

沿海地区畜禽养殖污染防治对策——以浙江省玉环县为例

叶云辉¹, 汪开英^{2*}, 项长友¹, 江于禄¹

(1. 浙江省玉环县环境保护局, 浙江玉环 317600; 2. 浙江大学农业生物环境工程研究所, 浙江杭州 310058)

摘要 以浙江省玉环县为例, 提出沿海地区畜禽养殖业污染防治的管理措施和技术措施; 确定了治理近岸海域污染先治理陆源污染的理念; 建立海陆统筹、多部门齐抓共管的联动机制; 利用滩涂和水体资源发展生态循环型立体化的养殖业; 推进规模化畜禽养殖的全过程治理, 推广畜禽养殖场清洁生产技术。

关键词 近岸海域; 污染; 畜牧业; 生态; 循环

中图分类号 S181.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)20-046-03

Pollution Prevention Strategy for Livestock Industry in Coastal Areas—A Case Study of Yuhuan County in Zhejiang Province

YE Yun-hui¹, WANG Kai-ying^{2*}, XIANG Chang-you¹ et al (1. Yuhuan Environmental Protection Bureau, Yuhuan, Zhejiang 317600; 2. Institute of Agricultural Bio-environmental Engineering, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310058)

Abstract With Yuhuan County in Zhejiang Province as an example, pollution control management and technical measures for livestock and poultry breeding industry were put forward including: to confirm the priority of the control of the land-based sources of pollution; To establish linkage mechanism between sea and land, and to make relevant departments cooperate; To develop and utilize tidal flats and water resources, and to develop ecological circular three-dimensional cultivation; To promote the whole process control of large-scale livestock and poultry breeding industry, and encourage and extend cleaner production technology in livestock and poultry farms.

Key words Coastal waters; Pollution; Animal husbandry; Ecology; Cycle

近年来,随着国民经济的发展,我国近岸海域水环境条件发生了较大变化,呈恶化趋势,主要体现在水质变差、盐度总体升高、赤潮发生面积和频率逐年提高。而累积性的陆源污染物的排入过度利用海洋环境容量,直接影响了近岸海域环境质量,危害海洋生态系统。其中,畜禽养殖排污已成为陆源污染中农业面源污染的主要来源。因此,研究沿海地区畜禽养殖污染防治策略对保护近岸海域的水质具有重要意义。笔者以浙江省玉环县为例,通过分析海域污染产生的原因,对沿海地区畜禽养殖业污染提出防治对策,以期为水环境治理提供借鉴。

1 海域污染产生原因

近海海域环境污染和生境退化不仅影响海岸带地区的生存发展,而且也关乎人类食品安全与生态安全^[1]。海域污染主要来源于周边陆源污染,陆域污染主要包括工业污染源、农业面源污染、生活污染等^[2]。

农业面源污染包括农业农药、化肥的过量使用,农膜残留以及畜禽养殖排污和水产养殖排污等。而畜禽养殖排污已成为农业面源污染的主要来源。畜禽粪便含有大量的有机物、氮、磷、钾、铜、锌、悬浮物(SS)以及致病菌等污染物并伴有恶臭,且淋溶性极强,污染物质直接排入河流或通过淋溶冲洗等作用随地表径流携带进入海域,对海域环境造成巨大威胁^[3]。

2 玉环县沿海污染现状分析

浙江省玉环县是典型的海岛城市,境内河流主要由玉坎河、庆澜河、楚门河和芳清河等十大河系组成,且河流水质已受污染,根据玉环县环境质量监测站的监测,大部分河流已为V类,甚至为劣V类水质,主要污染指标为高锰酸盐指数、

氨氮和总磷。河流中的这些污染物质通过水、气循环等途径逐渐向海洋迁移。

对玉环县主要污染源的排放量和入河量进行汇总和分析,结果见表1、2。由表1、2可知,玉环县畜禽养殖业总磷的排放量为179 t,约为工业污染源总磷排放量的22倍,占玉环县废水中总磷排放量的50%,其入河量占比为34%。由此可见,玉环县废水中总磷的排放量主要来源于畜禽养殖业。玉环县畜禽养殖业化学需氧量、氨氮、总氮的排放量分别占总排污量的16%、12%、13%,均高于工业污染源的产生量。畜禽粪便即使达标排放或农牧结合排放至农田,但这些污染物中仍有相当大的部分会通过农田回水、雨水冲刷、水土流失等方式随地表径流进入海洋^[1]。

3 管理措施

2015年4月,国务院正式发布了“水十条”,提出加强近岸海域环境保护,到2020年,沿海省(区、市)入海河流基本消除劣V类水体,沿海地级及以上城市实施总氮排放总量控制^[4]。对化学需氧量、氨氮、总磷、重金属及其他影响人体健康的污染物采取针对性措施,加大整治力度。

3.1 确定治海先治陆的思想理念,努力削减陆源排污总量 加大各水系流域污染控制,制定并实施流域污染防治规划,完成水环境承载力和生态安全体系研究,以此为基础制订水系流域污染物排放总量控制计划,并分解到各排污口。建立跨行政区河流交接断面及区域内河流水质管理制度,确保断面水质达到规定标准。大力发展循环经济,提高能源、资源的利用效率^[5]。运用总量控制手段,有效控制畜禽养殖业污染物总量。鼓励规模畜禽养殖场采取清洁养殖技术,全过程控制畜禽养殖业污染物排放到近岸海域。

3.2 根据沿海城市的发展规划,调整畜禽养殖业布局 根据沿海城市建设的总体要求,科学规划当地畜禽养殖业,合理安排养殖规模和养殖场所。对区域的畜禽养殖场按不同

作者简介 叶云辉(1984-),男,浙江玉环人,硕士,从事环境污染防治工作。*通讯作者,副教授,博士,从事畜禽环境工程研究。

收稿日期 2016-05-12

环境功能区的要求实行分类管理,优化养殖场布局,并对现存的养殖污染进行综合整治。

表 1 玉环县年污染排放量汇总

Table 1 Summary of annual pollution emissions in Yuhuan County

污染类型 Pollution types	污染源分类 Pollution source classification	年污染排放量 Annual pollution emission quantity				
		污水量 Sewage amount 万 t/a	化学需氧量 Chemical oxygen demand//t/a	氨氮 Ammonia nitrogen//t/a	总氮 Total nitrogen t/a	总磷 Total phosphorus t/a
点源 Point source	工业企业	454	741	43	71	8
	城镇生活	2 331	3 646	376	670	27
面源 Non-point source	农村生活	1 193	3 916	390	678	28
	畜禽养殖	—	2 111	180	377	179
	水产养殖	—	1 334	178	267	27
	其他农业源	—	1 800	360	764	90
合计 Total		3 978	13 548	1 527	2 827	359

表 2 玉环县年污染入河量汇总

Table 2 Summary of annual quantity of pollution emission into river in Yuhuan County

污染类型 Pollution types	污染源分类 Pollution source classification	年污染入河量 Annual quantity of pollution emission into river				
		污水量 Sewage amount 万 t/a	化学需氧量 Chemical oxygen demand//t/a	氨氮 Ammonia nitrogen//t/a	总氮 Total nitrogen t/a	总磷 Total phosphorus t/a
点源 Point source	工业企业	409	666	39	64	7
	城镇生活	1 982	3 099	320	569	23
面源 Non-point source	农村生活	596	1 958	195	339	14
	畜禽养殖	—	422	36	75	36
	水产养殖	—	400	53	80	8
	其他农业源	—	360	72	153	18
合计 Total		2 987	6 905	715	1 280	106

3.3 将畜禽养殖污染排放纳入近岸海域水质检测体系 将畜禽养殖污染物排放纳入常规水质检测体系中,重点监测总氮和总磷,严格控制畜禽养殖污染直接或间接排入近岸海域。对近岸海域功能区、畜禽养殖业排污入海河口按周期监测,并根据海域管理的需要适当增加监测频次,为近岸海域赤潮爆发提供科学依据。完成近岸海域污染应急响应预案,同时构建应急响应决策支持系统,有效控制近海水体富营养化。建议建立海洋监测的信息网及总氮、总磷预警预报体系,提高海洋环境监测和预警预报能力,及时预报赤潮及其他突发的污染情况^[6]。

3.4 政府各部门协同管理,加大环境执法力度

3.4.1 建立“海陆统筹、多部门齐抓共管”的联动机制。近岸海域环境保护是一项系统工程,包括农业面源污染治理、违法排污企业关停、工业点源治理、垃圾收集、河道清淤和生态治理工程等诸多方面。基于畜禽养殖业排污已成为农业面源排污的主要来源,当地农业、环境保护部门一方面需要积极推进规模化畜禽养殖业污染物减排工作,另一方面还需联合海洋、林业、住建、水利、城管等多个部门,建立“海陆统筹、多部门齐抓共管”的联动机制。各部门实现信息资源共享,共同分析预测近岸海域污染情况,真正做到科学决策、共同治理河流和海域污染。

3.4.2 完善河流跨界断面考核,树立流域共同管理的思想。畜禽粪便中含有大量的氮、磷,这些污染物直接排入河流或通过淋溶冲洗等作用随地表径流进入近岸海域是海域赤潮频发的主要原因之一。因此需完善基层乡镇跨界河流断

面水质情况的考核,关注考核因子(总氮和总磷)的监测结果,树立流域公共管理的思路十分重要。地方政府间应加强信任与合作,建立跨区域水环境联合执法机制,实现跨界水环境联合执法机制,达成区域公共管理的共识。

3.5 积极争取财政支持,为“治污”提供资金保障 多渠道筹措资金,加大对畜禽养殖业基础设施建设的投入。强化涉及资金特别是治污设施资金使用的绩效评估,不断提高资金的使用效率。以经济杠杆促进畜禽养殖业排污总量削减和海洋环境保护^[7]。

4 技术措施

4.1 发展“鱼畜禽果草种养”相结合的立体化生态循环型养殖业 建设规模化生态养殖场和养殖小区,将畜禽养殖、粪尿处理、能源与环境工程、养分管理等统一考虑和规划;同时按照“整体、循环、协调、再生”的生态农业原则,开发“农业有机废弃物综合利用”等生态循环型养殖业发展模式,充分发挥畜禽养殖场废弃物、污染物的循环利用,提高附加值,增加经济效益^[8-9]。沿海地区可充分利用水体、池坎资源,养殖业与渔业、种植业综合开发,发展“鱼畜禽果草种养”相结合的立体化养殖模式。

4.2 利用滩涂资源,发展生态养殖业 沿海城市的滩涂资源是城市重要的土地后备资源。玉环县共有围垦滩涂 56 处,围成面积 11 667 hm²,有解放塘、垟坑塘、台山塘等一线海塘 40 条,总长度 57.3 km。这些丰富的滩涂资源是玉环县生态畜禽养殖业的未来发展空间。

4.2.1 改良滩涂土壤,农牧结合,发展生态循环型畜牧业。

滩涂土壤大多为潮间盐土或盐碱化土,土体泥沙含量高、含盐量较高、土壤结构差、有机质和全氮含量低、土壤保水保肥能力差^[10]。而畜禽粪便含有丰富的氮、磷及大量微生物,可刺激土壤微生物的发育,提高土壤的生物肥力。利用滩涂资源、农牧结合,发展生态畜禽养殖业。畜禽养殖场与水产养殖可统一布局,实行牧业和渔业相结合的生态经营模式。周边配套相当规模的农田,粪便经多层利用后可就地消纳;而经畜禽粪便改良后的农田土壤,种植物的产量可以明显提高。大量畜禽粪便还田是滩涂新围垦土地培肥熟化改良、用地养地、促进农业可持续发展的有效措施。

4.2.2 利用滩涂周边大面积的防护林发展生态养殖业。基于保护海滨生态环境、增加土地储备,沿海地区历来有种树固土,以抵挡海风及带动的海浪侵袭海滩;因此滩涂周边有大面积的防护林。长期作为生态环境保护屏障的防护林,可发展防护林生态养鸡模式。一方面,放养鸡排粪为林草施肥,使林草生长发育更为良好;另一方面,草又养鸡,形成能量多级利用的良性生态循环。而鸡喜食昆虫,有利于减少林地和草地虫害的发生,对林业健康发展具有重要意义。防护林养鸡具有投资少、鸡群的活动范围大、抗病力增强等优点,具有广阔的市场发展前景^[11]。

4.2.3 推进规模畜禽养殖的全过程治理。畜禽养殖业污染物会形成立体污染,且污染负荷大,仅从单方面或者单一技术进行治理难度大,因此,需采用先进的生产方式和防治手段推进规模化畜禽养殖全过程治理,坚持控制源头、阻断过程、治理末端。在实际操作过程中,应着重从以下几个方面进行综合治理。

4.2.3.1 源头控制。首先,畜禽饲养量必须与周边可蓄纳畜禽粪便的农田面积相匹配,严格执行生态安全的农牧结合

配置要求;其次,在新建、改建或扩建畜禽养殖场时,以环境容量来控制养殖场的总量规模,合理调整养殖场布局。加强对新建畜禽养殖场的严格审批制度,并执行新建项目的规划设计、环境影响评价制度和污染治理设施的“三同时”制度;再次,做好源头上减排工作,减少饲料中过剩的营养物质可有效减少畜禽养殖业产生的环境污染,如降低日粮营养物质(主要是氮和磷的浓度);减少或禁止使用有害添加剂^[12],加强无公害饲料添加剂的研制与开发研究;减少饲料中铜、锌含量。有研究表明,猪仔饲料中不过量添加铜、锌可有效减少地下水及土壤中的铜、锌含量。日粮中适当减少粗蛋白可以减少氨气的排放,并对猪的生长性能没有显著影响^[13]。饲料中使用合成氨基酸可以有效降低粪尿中氮的排出量^[14];最后,从制定工艺标准、购买设备补贴以及提高水价等方面推行节水型畜牧生产工艺,从源头上控制集约化养殖场污水量^[14]。

4.2.3.2 过程控制。①推行清洁饲养技术。采用分阶段性饲喂法或分养饲喂法,减少因过剩营养物质的排出造成的环境污染。以猪的分阶段饲养为例,结合不同生理阶段的猪提供与之相对应的不同营养配比的日粮(表3)^[13],既能满足猪的营养需要,又可有效降低氮和磷的排出量。②推广畜禽养殖场清洁生产技术。采用科学的房舍结构、生产工艺,实现固体与液体、粪与尿、雨水与污水三分离,降低畜禽饲养过程的污水产生量和氨、氮浓度。有研究表明,采取全自动干湿分离清粪技术和设备的猪舍污水排放量可减少50%~60%^[15];采用节水型的饮水器,每头猪每年可降低约700 L的饮用水^[16],降低饮用水的使用量意味着可有效减少污水产生量。通过对生产过程中主要的污染产生环节实行全程控制,从而控制和防治畜禽养殖可能对环境产生的污染。

表3 欧盟和荷兰饲料生产商协会规定的猪饲料中铜和锌含量标准

Table 3 Standard for copper and zinc content in pig feed prescribed by the European Union and Holland feed producers association mg/kg

生理阶段 Physiological stage	铜 Copper			锌 Zinc		
	欧盟 EU	欧盟 EU	荷兰 PDV	欧盟 EU	欧盟 EU	荷兰 PDV
	1986~2003年 European Union 1986-2003	2004年至今 European Union Since 2004	2000~2004年 Holland PDV 2000-2004	1986~2003年 European Union 1986-2003	2004年至今 European Union Since 2004	2000~2004年 Holland PDV 2000-2004
0~12周龄仔猪 0-12 weeks old piglets	175	170	160	250	150	100
12~16周龄仔猪 12-16 weeks old piglets	175	23	130	250	150	100
生长育肥猪 Growing-finishing pid	35	25	15	250	150	70
母猪 Sow	35	25	20	250	150	65

4.2.3.3 末端治理。畜禽粪便中含有大量的病原体及有害物质,在资源化利用前,需先进行无害化处理。各地自然、经济条件千差万别,环境容量有大有小,养殖场的规模也大小不一,粪污处置与排放方式也不尽相同,养殖场粪便处理不可能采用一种技术、一种模式,但需要遵循“经济、有效、实用”的技术原则,减轻或消除养殖业粪污对环境造成的不良影响。沿海地区畜禽养殖场的粪污若直接还田,粪便中大量的氮、磷在土壤中迁移转化后易造成土壤板结;而土壤中的氮、磷过多积累,受雨水冲刷或地表径流将流入海域,可造成近岸海域环境污染。建议利用生物学或生态学的方法,尽可能多地利用畜禽粪便中的养分和能源,减少或消除环境污染

物的排放^[17]。沿海地区畜禽养殖场的粪污建议比内陆地区提高标准后再排放,尽可能减少近岸海域的畜禽排污总量。

5 结论

(1)当前近岸海域污染,农业面源是污染的主要来源,而其中畜禽养殖业的贡献值较大,尤其是污染因子总磷的排放量。控制和减少畜禽养殖业污染是改善和提高近岸海域水质环境质量状况的重要途径。

(2)沿海地区防治畜禽养殖业的整治管理措施:确定沿海先治陆的思想理念,努力削减陆源排污总量;建立“海陆统筹、多部门齐抓共管”的联动机制,科学规划畜禽养殖业,划

发展迅速,2012年我国第一个“渔光一体”项目在江苏建湖县建成,利用鱼塘及芦苇荡滩涂实现并网发电,此后东部地区相继建成多个“渔光一体”电站,“渔光一体”已成为东部地区建设光伏电站的首要选择。合肥庐江县白湖镇20 MW渔光互补光伏电站,年发电2 200 kW·h;浙江桐乡市洲泉镇,年发电量1 800~2 000 kW·h;浙江省宁波市宁海县计划建设渔光互补项目,建成后年发电量1亿kW·h。除此之外,还有江西鄱阳湖、天津宁河潘庄、湖北鄂州、宁夏石嘴市惠泽湖渔光互补项目等。

4 结语

农业与光伏相结合的发展模式节约了土地资源、水资源,充分利用现存空间,能通过光伏发电来调节种植、养殖环境,优化现有的能源结构,改善当地资源环境,同时还能改变当前粗放的结构,带来一定的经济效益和人文效益,是真正意义上的绿色可持续发展之路。尽管,目前农业光伏、渔光互补等模式还处于试验探索阶段,但是在国际减少石油能源消耗、能源结构调整的大背景下,国家各种农业光伏政策的鼓励和支持下,一定能摸索出适合农业生产和光伏发电的最优模式。

参考文献

- [1] 杨畅,郑军. 光伏产品开发与生产工艺[M]. 北京:高等教育出版社, 2011:1-3.
- [2] TOKUDA R, WU Y. Method for manufacturing resin diamond wire; WO/2013/166976[P]. 2013.
- [3] 水天. 迎接太阳能时代[J]. 中国电力企业管理, 2006(11):18-19.
- [4] 李少铸. 基于企业层面的桂林光伏产业链发展调研报告[D]. 桂林:桂林理工大学, 2012:1-11.
- [5] 李颖. 光伏人的新蓝海:光伏农业[EB/OL]. [2015-01-30]. <http://www.china5e.com/news/news-896619-1.html>.
- [6] 闫丰. 太阳能光伏在农业中的应用探讨[J]. 现代农业科技, 2015(12):205.
- [7] 张艳丽. 我国农村沼气建设现状及发展对策[J]. 可再生能源, 2004(4):5-8.

(上接第48页)

分畜禽养殖禁养区、限养区及宜养区,合理安排养殖规模和养殖场所;将畜禽养殖污染排放纳入近岸海域、入海河流水质的检测工作,健全环境污染应急体系,提高应急处理能力。

(3)沿海地区防治畜禽养殖业的技术措施:推进生态循环型立体化养殖业发展模式;合理利用滩涂资源,发展沿海林间生态养殖业;推进规模化畜禽养殖全过程防控。

参考文献

- [1] 戈华清,蓝楠. 我国海洋陆源污染的产生原因及防治模式[J]. 中国软科学, 2014(2):22-31.
- [2] 刘莲,陈丹琴,任敏,等. 象山港海域污染物总量控制研究[J]. 海洋环境科学, 2009, 28(Z1):13-15, 20.
- [3] 黄现民,王洪涛. 山东省环渤海地区农业面源污染防治对策研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(15):6300-6303.
- [4] 国务院. 水污染防治行动计划[Z]. 2015-04-02.
- [5] 杜波,方路乡,林广. 陆源污染对海洋环境的影响及其控制措施[C]//中国环境科学学会. 2007中国环境科学学会学术年会优秀论文集(下卷). 北京:中国环境科学出版社, 2007:1306-1309.
- [6] 康瑾瑜,孙京敏,赵林. 秦皇岛近岸海域环境综合整治效果及防治对策

- [8] PARKER B F, LINDLEY M R, BENSON F J, et al. Assessment of solar energy potential in agriculture[J]. Paper - American society of agricultural engineers, 1990, 90:5534.
- [9] VON OHEIMB R A, STRIPPEL M H. Photovoltaic on grid connected applications in agricultural production[C]//XII world congress on agricultural engineering; Volume I. Proceedings of a conference held in Milan, Italy, August 29 - September 1 1994. Belgium: CIGR, Merelbeke, 1994: 859-866.
- [10] OHEIMB R V, FETT N, HUENSELER H, et al. Photovoltaic applications in agriculture[C]//Federal ministries of research and technology and of agriculture seminar on the current status held in Kranichstein, Darmstadt on the 15th to 16th June 1994. KTBL - Arbeitspapier, 1994: 223.
- [11] DANIELE C, LOMBARDI G V, EL - ASMAR T. Photovoltaic systems in agriculture: An economic analysis of investment in central Italy[J]. Rivista di Economia Agraria, 2008, 63(2):273-297.
- [12] POSTELNICU E, VALENTIN V L, MILITARU M. Possibilities of solar radiation use through photovoltaic panels[J]. Bulletin of university of agricultural sciences and veterinary medicine Cluj - Napoca, agriculture, 2010, 67(1):232-241.
- [13] YANO A, FURUE A, KADOWAKI M, et al. Electrical energy generated by photovoltaic modules mounted inside the roof of a north-south oriented greenhouse[J]. Biosystems engineering, 2009, 103(2):228-238.
- [14] YANO A, KADOWAKI M, FURUE A, et al. Shading and electrical features of a photovoltaic array mounted inside the roof of an east-west oriented greenhouse[J]. Biosystems engineering, 2010, 106(4):367-377.
- [15] 耿澜. 从“冬至温韭”探温室技术起源[J]. 中国果菜, 2015(1):14-15.
- [16] 黄勇. 光伏发电系统在温室大棚上的应用[J]. 科技广场, 2015(5):69-76.
- [17] 严聚仁. 从“光伏双反”风波论农业光伏大棚产业的可行性[J]. 农业机械, 2013(31):102, 103.
- [18] 冯秀萍, 李明辉, 田立强. 太阳能光伏技术在温室大棚控制系统中的应用[J]. 科技致富向导, 2013(5):42-43.
- [19] 杨月梅, 曹艳芳, 王淼. 光伏农业大棚发电项目对生态农业的影响浅析[J]. 能源与节能, 2015(2):73-75.
- [20] 全国首个光伏屋顶“养猪场”建成[J]. 农村科学实验, 2013(8):22.
- [21] 赵铁洁, 孟宪学, 王聚博. 探索“渔光互补”发展光伏农业:以鄂州20MWp农业光伏科技示范园为例[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(22):360-362.
- [22] 梁忠武. 浅析海水养殖渔光互补光伏发电项目的发展前景和实施要点[J]. 科研, 2015(10):10.

- [J]. 中国环境管理干部学院学报, 2015, 25(1):39-42.
- [7] 袁灵光. 温岭市发展生态畜牧业的主要对策措施[J]. 浙江畜牧兽医, 2009(3):23-23.
- [8] 钟志珍. 浅谈当前沿海地区生猪生态化养殖模式的要点[J]. 畜业, 2011(1):19-20.
- [9] 李飞, 董锁成. 西部地区畜禽养殖污染负荷与资源化路径研究[J]. 资源科学, 2011, 33(11):2204-2211.
- [10] 金海洋, 朱恩, 林天杰, 等. 不同农艺措施对浦东滨海滩涂垦区土壤盐化的影响[J]. 上海农业学报, 2012, 28(4):93-96.
- [11] 杨智青, 丁海荣, 赵伟, 等. 江苏省沿海地区防护林下规模养鸡模式运行关键技术的研究[J]. 畜牧与饲料科学, 2011, 32(7):79-80.
- [12] 冯定远. 通过营养调控减少养猪生产的环境污染[J]. 饲料工业, 2005, 26(13):1-4.
- [13] VAN AAR P, 金立志. 猪配合饲料中铜和锌的需要量的最新研究进展[J]. 饲料工业, 2013, 12(34):1-5.
- [14] 樊娟, 代才江. 清洁生产理念下水库流域畜禽养殖业污染的集成防治技术[J]. 可持续发展, 2008, 25(5):40-41.
- [15] 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.
- [16] 万熙卿, 苏泽民. 关于猪用水饮水装置的研究与应用[J]. 养猪, 2015(3):81-83.
- [17] 陈杰, 赵祥杰, 卞哲师, 等. 利用微生物处理畜禽粪便的研究[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(28):9910-9911, 9944.