

王子臣, 吴 昊, 姜 海, 等. 小型分散畜禽养殖场粪污收集服务体系建设研究[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(6): 360–363.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.06.117

小型分散畜禽养殖场粪污收集服务体系建设研究

王子臣^{1,2}, 吴 昊², 姜 海³, 盛 婧¹, 黄红英¹, 管永祥², 郑建初¹

(1. 江苏省农业科学院循环农业研究中心, 江苏南京 210014; 2. 江苏省农业环境监测与保护站, 江苏南京 210036;
3. 南京农业大学公共管理学院, 江苏南京 210095)

摘要:小型分散畜禽养殖场因养殖规模小、布局零散、随市场波动大、监督指导成本高、缺乏有效的治理措施等, 成为畜禽养殖业粪污综合治理的瓶颈, 影响着各地农业源污染减排的进一步推进。为破解小型分散畜禽养殖粪污处理难题, 通过调查小型分散畜禽养殖场粪污处理的困难因素, 结合江苏省常州市武进区礼嘉-洛阳片区畜禽粪污综合治理工程, 分析小型分散畜禽养殖场粪污收集服务体系建设的各环节以及遇到的问题, 并初步探讨了政府、养殖户、畜禽粪污处理中心、种植户在综合治理工程中的定位, 以期为建设并保障小型分散畜禽养殖场粪污收集服务体系长效运行机制提供理论参考。

关键词:畜禽养殖; 服务体系; 分散; 小型养殖场; 粪污; 综合治理; 工程建设

中图分类号: X713 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)06-0360-04

近年来, 畜禽养殖污染已经成为环境污染的重要因素, 引起社会广泛关注和各级政府高度重视^[1-3]。据第一次全国污染源普查数据显示, 2010 年全国畜禽养殖业的化学需氧量、总氮、总磷排放量分别达到 1 268.3 万 t、102.5 万 t 和 16.0 万 t, 占排放总量的比例分别为 42%、22% 和 38%, 占农业源的 96%、38% 和 56%^[4]。针对规模畜禽养殖场粪污综合治理^[5-10]与资源化利用方面的研究较多^[11-13], 技术工艺也较成熟, 但小型分散畜禽养殖场由于养殖规模小、布局零散且污染治理和监督成本高, 一直缺乏有效的治理措施, 已成为畜禽养殖业粪污综合治理的瓶颈, 成为各地进一步推进农业源污染减排的难点之一。在此背景下, 江苏探索建设地区性畜禽粪污集中处理中心, 并建立相应粪污收集服务体系^[14-15], 提出了一种解决分散畜禽养殖粪污处理难题的创新模式。本研究在实地调查基础上, 以江苏省常州市武进区礼嘉-洛阳片区畜禽粪污综合治理工程为例, 探讨政府、养殖户、畜禽粪污处理中心、种植户等利益相关主体在综合治理工程中的定位, 以期为建设并保障小型分散畜禽养殖场粪污收集服务体系长效运行机制提供理论参考。

1 小型分散畜禽养殖粪污治理面临的困境

根据江苏省畜牧兽医局统计办法规定, 小型分散畜禽养殖场指年度生猪出栏量 500 头以下、肉禽出栏量 20 000 羽以下、蛋禽存栏量 2 000 羽以下、奶牛存栏量 100 头以下的养殖场(户)、养殖小区。2010 年江苏省各类畜禽养殖规模化程度

分别为: 生猪 36.2%、奶牛 70.3%、肉牛 10%、蛋鸡 32.2%、肉鸡 47.5%。2012 年, 江苏省对境内太湖流域畜禽养殖场进行全面调查。结果显示, 生猪、肉禽、蛋禽、奶牛小型养殖场分别占各类养殖总量的 85.86%、33.67%、31.49%、30.50%。可见, 尽管规模化养殖比例在不断提高, 但现阶段小型分散养殖仍是畜禽养殖生产的主要形式, 以养殖大户为主的小规模养殖比重依然较大。小型分散养殖污染治理效果成为实现农业污染源减排目标的重要瓶颈, 面临着诸多经济技术与政策困境。

1.1 小型分散养殖户普遍缺乏治理的意愿和能力

除了养殖规模较小, 小型分散养殖还存在以下特征: 养殖数量时期动态变化大, 养殖技术与管理水平低, 场地建设缺少规划和环境影响评价, 普遍缺少污水收集系统, 废弃物处理设施简陋等。同时, 由于规模化养殖粪污处理技术应用成本较高, 散养户不愿意且无力单独进行畜禽粪污治理。农业由使用粪肥转向大量使用化肥, 农村劳动力向非农产业大量转移, 给养殖污染治理增加了难度。在财政支持上, 目前只针对部分大、中型规模养殖场, 而占绝大多数的小型畜禽养殖场得不到中央、省级和地方财政的支持, 规模以下养殖场形成了资金缺乏、技术落后、只重效益、不搞治理的恶性循环。

1.2 小型分散养殖粪污处理存在技术障碍

最初普遍采用“小沼气”来处理以家庭为单位的畜禽养殖废弃物, 但对建成的小型沼气工程后续服务跟不上, 各散养户缺乏专业知识, 经常存在操作不当、管理不善现象, 且受技术水平和温度条件限制, 散养户不具备运行高产气量的中温沼气的条件, 在冬季 1 m³ 粪水产沼气量平均只有 0.1 m³, 许多已建沼气工程闲置废弃, 没有充分发挥减排效益。有的沼气工程产品没有与农业生产结合, 附近农田无法消纳, 甚至引起“二次污染”。而将大、中型规模养殖场的粪污处理技术及工程应用于小型分散养殖场既不经济也不现实。

1.3 主管部门监督指导难以到位

小型分散养殖场(户)一般布局相对零散, 点多面广, 行

收稿日期: 2014-08-25

基金项目: 国家科技支撑计划(编号: 2012BAD14B12); 江苏省太湖水环境综合治理科研项目(编号: TH2013306); 江苏省农业科技自主创新资金[编号: CX(13)4054]。

作者简介: 王子臣(1986—), 男, 安徽亳州人, 硕士, 助理研究员, 主要从事农业生态和水环境治理研究。E-mail: 269715807@qq.com。

通信作者: 郑建初, 研究员, 主要从事农业生态研究。E-mail: zjc@jaas.ac.cn。

业指导部门访村串户指导难度大,服务质量和效果受人力、工作经费、服务对象文化程度等诸多因素限制,难以得到实质性保障。环境执法部门对小型分散养殖场(户)粪污排放的监督、鉴定以及管理也因布局零散、区域范围大等难以完全覆盖到位,且执行成本高。

1.4 国家缺乏可操作的法律法规约束

尽管我国出台了畜禽养殖污染防治方面的法律法规及政策,包括 GB 18596—2001《畜禽养殖业污染物排放标准》、HJ/T 81—2001《畜禽养殖业污染防治技术规范》及《畜禽养殖业污染防治技术政策》(2010)等。但是现有标准、技术规范和管理政策基本上都针对规模化养殖场(小区)。在分散养殖粪污治理管理方面,原则性规定多、可操作性规定少,限制性政策多、经济激励性政策少,政策有效性和针对性不足。2014 年 1 月 1 日起实施的《畜禽养殖污染防治条例》(中华人民共和国国务院令 第 643 号)将畜禽养殖场、养殖小区的具体规模标准设定权赋予省级人民政府,为小型分散养殖场粪污治理纳入法制化轨道提供了契机,但各地目前尚未出台相应规章制度。

2 小型分散畜禽养殖粪污收集服务体系的创新实践

为了从根本上解决小型分散养殖粪污处置难问题,近年来江苏省积极探索农业面源污染治理与农村生态环境保护的新路子,在分散养殖较为集中的太湖流域,按照“政府扶持、社会参与、长效运行、奖惩结合”的思路,建设畜禽粪污收集处理中心,实行物业化管理、专业化收集、无害化处理、商品化造肥、市场化运作,将一定空间范围内的小型分散养殖场(户)畜禽粪污收集起来后集中处理、综合利用。2012 年 10 月 8 日正式投入运行的常州市武进区礼嘉—洛阳片区畜禽粪污综合治理工程是典型代表^[14-15]。该项工程建立了养殖场(户)和种植业主的物质—利益联结纽带,获得国家、地方管理部门认可和欧盟等国外专家的高度肯定,受到《科技日报》《农民日报》《新华日报》的广泛关注。

2.1 工程建设区域概况

常州市武进区礼嘉—洛阳片区涉及 15 个行政村,区域总面积 1 246.6 km²。周围分布着以散小养殖户为主的畜禽养殖场(户)74 家,存栏折合标准生猪 14 566 头,粪污产生量约 87.40 t/d。其中,66 家养殖场(户)年存栏量少于 500 头,占养殖场总数的 89%,粪污产生量约 1.55 万 t/年,占总粪污量的 48.6%。调查显示,这些分散的小型养殖场(户)普遍缺少有效的粪污收集、存放、利用设施和渠道,对周边环境产生严重影响。

2.2 工程建设主要内容

武进区礼嘉—洛阳片区畜禽粪污综合治理工程由武进区农业局主导实施。工程实施思路(图 1)如下:

2.2.1 建立粪污收集服务体系。选择区域内普通车辆可直接进入的 49 家养殖场(户),为每个养殖场(户)建设粪污管道、标准化粪污存储池和粪便堆积棚等设施。工程总计铺设粪污管道 1 900 m,建成的 49 个存储池总容积 504 m³、有效容积 403.2 m³,实现畜禽养殖场粪污存储设施设备全覆盖。同时,组建专业化服务队伍,配备粪污运输车辆,定期开展粪污收集清运,以便集中处理及资源化利用。

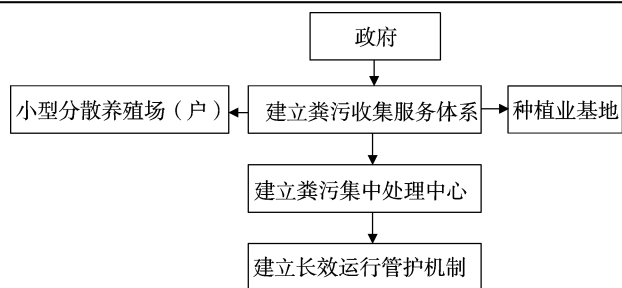


图1 粪污集中处理工程实施思路

2.2.2 建立粪污集中处理中心。根据小型分散畜禽场及周边耕地分布特征,选择在礼嘉镇“万顷良田”建设规划区的 322.95 hm² 稻麦轮作区建设集中处理中心。处理中心紧临公路主干道,交通运输便捷。建设粪污暂存池、大棚、堆放场、消毒池、设备房、贮液塘等配套设施,同时建有 1 500 m³ 的厌氧发酵罐和 600 m³ 贮气柜,82 kW 发电机组和 1 t 的热水锅炉。收集来的固态干粪采用条垛式堆肥、槽式堆肥等方式,处理后生产加工商品有机肥,液体粪尿进入厌氧储存池进行处理。处理中心日处理粪污量 80~100 t,年处理量约 3 万 t,同时消化利用“万顷良田”的部分稻麦秸秆。产生的沼渣、沼液根据农业生产的季节性需求作为“万顷良田”的基肥和追肥直接还田。田间建设 2 个沼液塘,总容量 9 000 m³,避免沼液流入河道形成二次污染。在水稻插秧前或小麦拔节前,沼液按照 1:(1~2) 的比例稀释,每次按照 90~120 t/hm² 使用量直接还田。由于处于试验阶段,目前沼液免费供给种田大户使用。

2.2.3 建立长效运行管护机制。处理中心建成后,武进区农业局以“购买服务”的方式,通过公开招标,将处理中心交给常州武农公司经营,实行“社会化运作”。政府部门从污染排放标准执行者与监督者转变为污染处理设施与服务的供给者,对畜禽粪污集中处理中心管理者实行目标考核,建设污染物收集、处理与资源化利用系统,解决了处理中心前期投入过大的问题,聘请有环境污染治理资质的公司运营管理。对养殖农户而言,不需要为粪污处理缴纳任何费用,可以使其专注于主业,集中物力、财力、人力进行专业化生产,既节约投入又有相应的收益。对于畜禽粪污处理中心经营者来说,通过专业化服务,除了销售热水和有机肥获得收益(有机肥可得到 150 元/t 的补贴),每年还从区农业污染防治资金中获得补贴,弥补管护运行资金的不足,取得规模效益。

3 小型分散畜禽养殖场粪污收集服务体系建设过程中遇到的问题

3.1 选点难、供地难

建设分散畜禽粪污集中处理中心,需要结合区域养殖场分布情况合理确定收集半径,还需要考虑周边种植用地对沼渣沼液的消纳能力。理论上,为达最佳效果,处理中心应该建在周边养殖场(户)分布的中间地带。但受区域规划布局及种植业情况影响,礼嘉—洛阳处理站远离养殖场分布中心地带(图 2),导致粪污收集运输距离大大增加,显著增加了运营成本。另外,处理中心建设牵涉到土地利用问题,一些地方按照工商业用地或其他建设用进行审批管理,在城镇建设用地指标紧张的情况下,治污工程建设用地很难得到有效满足。

同时,不仅用地指标难以取得,还需要解决“工业用地统一进入工业园区或开发区”等布局难题。

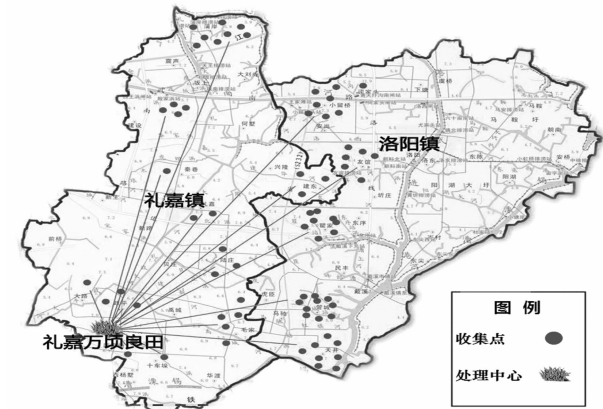


图2 处理中心区位图

3.2 管理难、监督难

实践中,分散畜禽养殖场粪污集中处理中心也遇到了管理难、监督难的尴尬局面。工程实施的公益性较强,限制了责任主体由地方政府承担,承担的不仅是项目工程的基础建设,还承担着项目工程的长效运行。在项目的基础建设方面,政府能够确保质量并序时完工,而长效运行方面却受人力、物力、资金、种养关系等诸多因素制约,管理难度较大。以武进区礼嘉-洛阳片区畜禽粪污综合治理工程为例,尽管武进区农业局开创了“购买服务”的方式委托企业运作,但监督管理上仍表现乏力。企业受利益驱使,可能存在为了降低成本而减少粪污收集处理量,甚至会出现与养殖(场)户达成默契,联合做伪证的现象。

3.3 成本高、筹资难

小型分散畜禽养殖场粪污收集处理中心的运营,生态账明显,但经济账不划算。武进区礼嘉-洛阳片区畜禽粪污综合治理工程运营成本 128.14 万元/年。可实现减排 COD 233.6 t/年、氨氮 39.6 t/年、总磷 14.9 t/年,同时综合利用秸秆 365 t,结合《江苏省太湖流域环境资源区域补偿试点方案》中环境区域补偿标准(COD 1.5 万元/t,氨氮 10 万元/t,总磷 10 万元/t),带来环境效益约 889.4 万元/年(表 1),项目生产的沼气、有机肥、电能等带来的经济效益约 55.27 万元/年。可见,项目综合效益高于运行成本,但经济效益明显低于运行成本。尽管国家和省级政府会给予一定比例的工程基础设施建设补助费用(总投资 842.46 万元,省级财政补助 195 万元),但工程的配套基础设施建设(647.46 万元)以及长效管护运营经费(约 72.27 万元/年)仍需地方政府筹集。对于经济基础比较薄弱的地区,筹集资金存在一定的难度。

4 小型分散畜禽养殖场粪污收集服务体系建设对策建议

武进区礼嘉-洛阳片区畜禽粪污综合治理工程开创了治理小型分散畜禽养殖粪污的新模式,为太湖流域乃至全国农业废弃物综合利用树立了典型。针对实践中遇到的问题,提出以下探讨性的对策,以期为此项工程的推广应用提供参考。

4.1 配套政策支持

畜禽养殖粪污处理及利用是政府农业源污染减排目标责任书的重点内容,分散畜禽养殖粪污集中收集处理服务体系

表 1 处理中心运营成本与效益分析

成本 序号	运营成本类型	金额 (万元/年)	效益 序号	效益内容	金额 (万元/年)
1	人员工资	43.20	1	产气收益	34.67
2	管理费用	8.64	2	有机肥收益	18.00
3	畜禽粪污收集成本	36.40	3	电能收益	2.60
4	畜禽粪污运输油费	15.80	4	环境效益小计	889.4
5	秸秆收集成本	7.30		合计	944.67
6	检修维护费用	4.20			
7	车辆保险维修费用	12.00			
8	土地租金成本	0.60			
	合计	128.14			

建设需地方政府统筹协调各部门,通力合作,相互配合,配套政策上给予大力支持。在工程选址上,地方行业主管部门应根据辖区的区域布局和非规模畜禽养殖分布情况,确定覆盖全区所需的收集服务体系个数,制定合理的收集服务半径和线路。环境保护部门针对收集服务体系的选址做充分的调研,并给出环境影响评价意见和调整建议。城市规划部门在制定发展规划时针对农业环保领域预留出一部分可协调和变更的板块,对生产实践中被证明治污效果较好的创新模式和技术鼓励先建后补,以此来完善规划的科学性、合理性和实用性。国土资源管理部门在用地指标上建议优先支持农业治污工程建设,在小型分散畜禽养殖粪污收集服务体系的建设用地审批上,建议参照农业用地进行管理。

4.2 建立生态补偿

建立农业生态补偿是在稳农惠农的前提下,保护农业生态环境的客观要求,实现在发展中保护,以保护促发展。在影响小型分散畜禽养殖粪污集中收集处理服务体系建设的诸多制约因素中,资金短缺是关键因素。政府有责任和义务解决基础设施建设以及长效运行管护相关资金投入问题。首先,政府应制定出台相应优惠政策,包括收集服务过程中产生的燃油动力优惠政策、集中处理生产的有机肥补贴政策、沼气发电的补贴政策等,多途径多方式减少运行成本,减轻落实配套资金的压力。其次,将小型分散畜禽养殖粪污集中收集处理服务体系建设的运行费用纳入地方财政预算,严格落实《江苏省太湖流域环境资源区域补偿试点方案》中环境区域补偿标准(COD 1.5 万元/t,氨氮 10 万元/t,总磷 10 万元/t),建立生态补偿长效机制,实现农业治污工程既生态账明显,又经济账划算。

4.3 明确主体定位

所谓“三分建、七分管”。巩固小型分散畜禽养殖粪污集中收集处理服务体系的建设成果,必须创新利益联结机制,走长效管护之路,在政府、处理中心、养殖户和种植户之间建立起分工协作、优势互补的关系,形成“利益共享、风险共担”的利益共同体,实现种养循环发展与环境优化的双赢目标。

4.3.1 地方政府 地方政府在整个项目工程中起着主导作用,无论是制定发展规划,还是出台政策法规,以及相关的政策执行都影响着收集服务体系建设的运行效果。首先,地方政府应根据国家《畜禽养殖污染防治条例》,出台可操作性强的地方性养殖场粪污防治法规或规章,针对不同养殖规模、养殖种类以及新建、改扩建养殖场(户)制定粪污防治实施细

则,使环境执法有法可依。其次,地方环境执法部门和行业指导部门应依照已有的法律法规和规章制度加强对畜禽养殖场(户)的宣传指导,对造成环境污染拒不改正的养殖场(户)及时查处,提高分散养殖户参与积极性。同时,部分地区可以尝试按照养殖规模和排污量收取一定的环境污染治理费或排污费,将收取的部分环境污染治理费或排污费用于粪污收集服务体系的收集、转运、处理等服务费用,及时公开费用支出明细,接受养殖场(户)及周边群众监督。第三,建立反馈监督机制,成立项目运行监督考核小组,明确负责人、各自职责以及联系方式,便于协调各方关系。

4.3.2 畜禽粪污处理中心 畜禽粪污处理中心的责任主体是地方政府,但采用市场化运营后由具备相应资质的专业公司、农民专业合作社、物业管理站及行业协会等社会主体具体运营,政府则负责购买服务和监督执行。处理中心要完成的基础建设任务包括:对每个指定的养殖场(户)建设粪污存储池和干粪堆积棚、建设畜禽粪污集中处理中心、建设种植基地粪污储存利用设施。同时,处理中心要成立收集服务队伍,完善服务体系。首先,根据服务区内小型分散畜禽养殖污染的现状及地形、交通等条件,建立区域散养户畜禽废弃物产生源数据库和服务区域信息地图,摸清收集点、收集位置、收集频率和需要的人工,分片区平衡设计收集路线,每个片区确定 1 名责任人,负责本片区的粪污收集,并制定收集计划表,将每天的清运计划安排到户(GPS 跟踪),统一调配,及时收集管理,确保工作有序高效开展。其次,基于小型分散畜禽的养殖种类、粪污产生量、粪污收集方式、地理位置分布和运输成本,确定最优畜禽养殖废弃物无害化处理与资源化综合利用模式^[15],并择优选用高附加值的处理处置技术。再次,建立运行台账,包括与养殖户签订粪污收集台账、处理中心运作资金明细台账、粪污资源化利用去向及经济效益台账。地方政府根据台账、养殖户和种植基地反馈情况,拨付运行费用及相应的奖惩补助资金。

4.3.3 分散小型养殖场(户) 分散小型养殖场(户)作为排污主体在收集服务体系中是最大的受益者,但也应承担一定的社会责任。首先,养殖场(户)根据畜禽粪污产生总量以及能够自行处理的量,制定需要收集服务体系收集处理的指标量,并根据指标量来缴纳服务费用(环境污染治理费或排污费)。环境执法部门和行业指导部门通过监督检查双方行为,对不履行职责造成环境污染的一方依法采取严格的惩罚措施。其次,养殖场(户)需积极配合收集服务体系的工作,配合建设粪污存储池和干粪堆积棚,将日常产生的畜禽粪污收集到相应的设施内以备收集转运。再次,养殖场(户)应主动监督处理中心的收集服务情况,及时向地方政府和环境执法部门反馈相关信息,形成对处理中心的多主体监督体系。

4.3.4 种植企业与基地 种植企业和种植户作为粪污收集服务体系的末端环节,承载着粪污的资源化循环利用,在畜禽养殖污染减排中起着关键作用。从调研中发现,无论是大型种植企业还是小型种植户,均表示能够接受施用有机肥和沼渣沼液,普遍反映施用有机肥和沼渣沼液后种植的产品质量明显提高,经济效益得到提升,不足之处在于会额外增加劳动和运输成本。处理中心定期或分季节将沼渣沼液运送至田间,可减轻种植基地的部分运输负担,与处理中心签订使用协

议的种植基地业主有优先低价购买处理中心生产的有机肥的权利,同时监督处理中心的粪污处理效果。

5 结论

小型分散畜禽养殖场(户)主体规模小、污染源分散、点对点的管理手段成本高,决定了其减排方式必然有别于工业减排,不能“一刀切”,政府部门应创新监管方式,明确作为自身责任和公益事业来治理,以不增加散养户经济负担和收运处理简便易行为原则,着力改变小型分散养殖场发展无序的状况,保护和改善生产生活环境,促进整体产业转型,确保养殖业持续稳定健康发展。本研究以试运行阶段的武进区礼嘉-洛阳片区畜禽粪污综合治理工程为依托,开展小型分散畜禽养殖场粪污收集服务体系研究,结合实地调研,从政府、畜禽粪污处理中心、养殖场(户)、种植企业(户)角度分析各自的职责义务,探索建立收集服务体系的长效运行机制,为解决小型分散畜禽养殖粪污综合治理与利用提供理论和模式参考。

参考文献:

- [1] 王衍亮,王青立,林祥明,等. 论如何解决好现代农业发展过程中的农业面源污染问题——以湖南省桃源县畜禽养殖业为例[J]. 农业环境与发展,2012,29(2):1-3.
- [2] 梁永红,管永祥,吴昊,等. 江苏省畜禽养殖污染减排措施与政策研究[J]. 农业资源与环境学报,2013,30(6):7-13.
- [3] 吴云波,田爱军,邢雅因,等. 江苏省畜禽养殖业污染状况分析及政策建议[J]. 江苏农业学报,2013,29(5):1059-1064.
- [4] 第一次全国污染源普查公报[EB/OL]. http://www.stats.gov.cn/tjgb/qtjgb/qgqtjgb/t201100211_402621161.htm.
- [5] 张克强,高怀友. 畜禽养殖业污染物处理与处置[M]. 北京:化学工业出版社,2004:22-24.
- [6] 王海芹,沈建宁,戴华强,等. 规模化猪场养殖废水深度处理方法研究[J]. 农业环境与发展,2013,30(2):40-42.
- [7] 王子臣,吴昊,管永祥,等. 养殖场粪污“三分离一净化”综合处理技术集成研究[J]. 农业资源与环境学报,2013,30(5):63-67.
- [8] 邓良伟. 规模化畜禽养殖废水处理技术现状探析[J]. 中国生态农业学报,2006,14(2):23-26.
- [9] 朱洪,常志州,王世梅,等. 基于畜禽废弃物管理的发酵床技术研究 II. 接种剂的应用效果研究[J]. 江苏农业科学,2007(2):228-232.
- [10] 王翠霞,贾仁安. 猪场废水厌氧消化液的污染治理工程研究[J]. 江西农业大学学报,2007,29(3):437-441.
- [11] 郑建初,陈留根,甄若宏,等. 江苏省现代循环农业发展研究[J]. 江苏农业学报,2010,26(1):5-8.
- [12] 黄红英,常志州,叶小梅,等. 区域畜禽粪便产生量估算及其农田承载预警分析——以江苏为例[J]. 江苏农业学报,2013,29(4):777-783.
- [13] 何加骏,甄若宏,郑建初. 畜禽粪便的循环利用探析[J]. 江苏农业科学,2011,39(4):487-488.
- [14] 朱丽娜,姜海,诸东海,等. 分散养殖污染治理中政府定位及公共服务供给研究[J]. 农业环境与发展,2013,30(2):7-10.
- [15] 王子臣,沈建宁,管永祥,等. 小型分散畜禽粪污综合治理思路探讨——以武进区礼嘉-洛阳片区畜禽养殖业为例[J]. 农业环境与发展,2013,30(2):11-14.