肥利用率水平远低于国际水平。近年来的田间试验数据显示,中国小麦、玉米和水稻的氮肥利用率为28.3%、28.2%和26.1%,远低于欧美发达国家的水平40%~60%(Wu et al., 2018)。农业生产中的化肥过量施用和化肥利用率低下,使得所施化肥以各种形式流失到自然环境中,导致了严重的农业化肥面源污染问题。20世纪80年代以来,中国各大湖泊和重要水域污染现象严重,特别是水体中的氮、磷富营养化问题急剧恶化。据估计,我国130多个大中型湖泊中已有60多个遭遇富营养化,75%以上的湖泊水库的水质在Ⅳ类及以下,其主要原因就在于过量氮磷的迁移(王海燕等,2007)。2010年,中国《第一次全国污染源普查报告》的数据显示,中国每年在粮食和蔬菜作物上施用的氮肥,有大约17.4万t流失掉,而其中一半的氮肥从农田流入江河湖海,对当地区域甚至全球范围的环境和生态系统功能产生严重的影响,成为中国水环境污染的最大污染源。其中,种植业中总氮、总磷流失量占农业污染源总氮、总磷排放量的59.1%和38.2%。化肥使用产生的温室气体排放量占到农业温室气体排放量的30%,相当于中国全部温室气体排放量的5%(Huang et al., 2015)。由于过量使用化肥造成的直接经济损失占全国农业GDP的7%(Norse and Ju, 2015)。

(2) 养殖业的畜禽养殖污染问题。随着我国农业现代化进程的不断推进,

畜禽养殖业也呈现快速发展的趋势。相比 2011 年, 2016 年全国肉类总产量达 8 540 万 t, 增长 7.3%; 禽蛋产量达 3 095 万 t, 增长 10.1%。(中华人民共和国统计局, 2017)。畜禽产品产量的快速增长导致了严峻的畜禽养殖污染问题。据测算, 中国畜禽粪便排放量在 20 世纪 80 年代为 6.9 亿 t, 到 2013 年已增加至 38 亿 t (国家发展改革委, 2014)。2010 年生态环境部分布的《第一次全国污染源普查公报》表明, 畜禽养殖业排放的 COD 达到 1 268.3 万 t, 磷和氮污染物排放量分别达到 16.04 万 t 和 102.48 万 t, 分别占全国这三种污染物排放总量的 41.9%、37.9% 以及 21.7% (仇焕广等, 2013)。世界观察研究所 2009 年公布的《牲畜与气候变化》报告指出, 牲畜及副产品至少排放了 325.64 亿 t 二氧化碳当量的温室气体, 占世界总量的 51%。畜禽养殖污染造成水体磷、氮的富营养化, 其贡献率远高于城市污水和工业废物的点源污染, 成为各大流域的主要污染源, 严重威胁了人畜健康, 制约了畜禽养殖业的良性发展 (Bryan and Kandulu, 2011; 谭莹、李大胜, 2010)。

0.1.2 加快推进农村突出环境问题治理是我国全面建设社会主义现代化国家进程中党和政府必须解决的重大现实问题

治理农村突出环境污染问题, 是实施乡村振兴战略的重要任务, 事关全面建成小康社会, 事关农村生态文明建设。近年来, 日益加剧的农村突出环境恶化情况对我国土壤环境安全、水环境安全、空气质量以及人们健康造成了严重影响。对此, 我国党和政府高度重视, 2008—2017 年的中央 1 号文件都明确提出要加大我国农村突出环境问题治理; 2018 年中央 1 号文件再次强调要把农村突出环境问题治理作为实施乡村振兴战略的重要任务, 指出要“加强农业面源污染防治, 开展农业绿色发展行动, 实现投入品减量化、生产清洁化、废弃物资源化、产业模式生态化。推进有机肥替代化肥、畜禽粪污处理、农作物秸秆综合利用、废弃农膜回收、病虫害绿色防控”; 2018 年 9 月 26 日中共中央、国务院印发《乡村振兴战略规划 (2018—2022 年)》明确提出要“以生态环境友好和资源永续利用为导向, 推动形成农业绿色生产方式, 实现投入品减量化、生产清洁化、废弃物资源化、产业模式生态化, 提高农业可持续发展能力”“集中治理农业环境突出问题”; 2018 年 11 月 6 日, 生态环境部、农业农村部联合印发《关于印发农业农村污染治理攻坚战行动计划的通知》明确提出“着力解决养殖业污染”, 并列出了推进养殖生产清洁化和产业模式生态化、加

强畜禽粪污资源化利用、严格畜禽规模养殖环境监管等具体的养殖业污染治理政策措施；要“有效防控种植业污染”，并列出了持续推进化肥、农药减量增效，大力推进种植产业模式生态化；开展种植产业模式生态化试点，推进国家农业可持续发展试验示范区创建等具体的种植业污染治理政策措施。由此可见，农村突出环境问题治理已经上升为我国全面建设社会主义现代化国家进程中党和政府必须解决的重大现实问题。因此，探索我国农村突出环境问题治理的理论和各地实践，提出可操作、可复制、可推广的长效治理策略，具有重大的现实意义。

0.2 主要研究内容

本书借鉴国内外相关理论和经验研究成果，紧密围绕着国家政策文件对农村突出环境问题治理的阐述，探讨了以下三个方面的问题：农村突出环境问题治理的理论和政策、农村突出环境问题中种植业化肥污染治理问题和农村突出环境问题中养殖业畜禽养殖污染治理问题。从构成上，本书分为三篇。

第一篇为中国农村突出环境问题治理的理论和政策。主要分析中国农村突出环境问题治理的基础理论和政策变迁路径，各章节安排如下：

第1章为我国农村突出环境问题治理的理论基础。对农村突出环境问题以及畜禽养殖污染的基本概念进行界定，从外部性理论、污染治理理论、农户行为理论以及利润最大化理论等方面，对农村突出环境问题治理的理论基础进行阐述。

第2章为我国农村突出环境问题治理的政策变迁。以1978年以来中国政府颁布的180份农村突出环境问题治理政策文本为研究对象，从政策发布年度、政策发布主体、政策发布形式、政策作用对象、政策工具以及政策效力六个维度构建分析框架，通过对政策的定量分析，探寻中国农村突出环境问题治理政策的演进特征及其内在逻辑。

第二篇为中国农村突出环境问题中的化肥污染治理研究。分析中国农业生产中化肥使用现状及环境影响、中国农业化肥过量使用程度测算及其时空差异、农户环境友好型化肥使用行为与影响因素以及化肥污染治理的国际经验与借鉴。各章节安排如下：

第3章为中国农业生产中化肥使用现状及环境影响。利用历年《中国农村统计年鉴》、《全国农产品成本收益资料汇编》统计数据，系统地分析中国农业

化肥施用现状、历史趋势、区域特征以及主要农作物施肥强度，在此基础上进一步探讨我国化肥施用过程中存在的问题以及所带来的环境影响。

第4章为中国农业化肥过量使用程度测算及其时空差异分析。基于2002—2015年全国农产品成本收益数据，采用C-D生产函数从经济学角度对我国水稻、小麦和玉米生产中的过量施肥程度进行测度，分析我国主要粮食作物过量施肥程度的时空差异特征。

第5章是农户环境友好型化肥使用行为与影响因素分析。利用全国七省的1059户农户调查数据，运用双变量Probit模型，分析小农户和种植大户两类种植规模有差异的农户使用测土配方肥、有机肥等环境友好型化肥的影响因素，比较不同规模农户环境友好型化肥使用行为的差异性。

第6章为化肥污染治理的国际经验与借鉴。从政策法规措施、技术措施、经济措施、管理体制和其他措施等五个方面，介绍国外治理化肥污染的具体举措，以期为我国化肥污染治理提供经验借鉴。

第三篇为中国农村突出环境问题中的畜禽养殖污染治理研究。分析我国畜禽养殖及其污染现状、农户畜禽养殖污染认知、农户畜禽养殖污染无害化处理意愿、农户畜禽养殖污染无害化处理采纳行为以及畜禽养殖污染治理的国际经验及借鉴。各章节安排如下：

第7章为我国畜禽养殖及其污染现状。基于宏观统计数据，对中国畜禽养殖发展情况、畜禽养殖污染成因及处理情况进行描述，采用清单分析方法对中国畜禽养殖污染中的化学需氧量(COD)、总氮(TN)、总磷(TP)及等标污染排放量进行具体测算。

第8章为农户畜禽养殖污染认知分析。采用5省754户的大规模调查数据，基于农户畜禽养殖污染认知视角，运用对比分析和Crosstabs卡方检验统计研究方法，深入分析农户对畜禽养殖污染的认知情况，比较不同地区、不同教育程度、不同养殖规模农户对畜禽养殖污染认知的差异性。

第9章为农户畜禽养殖污染无害化处理意愿分析。基于计划行为理论(TPB)的分析框架，将心理变量纳入农户畜禽养殖污染无害化处理意愿的分析框架中，采用Logit模型，深入分析农户畜禽养殖污染无害化处理意愿的影响因素及其影响程度。

第10章为农户畜禽养殖污染无害化处理采纳行为分析。基于农户微观视角，运用二元Logit-ISM模型，实证分析农户畜禽养殖污染无害化处理意愿与采纳行为一致性的影响因素。

第 11 章为畜禽养殖污染治理的国际经验及借鉴。介绍美国、丹麦、荷兰、加拿大、新西兰、日本等国外畜禽养殖污染治理的经验，总结出对我国畜禽养殖污染治理的经验启示。

0.3 国内外研究现状与述评

0.3.1 化肥污染的相关研究

0.3.1.1 有关化肥过量程度的国内外研究现状

通过对现有文献的梳理发现，大量研究表明，目前中国化肥投入量已经超过了其经济意义上的最优施用量，但是，已有研究对中国农户化肥过量施用的程度还存在着较大争论。大多数学者认为，我国农业生产中存在过量施用农业化学品的现象。其中针对化肥的研究中，有学者指出，按照化肥区划来分区，主要产区的单位播种面积化肥投入量每公顷均超过 225 kg，即化肥过量施用问题普遍存在（刘忠、隋晓晨，2008）。有研究针对过量施用程度开展研究，表明黑龙江、辽宁、河南、山东平均化肥过量施用量达到 46.9 kg/亩，过量施用量占到总施用量的 42.5%（Luan Hao, 2013）。与此同时，还有学者对我国农户是否过量施用化肥持否定态度，认为虽然我国不少地区化肥投入强度大，但仍然有很多中西部省份的化肥投入强度低于全国平均水平，还有较大的化肥施用增产空间，这些省份包括山西、内蒙古、黑龙江、江西、湖南、四川、重庆、安徽、贵州、云南、甘肃、青海、西藏和宁夏（汪翔、张锋，2011）。

过量施肥程度的准确测算是制定化肥减量任务的基本支撑。目前学者们主要从自然科学和经济科学两个角度对过量施肥程度进行了测算。自然学科领域的研究一般以所施肥料养分元素超过了土壤容量，发生肥料营养元素在土壤溶液中呈过饱和状态作为过量施肥的依据。部分学者的判断根据是发达国家设定的安全上限（马惠兰、周传豹，2012），还有学者以与其他国家同期化肥投入量比较、是否危害人体健康和环境质量、产量最大化等为依据判断是否过量施用化肥，所获得的结论各不相同。例如，朱兆良（2000）以效益最优下稻田氮素有效吸收量为判断依据，测算得出我国粮食作物的过量施肥程度达到 70%；陈同斌（2002）以能被作物吸收的实际有效养分为基础，计算出我国粮食作物的过量施肥程度为 67%；张福锁等（2008）根据田间试验测算出我国不同地区水稻、小麦、玉米的当季肥料利用率分别为 28.3%、28.2%、26.1%，平