

河南省规模化养殖发展中的耕地污染负荷及风险评价

——以河南省长垣县为例

牛俊玲¹, 秦 莉², 郑宾国¹, 姜灵彦¹

(1. 郑州航空工业管理学院资源与环境研究所, 河南 郑州 450015; 2. 农业部环境保护科研监测所, 天津 300191)

摘 要:以位于黄河中下游的河南省长垣县作为研究区域,结合当地规模化养殖小区的畜禽饲养量、排污量以及作物需肥量,对畜禽粪便的耕地最大污染负荷量进行了估算,并与当地畜禽粪便的实际负荷量进行比较,对现有养殖规模条件下的环境风险进行了评价。结果表明,2006 年该县仅规模化畜禽养殖全年产生的粪尿合计 13.5 万 t,采用耕地畜禽粪便负荷预警值对畜禽养殖污染进行评价的结果是除张三寨乡和丁栾镇以外,该县其他各乡镇都已受到畜禽粪便一定程度的污染。从耕地环境保护角度来看,总体上该县规模化养殖还有一定的发展空间,但要合理规划,以降低环境风险。今后应该以区域环境污染负荷为基础,建立健全区域环境风险评价及预警机制,以此为依据来发展规模化养殖。

关键词:规模化养殖; 畜禽粪便; 污染负荷; 风险评价

中图分类号:X820.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-2043(2008)05-2105-04

Waste Load of Farmland and Risk Assessment for the Development of Scale Breeding in Henan Province

NIU Jun-ling¹, QIN Li², ZHENG Bin-guo¹, JIANG Ling-yan¹

(1. Institute of Resources and Environmental Science, Zhengzhou Institute of Aeronautical Industry Management, Zhengzhou 450015, China; 2. Agro-Environmental Protection Institute of MOA, Tianjin 300191, China)

Abstract: For the purpose of environment protection and reasonable development of scale breeding, Changyuan county in Henan Province, which is situated by the middle and lower reaches of Huanghe River, was taken to be studied. In this paper, the maximum waste loading of farmland was estimated through the breeding numbers, respective excretive coefficients, and the crop fertilizer. By comparing the actual load of livestock manure with the maximum admissible load, environmental risk of actual breeding scale in each community was evaluated. The results showed that there were 1.35×10^5 tons livestock manure from scale breeding in 2006. The assessment for breeding pollution was gone with the pre-warning value, and the result showed that most communities in the county were polluted on some certain except the towns of Zhangsanzhai and Dingluan. There were certain developing spaces for scale breeding in the county, but should plan reasonably for reducing the environmental risk. For the future, environment risk assessment and the pre-warning mechanism, which was as the basis to develop the scale breeding, should be established based on the waste load of district environment.

Keywords: scale breeding; livestock manure; waste loading; risk assessment

改革开放以来,我国农村的发展速度很快,农村的生活水平大幅提高,农村城市化现象随处可见。但是,在经济发展的同时,也造成一系列严重的环境污染问题,其中以畜禽粪便对农村环境的面源污染最为严重。畜禽粪便是一个巨大的环境污染源,同时也是

收稿日期: 2008-03-03

基金项目: 河南省社科规划项目(2006FZH005); 农业部“948”项目(2006-G62)

作者简介: 牛俊玲(1972—),女,山西平顺人,博士,副教授,主要从事固体废物处理与资源化研究。E-mail: niujl72@163.com

年产生畜禽粪便都超过 20 亿 t,是我国工业固体废物产生量的 2.4 倍左右,部分地区甚至超过 4 倍。畜禽粪便化学耗氧量的排放量已达到 9 118 万 t,远远超过工业废水和生活废水的排放量^[1]。畜禽粪便中含有的氮和磷的量分别为 1 597 万 t 和 363 万 t,相当于我国同期化肥用量的 78.9%和 57.4%。由于不同地区的经济发展水平不同,其畜禽养殖业的发展状况也存在着很大的差异,各地对畜禽粪便的土地消纳能力也不同。集约化养殖业的盲目发展,导致一些地方的养殖总量已经超过当地土地负荷警戒值,造成了大量的畜禽粪便不能得到有效利用,资源浪费的同时,对环

境造成严重污染。

国内外学者已从粪便的存储和处理,粪肥归田对水质的影响,养殖场管理,畜禽养殖污染防治,粪肥归田最佳管理措施等方面广泛展开了研究^[2,3]。为了合理控制地区养殖规模,国内有些学者提出将单位面积畜禽粪便负荷量指标作为畜禽养殖环境风险评价标准,但计算此指标的参数不统一,造成评价结果不同。如国家环境保护总局采用各种畜禽粪便的总和累加后除以当地耕地面积求得单位面积畜禽粪便负荷量^[4]。王晓燕等以土壤-植物营养学原理和科学施肥理论为指导,根据作物所需畜禽粪尿肥的最大量,估算了密云县各乡镇耕地的畜禽粪便最大负荷量,对各乡镇畜禽养殖规模进行了潜在环境风险评价^[5]。而上海市农业科学院环境科学研究所采用猪粪当量负荷及有效耕地面积对上海市郊各乡农田畜禽粪便负荷量进行了全面统计;在此基础上,还综合考虑市郊各地农田畜禽粪便有机肥可消纳量,对市郊畜禽粪便负荷量承受程度进行了警报与分级^[6,7]。而且从区域污染控制的角度来看,为了合理控制地区的养殖规模,有必要对农村区域的土壤环境容量进行估算,给出已有畜禽粪便的最佳排放量及未来可能新增排放量的最优布局方案,以便于进行畜禽养殖环境风险评价和污染控制管理,同时为新农村建设进程中环保及经济发展总体规划的制定提供科学依据。

本文以位于黄河中下游的河南省长垣县作为研究区域,通过求算各规模化养殖厂所在地畜禽粪便的最大土地负荷量,对现有畜禽粪便排放量的环境风险进行了评价,以期为该区域的规模畜禽养殖业的健康发展和污染控制管理提供参考。

1 畜禽饲养和畜禽粪便的产生量

1.1 畜禽饲养情况

长垣县位于河南省东北部,隶属新乡市,地处豫北平原,东靠黄河,黄河大堤连接太行堤呈东北-西南走向贯穿全境,将全县自然分为两部分:堤东为黄河滩区,堤西为黄河冲积平原。全县地势平坦,少有缓坡,且土层深厚,土质较好,农用价值较高,是河南省主要的绿色食品生产基地。近年来,该县养殖业规模化趋势十分明显,随着乡镇企业的发展和大量劳动力外出务工,畜禽散养户越来越少,规模化养殖的畜禽饲养量占总量的比重相当高,达到 98%左右。到 2006 年底,共有 3 个规模化奶牛养殖小区,6 个规模化养猪小区,4 个规模化蛋鸡养殖小区,其分布情况见表 1。

表 1 2006 年长垣县畜禽养殖情况		
Table 1 Number of domestic animals raised in 2006 in Changyuan county		
小区分类	养殖小区名称	存栏数/头或羽
奶牛养殖小区	豫牛奶牛小区	600
	普园奶牛小区	310
	孔村奶牛小区	100
	杨小占养猪小区	32 500
	寺谷养猪小区	8 000
猪养殖小区	北辛兴养猪小区	24 000
	黄相如种猪场	15 000
	步占养猪小区	12 000
	富田畜牧业发展有限公司	39 500
	张三寨蛋鸡小区	31 000
蛋鸡养殖小区	常村镇马南蛋鸡小区	40 000
	丁栾吴庄蛋鸡小区	30 000
	张三寨临河蛋鸡小区	39 000

1.2 畜禽粪便污染物产生量估算

畜禽粪便污染不仅是畜牧业发达国家和地区面临的严重问题,也是畜牧业规模化发展中地区应重点关注的环境问题。为估算方便,将不同生长期、不同种类的禽畜,转换为已知排泄系数动物的相应量,进行畜禽粪尿产生量推算。畜禽粪便污染物排泄系数参考刘培芳等推算的畜禽粪便日排泄系数,黄淮流域生猪的生长期一般为 170 d, 畜禽粪便污染物年排泄系数如表 2 所示^[8]。根据全年畜禽饲养总量、畜禽粪尿及其污染物年排泄系数得出该县畜禽粪便污染物的年产生量,通过计算可知,2006 年该县仅规模化畜禽养殖全年产生的粪尿合计 13.5 万 t。

表 2 畜禽粪便污染物年排泄系数(kg·头 ⁻¹ ·a ⁻¹)			
Table 2 Annual waste discharge rate of various domestic animals			
污染物	生猪	蛋禽	牛
粪	374.00	27.38	10 950.00
尿	493.00	—	6 570.00
BOD ₅	34.51	2.46	293.83
COD _{Cr}	45.22	1.64	401.50
氨氮	6.38	0.33	4.38

2 畜禽粪便污染物负荷

长垣县土壤碱解氮含量平均为 89.55 mg·kg⁻¹,土壤速效磷含量平均为 25.73 mg·kg⁻¹,近十多年由于氮素化肥投入的大量增加,使土壤全氮储备大幅度提高,一方面为粮食产量的提高奠定了肥力基础,另一方面也造成了严重的区域面源污染。由于土壤氮素含量是农田人为控制程度较高的土壤肥力因素,同时也是造成面源污染的主要元素,所以,本文以畜禽粪便

供氮量为基准,进行耕地畜禽粪便最大负荷量的计算。采用耕地畜禽粪便负荷量这一量化指标还可以间接衡量当地畜禽饲养密度及畜禽养殖业布局的合理性^[9]。

耕地畜禽粪便最大氮负荷量和实际氮负荷量的计算参考王晓燕等的方法^[5]。首先假设作物生长所需氮主要来自土壤、人粪尿和畜禽粪便,先忽略该区化肥的施用量,来计算作物所需的最大畜禽粪便供氮量。计算公式为:

$$M_{\max}=\gamma_{\text{总}}N_{\text{s}}-N_{\text{p}}$$

(1)

式中: $M_{\max}$ 为畜禽粪便最大供氮量,t; $\gamma_{\text{总}}$ 为作物对氮的需求总量,t; N_{s} 为土壤供氮量,t; N_{p} 为人粪尿供氮量,t。

作物对氮需求的总量是指所有作物达到目标产量对氮需求量的总和,该流域种植业以粮食作物为主,粮食作物主要包括冬小麦、玉米、水稻和棉花;油料作物主要包括花生和芝麻;果树种类包括苹果、梨、葡萄等;蔬菜种类有大白菜、油菜、菠菜、番茄、茄子、甜椒、冬瓜、黄瓜、大蒜、韭菜等。本研究仅以经验值对作物需氮总量进行求算,土壤供氮量大约占作物所吸收养分的 1/3,人粪尿供氮量通过实际人口数量、粪便收集率、存储损失率及粪便利用率计算得到。

畜禽粪便最大负荷量是指单位种植面积内作物所需畜禽粪便最大供氮量。这个指标既满足作物达到目标产量时对氮养分的需求,又规定了耕地承受畜禽粪便的最大限度值^[10,11],其计算公式为:

$$L_{\max}=M_{\max}/S$$

(2)

式中: $L_{\max}$ 为单位面积耕地畜禽粪便最大氮负荷量,t·hm⁻²; $M_{\max}$ 为作物所需畜禽粪便最大供氮量,t; S 为耕地总面积,hm²。

然后,以 1 头标准成年牛 1 a 排放的粪尿所供给农作物吸收的氮量为换算标准,即 1 标准牛当量;算出其他畜禽粪尿供氮量与 1 标准牛供氮量的比值,即为相应的畜禽粪尿供氮当量的转化系数,进一步算得畜禽粪便供氮当量^[5,12]。最后求出单位面积畜禽粪便负荷量,其计算公式为:

$$L_{\text{R}}=\sum_{k=1}^n M_k/S$$

(3)

式中: L_{R} 为单位面积耕地畜禽粪便实际氮负荷量,t·hm⁻²; M_k 为畜禽(k)年排放粪尿的供氮量,t; n 为畜禽类别总数; S 为当年耕地总面积,hm²。

各规模化养殖小区所在乡镇耕地畜禽粪便最大负荷量和实际负荷量计算结果见表 3。

从表 3 可以看出,蒲东区和赵堤镇畜禽粪便最大

表 3 各规模化养殖小区所在乡镇耕地畜禽粪便最大负荷量和实际负荷量

Table 3 Farmland peak loads and actual loads of livestock manure of various communities

所在乡镇	养殖小区名称	$\gamma_{\text{总}}/\text{t}$	N/t	N_{p}/t	$L_{\max}/\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}$	$L_{\text{R}}/\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}$
常村镇	普园奶牛小区	1 457.4	485.8	85.3	0.089	0.151
	常村镇马南蛋鸡小区					
	富田畜牧业发展有限公司					
孟岗乡	孔村奶牛小区	1 255.3	418.4	69.6	0.136	0.190
	北辛兴养猪小区					
	步占养猪小区					
南蒲区	寺谷养猪小区	730.7	243.6	35.5	0.078	0.107
	黄如相种猪场					
张三寨乡	张三寨蛋鸡小区	873.8	291.3	42.2	0.092	0.044
	张三寨临河蛋鸡小区					
蒲东区	豫牛奶牛小区	1 205.7	401.9	82.9	0.184	0.153
丁栾镇	丁栾吴庄蛋鸡小区	1 197.5	465.8	95.3	0.100	0.017
赵堤镇	杨小占养猪小区	1 185.2	395.1	76.5	0.160	0.196

注: $\gamma_{\text{总}}$:作物对氮的需求总量; N_{s} :土壤供氮量; N_{p} :人粪尿供氮量; $L_{\max}$:单位面积耕地畜禽粪便最大氮负荷量; L_{R} :单位面积耕地畜禽粪便实际氮负荷量。

负荷值较高,其次是孟岗乡、丁栾镇、张三寨乡,再次是常村镇和南蒲区。

3 畜禽粪便环境风险评价

畜禽粪便的环境风险评价与多种因素有关,例如畜禽养殖场及农田与水体的距离,流域水土流失的程度,对粪肥的处理、储存以及施用的时间、方法和数量等。本文采用耕地畜禽粪便负荷预警值对畜禽养殖污染进行评价。该预警值是指耕地畜禽粪便实际负荷量与畜禽粪便最大负荷量的比值,可以说明各地所承受畜禽粪便的实际压力是否超载,是否会给当地环境带来潜在的污染威胁^[5]。即耕地畜禽粪便负荷预警值 $A=L_{\text{R}}/L_{\max}$ 。对该县规模化养殖小区所在的乡镇分别进行预警值 A 的求算,结果见表 4。从表 4 可以看出,在 2006 年规模化养殖条件下,该县范围内除张三寨乡和丁栾镇以外,该县其他各乡镇都已受到畜禽粪便一定程度的污染。从耕地环境保护角度来看,总体上该县规模化养殖还有一定的发展空间,但要合理规划,以降低环境风险。本研究只针对该县范围内规模化养殖小区畜禽粪便的耕地负荷,未考虑散养户。

随着新农村建设的步步深入,农村产业化结构不断完善,畜禽散养在我国中部农村养殖业中的比例越来越少,规模化养殖已成为主流,随着河南省肉类加工产业的蓬勃发展,养殖量也持续增加,畜禽粪便的资源化利用与环境污染也成为备受关注的热点环境

表 4 各乡镇耕地畜禽粪便负荷预警值 A 及预警级别
Table 4 Environmental risk value(A)and risk level of
manure load of farmland

所在乡镇	预警值 A	预警级别
常村镇	1.70	Ⅲ
孟岗乡	1.40	Ⅱ
南蒲区	1.37	Ⅱ
张三寨乡	0.48	I
蒲东区	0.83	Ⅱ
丁栾镇	0.17	I
赵堤镇	1.2	Ⅱ

注: A≤0.7, 为Ⅰ类, 无污染; 0.7<A≤1.6, 为Ⅱ类, 稍有污染; 1.6<A≤2.4, 为Ⅲ类, 有污染; 2.4<A≤3.6, 为Ⅳ类, 污染较严重; 3.6<A≤5.9, 为Ⅴ类, 污染严重; A>5.9, 为Ⅵ类, 污染很严重。

问题。畜禽粪便作为一种半固态物质, 运输极为不便, 如果不经处理直接土地利用, 则仅限于周边地区施用, 将会给环境造成极大的负担。所以在发展规模化养殖的同时, 一方面应该因地制宜, 以区域环境污染负荷为基础, 建立健全环境风险评价及预警机制, 以此为依据来发展养殖, 另一方面要同步发展畜禽粪便的资源化产业, 生产便于运输存贮的高附加值有机肥, 既增加收入, 又能降低当地的环境污染风险。

4 结论

(1)各规模化养殖小区所在乡镇的耕地最大畜禽粪便负荷量估算结果表明, 蒲东区和赵堤镇消纳畜禽粪便的能力较强, 其次是孟岗乡、丁栾镇、张三寨乡, 再次是常村镇和南蒲区。畜禽粪便最大负荷当量可以作为当地养殖总规模最大值的控制指标。

(2)不考虑散养户, 仅从规模化养殖现状来进行评价, 该县范围内除张三寨乡和丁栾镇以外, 该县其他各乡镇都已受到畜禽粪便一定程度的污染。从耕地环境保护角度来看, 总体上该县规模化养殖还有一定的发展空间, 但已存在环境风险。

(3)河南作为中国的粮食主产区之一, 在我国的国民经济中处于举足轻重的地位, 在本地区经济、社会、生态追求持续发展的过程中, 应特别重视防治畜牧业对环境的污染。应基于区域的环境污染负荷, 建立健全环境风险评价及预警机制, 以此为依据来发展规模化养殖。进一步树立可持续农业的思想, 发展生态型畜牧养殖业, 促进生态环境的良好循环。

参考文献:

[1] 江希流, 华小梅, 张胜田. 我国畜禽养殖业的环境污染状况、存在问题与防治建议[J]. 环境整治, 2007, 24(4): 61-64.
JIANG Xi-liu, HUA Xiao-mei, ZHANG Sheng-tian. Advice of preven-

tion and cure, existing problem, and environmental polluting condition from livestock breeding in China[J]. *Environment Control*, 2007, 24(4): 61-64.

[2] 汪清平, 王晓燕. 畜禽养殖污染及其控制[J]. 首都师范大学学报(自然科学版), 2003, 24(2): 96-101.
WANG Qing-ping, WANG Xiao-yan. Pollution from livestock and poultry and its management practices[J]. *Journal of Capital Normal University*, 2003, 24(2): 96-101.

[3] Philips P A, Culley J L B, Hore F R, et al. Pollution potential and corn yields from selected rates and timings of liquid manure applications[J]. *Trans ASAE*, 1981, 24(1): 139-144.

[4] 国家环境保护总局自然生态保护司. 全国规模化畜禽养殖业污染情况调查及防治对策[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002. 1-95.
Department of Nature Ecological Protection in Ministry of Environment Protection of the People's Republic of China. Countermeasure of prevention and cure and investigation of scale livestock breeding in China[M]. Beijing: China Environmental Science Press, 2002. 1-95.

[5] 王晓燕, 汪清平. 北京市密云县耕地畜禽粪便负荷估算及风险评价[J]. 农村生态环境, 2005, 21(1): 30-34.
WANG Xiao-yan, WANG Qing-ping. Livestock manure load of farmland in Miyun county and its environmental risk assessmen[J]. *Rural Eco-Environmen*, 2005, 21(1): 30-34.

[6] 沈根祥, 汪雅谷, 袁大伟. 上海市郊农田畜禽粪便负荷量及其警报与分级[J]. 上海农业学报, 1994, 10(增刊): 6-11.
SHEN Gen-yang, WANG Ya-gu, YUAN Da-wei. Loading amounts of animal feces and their alarming values and classification grades in Shanghai suburbs[J]. *Acta Agriculture Shanghai*, 1994, 10(Addition): 6-11.

[7] 丁疆华. 广州市畜禽粪便污染与防治对策[J]. 环境科学研究, 2000, 13(3): 57-59.
DING Jiang-hua. The pollution of poultry and animal feces and the countermeasures in Guangzhou[J]. *Research of Environmental Sciences*, 2000, 13(3): 57-59.

[8] 刘培芳, 陈振楼, 许世远, 等. 长江三角洲城郊畜禽粪便的污染负荷及其防治对策[J]. 长江流域资源与环境, 2002, 11(5): 456-460.
LIU Pei-fang, CHEN Zhen-lou, XU Shi-yuan, et al. Waste loading and treatment strategies on the excreta of domestic animals in the Yangtze Delta[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2002, 11(5): 456-460.

[9] 朱有为, 段丽丽. 浙江省畜牧业发展的生态环境问题及其控制对策[J]. 环境污染与防治, 1999, 21(1): 40-43.
ZHU You-wei, DUAN Li-li. On the environmental problems of stock raising development in Zhejiang province and its control countermeasures[J]. *Environmental Pollution & Control*, 1999, 21(1): 40-43.

[10] 朱兆良. 土壤氮素有效性指标与土壤供氮量的的预测[J]. 土壤, 1990, 22(4): 177-180.
ZHU Zhao-liang. Validity index of nitrogen in soil and the prediction of nitrogen quality from soil[J]. *Soil*, 1990, 22(4): 177-180.

[11] 鲁如坤. 土壤植物营养学原理和施肥[M]. 北京: 化学工业出版社, 1998. 54-59.
LU Ru-kun. Applying fertilizer and nutrition principle of plant and soil[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 1998. 54-59.

[12] 刘晓利, 许俊香, 王方浩, 等. 我国畜禽粪便中氮素养分资源及其分布状况[J]. 河北农业大学学报, 2005, 28(5): 27-32.
LIU Xiao-li, XU Jun-xiang, WANG Fang-hao, et al. The resource and distribution of nitrogen nutrient in animal excretion in China[J]. *Journal of Agricultural University of Hebei*, 2005, 28(5): 27-32.