

武深树◎著

畜禽粪便污染治理的 环境成本控制和 区域适宜性分析



武深树◎著

畜禽粪便污染治理的 环境成本控制和 区域适宜性分析



图书在版编目 (CIP) 数据

畜禽粪便污染治理的环境成本控制和区域适宜性分析 / 武深树著.

— 长沙 : 湖南科学技术出版社, 2013. 10

ISBN 978-7-5357-7848-2

I. ①畜… II. ①武… III. ①畜禽—粪便处理 IV. ①X713

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 217573 号

畜禽粪便污染治理的环境成本控制和区域适宜性分析

著 者: 武深树

责任编辑: 彭少富 李 丹

文字编辑: 任 妮

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系: 本社直销科 0731-84375808

印 刷: 湖南汇龙印务有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 长沙市捞刀河镇大明工业园

邮 编: 410153

出版日期: 2013 年 10 月第 1 版第 1 次

开 本: 710mm×1020mm 1/16

印 张: 13.25

字 数: 343000

书 号: ISBN 978-7-5357-7848-2

定 价: 39.00 元

(版权所有 · 翻印必究)

序：畜禽粪便污染治理研究的新视角

畜禽养殖是一个从分散养殖到规模养殖、从传统养殖到现代养殖的不断推进过程。在这个加速转型升级的过程中，畜禽养殖量不断增大，规模化程度不断提高，在保障肉食供给、改善居民生活、增加农民收入等方面发挥了重要作用。但与此同时，也产生了越来越多的粪便污染物，给生态环境带来明显不良影响。及时、科学、有效地治理好畜禽粪便污染物，已经成为促进畜禽产业发展、保护生态环境和加快社会主义新农村建设的重大课题。

武深树同志所著的《畜禽粪便污染治理的环境成本控制和区域适宜性分析》，是他多年来对畜禽生态环境深入研究所取得的重要成果。这些年，我也一直关注着此项研究工作，多次参与其学术讨论和实证调研，并积极推动畜禽粪便污染物的减量化排放、无害化处理、资源化利用，见证了武深树同志研究的全过程。我认为，这本书是一部关于畜禽粪便污染治理的很有理论创新和现实指导意义的著作。

这本书综合运用经济学、生态学、管理学、社会学等方面的理论，从环境成本、农民意愿的视角进行畜禽粪便污染治理研究，为控制畜禽粪便污染环境成本和选择适宜治理模式提供了一个经济学分析框架。特别是以湖南省为例，围绕畜禽粪便污染的环境成本、环境成本控制、污染治理区域适宜性等，建立了比较系统的指标评估体系，确立了各指标间的“剂量—反应”关系，研究了畜禽养殖污染的环境成本、污染治理控制效果及不同污染治理模式的区域适宜性。这是对畜禽粪便污染治理理论研究的重大突破。

这本书按照“背景描述—理论分析—实证研究”的思路，采取理论与实证分析相结合、定性分析与定量分析相结合的方法，对湖南省畜禽粪便污染现状进行评价，对洞庭湖区畜禽粪便污染的环境成本和治理效果进行评估，较

好地分析了湖南省畜禽粪便污染的现状、养殖农户采纳治污技术的意愿、不同治污模式控制环境成本的效果以及不同治污模式在不同区域的适宜性,等等。应该说,从新的视角科学分析不同污染治理模式在不同养殖区域、不同养殖品种、不同养殖规模条件下的可行性和经济实效性,可以有效解决地方政府、养殖场户、社会公众对畜禽粪便污染治理共同关注的治理方式、治理效果、治理意愿、行为采纳等一系列问题,对科学指导畜禽粪便污染治理有很强的现实意义。

畜禽粪便污染治理所涉及的问题很多,需要研究的内容也很多。武深树同志的这部著作,专门研究其环境成本和区域适宜性,是一种新方法、一个新视角。希望进一步深化已有研究成果,综合运用多学科知识,拓展研究领域,为科学指导畜禽粪便污染治理提供更多的理论支撑和实践指导。

曹英华

湖南省农业厅副厅长

2013年9月

前 言

在畜禽养殖发展迅速,规模化、集约化养殖程度不断提高的情况下,畜禽粪便污染物排放量及其污染威胁不断增大。20 世纪 60 年代,日本就发生了严重的“畜产公害事件”,畜禽粪便污染成为社会“公害”问题。随后,欧美畜禽养殖业发达国家,也发生了不同程度的畜禽养殖污染危机,并引发了一系列社会问题。20 世纪 90 年代初,以农药、化肥污染和畜禽粪便污染为主要污染源发生在杭州湾的污染事件,首次敲响了我 国 畜 禽 粪 便 污 染 环 境 的 警 钟。而且,畜禽粪便污染比重正呈加重发展趋势,成为我国非常严重的环境问题之一。客观评价畜禽粪便污染的环境成本,根据不同污染治理方式评估其环境成本控制的经济价值,并根据不同养殖区域、不同养殖规模选择合适的畜禽粪便污染治理方式,对促进畜禽养殖和环境保护协调发展具有重要的现实意义。

本书系统介绍了畜禽粪便污染的环境影响,发达国家和地区以及我国的畜禽养殖污染防治政策。以湖南省为研究对象,运用畜禽粪便排泄系数法对湖南省畜禽粪便的排放量及其主要污染物的产生进行了系统评估,从不同年限、不同区域、不同规模、不同畜禽四个方面分析了畜禽粪便排放的时空分布特征。综合运用环境成本理论、生态经济理论等相关知识建立畜禽粪便污染环境成本评估指标体系,根据畜禽粪便污染排放现状、污染程度,确定了畜禽粪便污染与环境经济损失的“剂量-反应”关系,对洞庭湖区的畜禽养殖环境成本进行了全面评估。建立沼气工程、发酵床养殖治理畜禽粪便污染治理方式的指标评价体系,运用主成分分析法对不同区域的沼气工程、发酵床养殖治污方式的区域适宜性进行了分析。建立作物氮素养分平衡模型,对现实条件和不同施肥搭配条件下的畜禽粪肥施用适宜性进行了科学评价。将行为学、社会学理论引入畜禽粪便治理模式选择上,以生猪规模养殖户为研究对象,分析了不同养

殖规模、不同养殖区域的养殖农户采纳污染治理的行为意愿。这些研究方法、研究成果,在一定程度上丰富了畜禽粪便污染治理理论和研究方法,为科学制定畜禽粪便污染防治提供了理论基础,为科学指导畜禽粪便污染防治提供了有益参考。

不同畜禽粪污治理方式的环境成本控制和区域适宜性研究,涉及面广、影响因素多,具有多学科交叉的特点。由于畜禽养殖及其粪便排放受资源条件、养殖环境、养殖方式、饲养水平等因素影响,畜禽粪便的环境影响更受农地数量与质量、作物种植品种与耕作方式、作物产量与质量、畜禽粪便处理与利用等因素共同作用,特别是畜禽粪便污染治理往往是多措施综合治理,如何达到最优污染控制水平、如何实现最大环境成本控制效果,如何最大程度提高农地畜禽粪便承载力,如何实现畜禽粪便污染治理的经济效益和生态效益两个最大化,均值得今后进一步深入研究。

本书写作过程中参考的大量文献尽可能一一列出,但由于内容涉及广泛,文献资料较多,可能有些疏漏,在此深表歉意,并向所有的参考文献作者表示衷心感谢。由于本人水平有限,难免存在差错或不完善之处,恳请广大读者批评指正。

武深树

2013年9月

目 录

第一章 绪论	(1)
一、畜禽粪便污染物的产生量	(1)
(一)畜禽养殖场粪便污染物的产生量	(1)
(二)畜禽养殖场污水的产生量	(4)
(三)畜禽养殖场废气的产生量	(6)
(四)我国畜禽粪便污染物的排放量	(7)
二、畜禽粪便污染物对环境的影响	(9)
(一)水体污染	(9)
(二)土壤污染	(10)
(三)大气污染	(12)
(四)畜产品污染	(14)
(五)微生物污染	(15)
三、发达国家和地区的畜禽粪便污染防治政策	(16)
(一)加拿大的畜禽粪便污染防治政策	(16)
(二)美国的畜禽粪便污染防治政策	(17)
(三)德国的畜禽粪便污染防治政策	(19)
(四)英国的畜禽粪便污染防治政策	(21)
(五)荷兰的畜禽粪便污染防治政策	(23)
四、我国的畜禽粪便污染防治政策	(24)
(一)畜禽粪便污染防治的管理规定	(24)
(二)畜禽粪便污染物的排放标准	(26)
(三)畜禽粪便污染防治的技术要求	(27)
(四)一些地方性的畜禽粪便污染防治政策	(31)
五、畜禽粪便污染治理的技术措施	(37)

六、畜禽粪便污染治理的效果	(39)
第二章 不同农地的畜禽粪便承载能力	(41)
一、环境承载力	(41)
(一)环境承载力的概念	(41)
(二)环境承载力的特点	(42)
(三)环境承载力的功能	(44)
二、畜禽养殖环境承载力	(45)
(一)畜禽养殖环境承载力的概念	(45)
(二)畜禽养殖环境承载力的影响因素	(45)
(三)畜禽养殖环境承载力的指标体系	(46)
(四)畜禽养殖环境承载必须实行区域总量控制	(47)
三、耕地的畜禽粪便承载能力	(49)
(一)不同区域的畜禽粪便产生量	(49)
(二)不同区域的耕地畜禽粪便承载量	(58)
四、畜禽粪便产生量的时空变化特征	(63)
(一)畜禽粪便产生量的时间变化特征	(63)
(二)畜禽粪便产生量的空间分布特征	(65)
五、不同农地的畜禽粪便承载风险	(68)
(一)农地畜禽粪便承载预警值的计算方法	(68)
(二)畜禽粪便进入农地的去向	(69)
(三)不同农地的畜禽粪便承载风险状况	(69)
第三章 畜禽粪便污染的环境成本	(86)
一、环境成本	(86)
(一)环境成本的概念	(86)
(二)环境成本的分类	(87)
(三)环境成本的特点	(88)
(四)环境成本的核算方法	(89)
二、畜禽粪便中氮素污染的环境成本	(95)
(一)畜禽粪便中氮素污染环境成本的评估范围	(95)
(二)畜禽粪便中氮素养分的环境污染评价标准	(96)
(三)畜禽粪便中氮素养分资源量	(97)
(四)畜禽粪便中氮素污染量	(98)
(五)畜禽粪便氮素污染环境成本的评估结果	(101)

三、畜禽养殖的环境成本	(103)
(一)畜禽养殖环境成本的评估指标	(103)
(二)畜禽养殖环境成本的评估方法	(104)
(三)畜禽养殖环境成本的评估结果	(106)
第四章 畜禽规模养殖场粪污治理的意愿分析	(112)
一、意愿调查法	(112)
(一)意愿调查法的概念	(112)
(二)意愿调查法的类型	(113)
(三)意愿调查法的评估步骤	(114)
二、生猪规模养殖场标准化改造意愿调查的设计方案	(115)
(一)调查猪场的选择	(116)
(二)调查内容的设计	(116)
(三)调查猪场的分组	(117)
(四)调查猪场的规模	(117)
三、生猪规模养殖场标准化改造的意愿分析	(118)
(一)生猪规模养殖场标准化改造的总体意愿	(118)
(二)不同区域规模养殖场的标准化改造意愿	(118)
(三)不同规模养殖场的标准化改造意愿	(120)
(四)不同养殖区域标准化改造的自主配套投资意愿	(122)
(五)不同养殖规模标准化改造的自主配套投资意愿	(122)
四、生猪规模养殖场标准化改造的方向	(123)
第五章 畜禽粪便污染治理的主要方式	(125)
一、粪肥还田	(125)
(一)自然处理	(125)
(二)堆肥处理	(128)
(三)有机肥加工	(130)
二、沼气处理	(132)
(一)沼气的生成条件	(132)
(二)沼气的生成过程	(135)
(三)沼气生产的工艺流程	(136)
(四)沼气工程的好氧厌氧联合处理	(139)
三、发酵床养殖	(140)
(一)发酵床垫料的选择	(141)

(二)发酵床养猪的密度	(141)
(三)发酵床垫料的制作比例	(141)
(四)发酵床养殖的后期维护与管理	(142)
第六章 不同畜禽粪便污染治理方式的环境成本控制	(144)
一、粪肥还田对畜禽粪便污染的环境成本控制	(144)
(一)评估方法	(144)
(二)环境成本控制效果	(145)
二、沼气处理对畜禽粪便污染的环境成本控制	(146)
(一)评估方法	(147)
(二)环境成本控制效果	(151)
三、发酵床养殖对畜禽粪便污染的环境成本控制	(154)
(一)评估方法	(154)
(二)环境成本控制效果	(156)
第七章 不同畜禽粪便污染治理方式的区域适宜性	(159)
一、粪肥还田的区域适宜性	(159)
(一)评价方法	(159)
(二)作物养分需求量	(161)
(三)农地畜禽粪便承载力	(162)
(四)粪肥还田的区域适宜性	(163)
(五)现实最高产量下的畜禽粪便氮素需求量	(165)
(六)有机无机氮肥合理搭配下的畜禽粪便氮素需求量	(166)
二、沼气的区域适宜性	(168)
(一)评价方法	(168)
(二)评价指标	(170)
(三)数据来源	(173)
(四)畜禽粪便沼气的区域适宜性	(175)
三、发酵床养殖的区域适宜性	(179)
(一)评价方法	(179)
(二)数据来源	(181)
(三)发酵床养殖的区域适宜性	(181)
参考文献	(185)
后记	(199)

第一章 绪论

一、畜禽粪便污染物的产生量

随着畜禽养殖规模的不断扩大,生产集约化程度的不断提高,畜禽排放粪便带来的污染越来越严重,特别是一些生产者为提高畜禽生产性能,大量使用微量元素、抗生素及其他药物和添加剂,增加了污染物种类及其对生态环境的危害。由于规模养殖场未能对畜禽粪便进行有效处理和利用,并随意堆放,给生态环境和畜禽生产造成了严重影响。20世纪60年代,日本就发生了严重的“畜产公害事件”,畜禽粪便污染成为社会“公害”问题。随后,欧美畜禽养殖业发达国家,也发生了不同程度的畜禽养殖污染危机,并引发了一系列社会问题。20世纪90年代初,以农药、化肥污染和畜禽粪便污染为主要污染源发生在杭州湾的污染事件,首次敲响了我 国畜禽粪便污染环境的警钟。而且,畜禽粪便污染比重正呈加重发展趋势,其污染负荷将超过农业化肥、工业污染、生活污染,成为我国非常严重的环境问题之一。

(一)畜禽养殖场粪便污染物的产生量

畜禽粪便排放量的研究方法主要有四种:一是以不同畜禽粪尿排放量之和作为总排放量,二是根据畜禽吸入养分等于生长吸收的养分与排出养分之和计算粪便排放量,三是按区域不同种类畜禽粪便日排泄量与饲养期之积作为其年排放量,四是根据畜禽粪便干物质量等于畜禽出栏量与体重和料肉比的积进行计算。通常主要是采用第二种方法进行估算。国家环保总局和一些学者还对畜禽粪便排泄系数进行了测定,国家环保总局测定的畜禽粪便年排泄

系数见表 1-1, 畜禽粪便中污染物的浓度见表 1-2, 每只畜禽一年中污染物的排泄量见表 1-3。

表 1-1 畜禽粪便排泄系数

项目	猪	牛	羊	鸡	鸭
粪(kg/d)	2.0	20.0	2.6	0.12	0.13
粪(kg/a)	398.0	7300.0	950.0	25.2	27.3
尿(kg/d)	3.3	10.0	未计	—	—
尿(kg/a)	656.7	3650	未计	—	—
饲养周期(d)	199	365	365	210	210

表 1-2 畜禽粪便中污染物平均含量

kg/t

项 目		COD	BOD	NH ₃ -N	TP	TN
牛	粪	31.0	24.53	1.71	1.18	4.37
	尿	6.0	4.0	3.47	0.40	8.0
猪	粪	52.0	57.03	3.08	3.41	5.88
	尿	9.0	5.0	1.43	0.52	3.3
羊	粪	4.63	4.10	0.80	2.60	7.5
	尿	未计	未计	未计	1.96	14.0
鸡粪		45.0	47.87	4.78	5.37	9.84
鸭粪		46.3	30.0	0.80	6.20	11.00

表 1-3 每头(只)畜禽每年排泄粪便中污染物含量

kg/a

项 目	牛		猪		羊粪	家禽粪
	粪	尿	粪	尿		
COD	226.30	21.90	20.70	5.91	4.40	1.165
BOD	179.07	14.60	22.70	3.28	2.70	1.015
NH ₃ -N	12.48	12.67	1.23	0.84	0.57	0.125
TP	8.61	1.46	1.36	0.34	0.45	0.115
TN	31.90	29.20	2.34	2.17	2.28	0.275

注:家禽粪为鸡粪、鸭粪量的平均值。

当然, 畜禽粪尿排放量还与动物种类、性别、生长期、饲料、天气条件、管理水平等因素有关。不同的资料给出的排泄量差别较大, 含水率则差别更大。表 1-4 中为主要畜禽的排泄量, 不同的畜禽场应根据实际情况, 以实际测量

为准。

表 1-4 不同畜禽不同养殖阶段的粪便日排泄量

序 号	类 别	日排粪量 (kg/头、只)	序 号	类 别	日排粪量 (kg/头、只)
1	公猪	2.0~3.0	12	后备鸡(0~140 日龄)	0.072
2	空怀母猪	2.0~2.5	13	产蛋鸡	0.125~0.135
3	哺乳母猪	2.5~4.2	14	肉仔鸡	0.105
4	断奶仔猪	0.7	15	泌乳奶牛(28 月龄以上)	30~50
5	后备猪	2.1~2.8	16	青年奶牛(9~28 月龄)	20~35
6	生长猪	1.3	17	育成奶牛(7~18 月龄)	10~20
7	育肥猪	2.2	18	犊牛(0~6 月龄)	3~7
8	羊	2	19	24 月龄以上肉牛	20~25
9	肉鸭	0.1	20	24 月龄以下肉牛	15~20
10	种鸭	0.17	21	驴、马、骡子	10
11	兔	0.15			

从畜禽粪尿总量排放量分析,粪尿排放总量大小还取决于畜禽养殖量、单头日排放量和饲养期。在估算各种畜禽平均饲养时间长度时,存栏头数的饲养期按全年计算;出栏头数的饲养期根据不同区域、不同种类畜禽的实际饲养期确定其存栏畜禽饲养期。以湖南为例,生猪平均饲养期一般为 180 d,家禽一般为 80 d,羊一般为 180 d,因此这部分畜禽的饲养数量就是当年的出栏数。牛的饲养期一般较长,当年出栏的较少,按 365 d 计算,故牛只计存栏数。所以,本文将湖南省畜禽粪便的排泄系数参照国家环保总局的测定值结合湖南省不同畜禽的饲养周期进行修正,修正后的排泄系数见表 1-5。

表 1-5 湖南省畜禽粪便排泄系数

排泄物	日排泄系数(g/头)				年排泄系数(kg/头)			
	猪	牛	羊	家禽	猪	牛	羊	家禽
粪	2210	20000	2600	478	398	7300	468	38.2
尿	3640	10000	-	-	656	3650	-	-
BOD ₅	144	529	7.3	18.5	25.9	193	1.3	1.5
COD	148	678	12	21.2	26.6	247	2.2	1.7
NH ₃ -N	11.5	69	1.6	2.2	2.1	25	0.3	0.2
TN	22.7	167.4	6.3	1.3	4.1	61.1	1.1	0.2
TP	8.5	27.6	1.2	0.6	1.5	10.1	0.2	0.1

(二) 畜禽养殖场污水的产生量

畜禽养殖场产生的污水量因动物种类、养殖场性质、饲养管理工艺、气候、季节等情况的不同会有很大差别。如肉牛场污水量比奶牛场少;鸡场的污水量比猪场少;采用乳头式饮水器的鸡场比水槽自流饮水的污水量少;各种情况相同的养殖场,南方污水比北方污水量大。同一牧场夏季比冬季污水量大等。采用水冲或水泡粪工艺比干清粪工艺的污水量大且有机物浓度高。畜禽需水量直接决定着污水量。正常情况下,畜禽需水量见表 1-6。

表 1-6 畜禽需水量

种类		每天需水量 (L/头或只)
牛	成年母牛	80
	公牛	50
	2 岁以前的青年牛	30
	6 月龄以前犊牛	20
羊	成年羊	10
	1 岁以前小羊	3
猪	种公猪,成年母猪	25
	带仔母猪	60
	4 月龄以上的幼猪及肥育猪	15
	断奶仔猪	5
鸡		1

注:表中用水量标准包括家畜饮水、冲洗畜舍、畜栏、挤奶桶、冷却牛奶,调制饲料等用水。

各养殖场因生产方式和管理水平不同,用水量和排水量均存在较大差异。以猪场为例,传统养猪场(万头)1 年需水量为 2.9 万~3.7 万 m^3 ,而国外规模化万头猪场 1 年需水量为 7.3 万 m^3 。由此可知万头规模猪场比传统养猪多用水 4 万 m^3 。而且养猪场废水产生量及性质因采用不同的猪舍结构、地板结构、冲洗方式以及生产规模而有所不同。

不同的猪舍结构与猪场废水量产生及性质关系。传统式的猪舍大部分采用单列式,同时猪舍设有运动场或设在鱼塘边。通常情况下,现代化万头猪场每天排水量为 150 m^3 左右。传统式猪舍附近设运动场,猪活动时大部分粪便落在运动场内,可定期清除,减少废水的污染物浓度。据测试,传统式猪舍所产生的废水污染物浓度比工厂化猪舍低 40%~50%。

猪舍冲洗方式与猪场废水产生量及废水性质的关系。传统式的猪舍(或农户养猪)采用人工定时冲洗的方式。在冲洗前先清扫猪的粪便,然后再用水冲洗,其用水量和产生的废水量大大减少。工厂化养猪舍利用水压把粪便冲出猪舍,往往需要大量的水。

猪舍地板与猪场废水产生量的关系。工厂化养猪的猪舍大部分采用漏缝地板,猪生活在漏缝地板上,排泄的粪便由脚踩踏,落入水沟,再用大量的水冲走。据调查,有些工厂化养猪舍设计的自动定时冲水,每天冲水量高达 300 m^3 。

由此可见,猪场产生的废水量主要与冲洗方式有很大的关系。北京市环境保护科学研究院经过调研与实测,提出了规模化畜禽养殖场的单位用水系数和废水产生系数(表 1-7)。

表 1-7 规模化畜禽养殖场的单位用水系数和废水产生系数 $\text{kg/头(只)} \cdot \text{d}$

养殖种类	清粪方式	单位用水系数	单位废水产生系数
猪	水冲粪	25	18
	干捡粪	15	7.5
肉牛	干捡粪	40	20
奶牛	干捡粪	80	48
蛋鸡	水冲粪	1	0.7
蛋鸡和肉鸡	干捡粪	0.5	0.25
鸭	饮水槽	1.5	1.5

由于养殖场养殖种类不同、清粪方式不同、用水量不同,故其污水中污染物浓度会有很大差异。一般情况下的污水水质可参考表 1-8 及表 1-9。

表 1-8 养殖场污水成分

污水类别	pH 值	SS (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	COD _{Cr} (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	细菌总数 (个/L)	寄生虫卵 (mg/L)
猪场	7.5~8.1	5000~12000	2000~6000	5000~10000	100~600	105~107	5~7
牛场	7.2	19000~60000	3000~8000	6000~25000	300~1400	107	10~20
生活污水	8.1	211.8	67.7	320.1	—	1.6×10^6	—

由表 1-8 可见,尽管各养殖场废水中的污染物浓度差异很大,但从总体趋势可以看出废水中的污染物浓度与养殖场的清粪方式关系十分密切。以养猪场为例,采用干捡粪方式的养殖场废水,比水冲粪方式养殖场废水中的 COD_{Cr}

表 1-9 各类养殖场废水中污染物浓度和 pH 值

mg/L

养殖种类	清粪方式	COD _{Cr}	NH ₃ -N	TN	TP	pH 值
猪	水冲粪	15600~46800 平均 21600	127~1780 平均 590	141~1970 平均 805	32.1~293 平均 127	6.30~7.50
	干捡粪	2 510~2770 平均 2640	234~288 平均 261	317~423 平均 370	34.7~52.4 平均 43.5	
肉牛	干捡粪	887	22.1	41.1	5.33	7.10~7.51
奶牛	干捡粪	918~1050 平均 983	41.6~60.4 平均 51	57.4~78.2 平均 67.8	16.3~20.4 平均 18.6	
蛋鸡	水冲粪	2740~10500 平均 6060	70.0~601 平均 261	97.5~748 平均 342	13.2~59.4 平均 31.4	6.53~8.49
鸭	干捡粪	27	1.85	4.70	0.139	7.39

浓度的平均值约低一个数量级,其他指标也相差 3~6 倍。

(三) 畜禽养殖场废气的产生量

畜禽舍散发的臭气主要来自含蛋白质废弃物的厌氧分解,这些废弃物包括畜禽粪尿、皮肤、毛、饲料和垫料,而大部分臭气是由粪尿厌氧分解产生。畜禽排泄物中的有机物主要由碳水化合物和含氮化合物组成,在一定条件下,这些粪便发酵以及含硫蛋白分解产生大量氨气和硫化氢等臭味气体。碳水化合物转化成挥发性脂肪酸、醇类及二氧化碳等,这些物质略带臭味和酸味;含氮化合物转化生成氨、乙烯醇、二甲基硫醚、硫化氢、三甲胺等,这些气体有的具有腐败洋葱臭,有的具有腐败的蛋臭、鱼臭等。这些具有不同臭味的气体混合在一起,就是人们常说的恶臭。

恶臭的成分复杂,现已鉴定出的恶臭成分在牛粪尿中有 94 种,猪粪尿中有 230 种,鸡粪中有 150 种。这些恶臭成分可分为挥发性脂肪酸、醇类、酚类、酸类、醛类、酮类、胺类、硫醇类,以及含氮杂环化合物等 9 类有机化合物和氨、硫化氢两种无机物。按臭气阈值大小排列,畜粪中最臭的 10 种化合物依次是:甲硫醇、2-丙硫醇、2-丙烯-1-硫醇、2,3-丁二酮、苯乙酸、乙硫醇、4-甲基酚、硫化氢和 1-辛烯-3-酮。文献表明,挥发性脂肪酸、吡啶、丁二酮和氨浓度较高,而它们的阈值又较低,因此可能是畜禽场内较为主要的臭味化合物。目前,常用氨、硫化氢浓度来表示畜舍的臭气含量。氨是含氮有机物分解产生,硫化氢是含硫有机物分解而来,二者都和饲料中蛋白质含量及其消化率有关。