

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2016.11.025

# 江津区畜禽养殖土地消纳风险及养殖容量核定<sup>①</sup>

肖艳平<sup>1</sup>, 周媛媛<sup>2</sup>, 杨志敏<sup>2</sup>, 陈清莉<sup>1</sup>, 聂剑峰<sup>1</sup>

1. 重庆市江津区环境监测分中心, 重庆 江津 402260; 2. 西南大学 资源环境学院, 重庆 400716

**摘要:** 依据“四清四治”系统畜禽养殖数据, 采用排泄系数法估算畜禽粪便量, 计算出江津区各镇街畜禽粪便耕地污染负荷, 并对各镇街畜禽粪便对耕地污染现状进行风险评价. 结果表明, 2013 年江津区畜禽粪便产生量为 14.66 万 t, 在保障 40% 有效耕地的前提下, 即使养殖粪污归还率为 100%, 江津区畜禽粪便土地消纳预警风险值为 0.11, 处于 I 级预警. 几江街道、鼎山街道、夏坝镇等养殖量与养殖负荷较高, 相应的环境问题应引起注意. 在保证耕地利用率 40% 时, 49.34 万猪当量/a 是江津区畜禽养殖容量红线.

**关键词:** 畜禽养殖; 土地消纳; 风险; 养殖容量

**中图分类号:** X592; X713

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1673-9868(2016)11-0161-06

近年来, 随着畜禽养殖产业快速发展, 大量畜禽废污未经有效处置排入环境系统, 导致了畜禽养殖污染日趋严重<sup>[1]</sup>. 一般来说, 通过简洁途径处理畜禽养殖污染物, 将畜禽粪便施入农田环境系统, 可以为农作物提供充足养分, 改良土质, 预防土壤板结等. 然而, 由于大量畜禽废污未经有效处置和利用, 过量施入环境系统, 在一定区域范围内将超过环境系统的有效承载能力, 导致环境污染问题日益突出, 如由畜禽养殖带来的土壤污染物积累效应明显加重, 水体抗生素和重金属污染也愈发严重<sup>[2-3]</sup>. 现有研究表明, 对畜禽养殖污染从养殖场布局、畜禽粪便处理和堆存、畜禽粪便进入环境对水质影响以及在污染防治对策和最佳有效管理措施等方面开展了大量研究, 研究结果表明, 畜禽养殖废污已经对生态环境构成威胁, 部分研究区域农田环境系统超出了对畜禽粪便的最大容纳量, 尤其是畜禽粪便施用量越大, 氮和磷的积累释放量就越大, 从而导致环境系统中氮磷含量过高<sup>[4-9]</sup>. 对于畜禽养殖存栏量较大的重庆市区域, 其畜禽粪便排放量及负荷量也在逐年增大, 对生态环境风险影响也尤为突出<sup>[10-11]</sup>. 因此, 为准确掌握重庆市城市发展新城区中江津区畜禽粪便对耕地区域承载实际情况和区域差异, 本研究结合江津区“四清四治”系统和实地调研数据, 系统分析了各镇街耕地对畜禽废污承载能力以及分布特征, 合理布局可有效降低局部地区畜禽粪便耕地承载压力及其环境风险, 以期对江津区畜禽养殖业的科学合理布局提供理论依据, 推动畜禽养殖业健康发展, 从源头保障江津区生态环境安全.

## 1 研究方法

### 1.1 信息采集区域和方法

本研究信息采集区域位于三峡库区尾端的重庆江津区, 以区内畜禽养殖场的生猪存栏当量 100 头为对象, 统计各类养殖污染源的存栏量、养殖方式、污染治理设施及其运行状况、有机肥生产等情况<sup>[12]</sup>.

### 1.2 信息采集参数

因受畜禽养殖品种、体重以及喂养饲料组成不同等因素影响, 畜禽粪便的排放系数存在较大差异. 本

① 收稿日期: 2015-02-07

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2010BAD03B03); 重庆市环境保护科技项目(2013CF301).

作者简介: 肖艳平(1983-), 女, 重庆奉节人, 硕士, 高级工程师, 主要从事环境管理与环境监测研究.

研究所采用畜禽粪便排放系数来源于几个具有代表研究的平均值<sup>[11-16]</sup>, 同时, 根据实际调研, 计算出重庆地区畜禽养殖参数结果如表 1 所示。

表 1 重庆地区畜禽养殖参数

畜禽	换算系数 (猪当量)	饲养周期/ d	日产粪便/ (kg/个·d)	日产尿污/ (kg/个·d)	粪便养分 猪当量	尿污养分 猪当量
猪	1.000	182	2.201	3.223	1.000	0.310
肉牛	5.979	365	20.747	11.199	0.589	0.999
羊	0.639	365	2.485	0.737	1.861	1.086
蛋鸡	0.024	365	0.123		1.894	
肉鸭	0.057	53	0.168	0	1.310	
肉鸡	0.023	57	0.144		3.872	
稀禽	0.023	165	0.031	0.006	3.872	
兔	0.032	88	0.199	0	1.604	4.796

### 1.3 风险确定方法

1) 首先根据粪便、尿污中的氮素质量分数, 换算成养分猪当量, 进而计算江津区畜禽养殖全年养分总当量  $W$ 。

2) 确定可还田面积. 在测算畜禽粪便土地消纳时, 有效耕地面积是一个非常重要的参数, 以下几方面需要扣减耕地消纳面积: ① 扣减禁养区耕地; ② 扣减耕地中的水田部分; ③ 扣减家庭散养需要占有的耕地; ④ 扣减远离养殖场太远的部分耕地. 通过调查, 目前养殖条件下, 重庆地区能够消纳畜禽粪肥的有效耕地面积一般取 40% 左右<sup>[9, 11]</sup>. 据此可确定江津区畜禽养殖粪污可消纳土地面积  $S$ 。

3) 计算实际畜禽承载量  $P=W/S$ 。

4) 计算土地消纳风险值: 风险值=实际畜禽承载量/理论承载量

理论承载量一般取  $45 \text{ t/hm}^2$  (相当于  $3000 \text{ kg/亩}$ )。

5) 确定土地消纳风险等级

按照上海市农科院对畜禽粪便承载量预警风险值分级标准, 采用畜禽粪便猪粪当量负荷与当地农田以猪粪当量计的有机肥理论最大适宜施用量相比, 即畜禽粪便负荷量承受程度的预警值( $r$ ), 其结果见表 2<sup>[7, 13]</sup>。

表 2 畜禽粪便承载量预警风险值分级

预警值 $r$	<0.4	0.4~0.7	0.7~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	>2.0
预警级别	I	II	III	IV	V	VI
农地风险状况	安全	稍有风险	有风险	风险较大	风险大	风险很大

## 2 结果与讨论

### 2.1 江津区畜禽养殖状况

江津区纳入“四清四治”系统的养殖场共有 495 个, 合计为 14.80 万猪养殖当量. 从养殖种类可以看出, 生猪和肉牛养殖比例分别 70.4% 和 12.3%, 成为主要养殖类型. 从养殖规模可以看出, 主要是小型养殖场, 其养殖比例为 48.8%. 从养殖区域可以看出, 适养区、限养区和禁养区的养殖比例分别为 73.9%, 15.3% 和 10.8%. 从养殖镇街看, 珞璜镇、白沙镇、吴滩镇、夏坝镇、德感街道等镇街养殖量超过万头猪当量。

根据表 1 畜禽养殖参数计算得出: 2013 年, 江津区畜禽养殖尿污产量为 14.80 万 t, 粪便量为 14.66 万 t, 而废污中的 COD 产生量为 1.65 万 t, 氨氮产生量为 0.28 万 t, 其中生猪排放量最多, COD 和氨氮所占比例达到 68.6% 和 85.7%. 其主要原因是由于畜禽养殖量和种类导致畜禽粪量大小差异, 以致不同区域养殖粪便产生总量和粪便养分总量受到养殖数量大小影响<sup>[4]</sup>. 猪和肉牛的粪便排放量占总排放量的比例高, 这两类畜禽养殖成为畜禽粪便污染治理重点, 结合各镇的土地消纳能力适当调整养殖种类和数量。

表 3 江津区畜禽粪便土地消纳预警风险值

粪污归还率/ %	耕地使用比例/%							
	100	90	80	70	60	50	40	30
100	0.05	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11	0.15
90	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.14
80	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.09	0.12
70	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.08	0.11
60	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09
50	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08
40	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06
30	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.05
20	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
10	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02

## 2.2 江津区畜禽养殖土地消纳风险

### 2.2.1 全区整体风险

江津区畜禽养殖总量为 14.80 万猪当量/a, 粪污总量为 29.46 万 t/a, 由表 1 可计算出, 全区畜禽粪污的总养分为 22.90 万猪当量/a. 为了合理有效控制养殖规模, 根据畜禽粪便承载量预警风险值分级标准, 采用预警风险值来间接表达各地畜禽粪便负荷量承受程度<sup>[7, 17]</sup>, 畜禽养殖环境风险评价标准以单位面积畜禽粪便负荷量指标, 江津区耕地面积为 115 040 hm<sup>2</sup>, 根据预警值, 参照表 2 畜禽粪便承载量预警风险值分级, 在保障 40% 有效耕地的前提下, 即使养殖粪污归还率为 100%, 畜禽粪便土地消纳预警风险值  $r$  仅为 0.11. 当畜禽粪便负荷量为当地畜禽粪便有机肥最大施用量 0.4 倍以下, 即预警值  $r < 0.4$  时, 该地区畜禽粪便可完全被农田环境所消纳和承受, 对环境不构成污染威胁<sup>[18]</sup>. 由表 3 可以看出, 江津区畜禽养殖粪便土地消纳能力处于安全水平.

### 2.2.2 镇街风险分布

将江津区各类畜禽排放的粪便、尿污转换为可以比较的养分猪当量, 然后对应表 1, 得出各镇街的畜禽养殖耕地承载风险等级(图 1). 几江街道预警值  $r$  为 1, 处于“风险较大”水平, 鼎山街道、夏坝镇预警值  $r$  ( $0.4 < r < 0.7$ ) 处于“稍有风险”水平, 其它镇街预警值  $r < 0.4$  均属于“安全”水平. 当预警值  $r$  的逐渐增大, 值超过 0.4 时, 农田系统对畜禽养殖粪便的可消纳量或承受程度超过容纳量, 对环境造成污染的威胁性就逐渐增大<sup>[14-20]</sup>.

由畜禽养殖污染总量和有效单位耕地面积的畜禽粪便污染量共同决定了畜禽养殖粪便对环境的污染状况. 在畜禽粪便排放总量较少而城郊耕地面积也较小, 但有效单位耕地面积的畜禽污染量也可能会增加, 如鼎山街道, 由于其有效耕地面积小, 畜禽养分当量仅为 7 568 t/a, 而其耕地承载量高达 30.75 t/hm<sup>2</sup> · a.

## 2.3 江津区畜禽养殖容量的确定与养殖布局调整

根据表 3, 在目前 14.80 万猪当量/a 地养殖负荷下, 40% 耕地利用的预警风险值为 0.11, 因此推算出预警风险值为 0.40 时, 最大养殖容量为 49.34 万猪当量/a, 此时土地消纳最安全. 49.34 万猪当量/a 是江津区畜禽养殖的容量红线, 必须严格守住.

根据《畜禽养殖污染防治条例》的相关规定, 禁养区内现有的各类畜禽养殖场全部关闭或搬迁, 完全实现禁养. 以耕地承载预警风险值取 0.4, 耕地利用比例取 40%, 可以确定各镇街的畜禽养殖规模见表, 由表可知, 除夏坝镇、吴滩镇需要削减养殖量外, 几江街道、鼎山街道、珞璜镇等禁养区养殖场全部关闭后, 都可适当地增加养殖量.

夏坝镇、吴滩镇可通过养殖场搬迁、养殖量削减、有机肥外销 3 种方案来减轻养殖负荷. 从畜禽产品供给、投资费用、可操作性方面对 3 种方案进行了综合比较(表 5), 采用有机肥外销, 更有利于减少本地耕地消纳负荷.

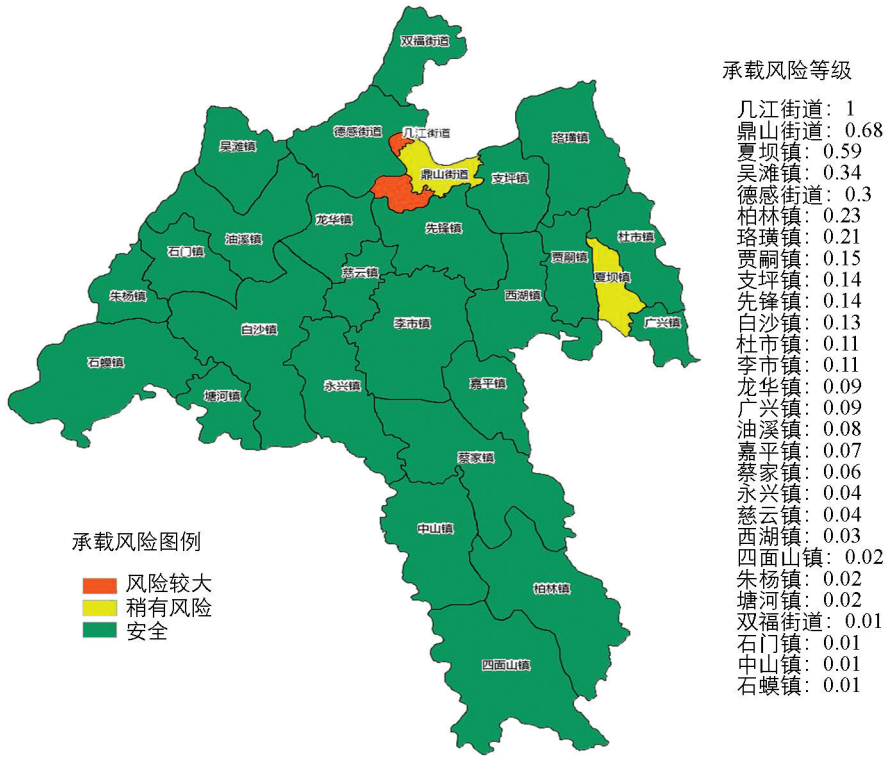


图 1 各镇街畜禽粪便土地消纳预警风险评估

表 4 根据耕地消纳容量确定的各镇街养殖规模(猪当量)

镇 街	养殖容量	实际养殖量	养殖增量	关闭养殖量	养殖调整量
夏坝镇	7 484	15 196	-7 712		-7 712
吴滩镇	14 161	15 078	-916		-916
几江街道	2 639	6 623	2 639	6 623	2 639
鼎山街道	2 639	5 759	2 640	5 759	2 640
广兴镇	6 883	1 399	5 484		5 484
双福街道	5 918	300	5 618		5 618
德感街道	12 094	11 542	552	5 166	5 718
支坪镇	10 542	4 470	6 072	620	6 692
塘河镇	8 357	416	7 941		7 941
柏林镇	13 482	4 531	8 952	198	9 150
慈云镇	11 056	1 451	9 606		9 606
贾嗣镇	16 604	6 778	9 825	269	10 094
朱杨镇	12 235	1 055	11 180		11 180
杜市镇	16 849	4 946	11 903		11 903
嘉平镇	14 410	2 436	11 974		11 974
龙华镇	15 650	4 006	11 644	996	12 640
四面山镇	13 482	424	13 059	100	13 159
先锋镇	18 457	8 118	10 338	3 032	13 370
中山镇	14 703	311	14 392		14 392
石门镇	17 854	574	17 279	574	17 853
永兴镇	22 004	2 619	19 385		19 385
珞璜镇	23 111	15 536	7 575	13 270	20 845
油溪镇	28 709	7 725	20 983	300	21 283
西湖镇	27 114	2 489	24 625		24 625
蔡家镇	28 843	3 363	25 479		25 479
李市镇	36 669	7 286	29 383		29 383
白沙镇	45 531	11 892	33 639	2 406	36 045
石蟆镇	45 904	1 693	44 211	139	44 350
合 计	493 383	148 015	345 368	39 452	384 820

表 5 畜禽养殖布局方案调整的特点

	养殖场搬迁	养殖量削减	有机肥外销
保障畜产品供给	可以保障	不能保障	可以保障
投资费用	较大	无	中等
操作难易程度	较难	容易	中等

### 3 建 议

1) 在社会发展对畜禽产品需求快速增长情况下, 导致畜禽废污排放量将增加, 因此, 为有效控制畜禽粪便污染物排放量, 促进畜禽养殖废污综合利用, 政府应倡导畜禽粪便循环利用, 实施畜禽粪便作为有机肥还田还土, 可以有效缓解局部地区的耕地承载力。

2) 合理制定畜禽养殖和污染防治规划, 从选址上达到生态环境脆弱区和饮用水源地卫生距离防护要求, 鼓励畜牧业发展向畜禽养殖密度较小的区域转移, 合理布设畜禽养殖业发展规模和区域化需求, 达到资源环境承载和需求养殖规模发展平衡, 实现有效保护生态环境。

### 4 结 论

1) 在保障 40% 有效耕地的前提下, 即使养殖粪污归还率为 100%, 江津区畜禽粪便土地消纳预警风险值仅为 0.11, 全区处于安全水平。几江街道、鼎山街道和夏坝镇畜禽粪便的污染负荷较高, 风险较大。

2) 在保证耕地利用率 40% 时, 49.34 万猪当量/a 是江津区畜禽养殖的容量红线, 必须严格守住。

3) 从畜禽养殖粪便污染的区域分布来看, 城郊地区由于耕地面积较少, 土地消纳能力有限, 畜禽粪便耕地承载量较大。同时, 夏坝镇和吴滩镇等养殖大镇耕地承载量也较大, 可适当削减养殖量或通过有机肥外销, 减少当地耕地消纳负荷, 有效降低局部地区畜禽粪便污染风险。

### 参考文献:

- [1] 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.
- [2] SMITH E G, CARD G, YOUNG D L. Effects of Market and Regulatory Changes on Livestock Manure Management in Southern Alberta [J]. Canadian Journal of Agricultural Economics, 2006, 54(2): 199—213.
- [3] DANIEL T C, SHARPLEY A N, EDWARDS D R, et al. Minimising Surface Water Eutrophication from Agriculture by Phosphorus Management [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 1994, 49(2): 30—38.
- [4] 段 勇, 张玉珍, 李延凤, 等. 闽江流域畜禽粪便的污染负荷及其环境风险评价 [J]. 生态与农村环境学报, 2007, 23(3): 55—59.
- [5] 张绪美, 董元华, 王 辉, 等. 中国畜禽养殖结构及其粪便 N 污染负荷特征分析 [J]. 环境科学, 2007, 28(6): 1311—1318.
- [6] 王 莹, 梁勤爽, 杨志敏, 等. 淋溶对畜禽粪便释放氮磷面源污染物的影响 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2012, 34(1): 92—98.
- [7] 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(A00): 6—11.
- [8] 何为媛, 李 玫, 周优良, 等. 重庆市畜禽养殖污染物产排差异性调查分析 [J]. 南方农业, 2013, 7(10): 28—30.
- [9] 潘 洁, 肖 辉, 陆文龙. 天津市畜禽养殖粪便产生量估算及耕地负载初步评估 [J]. 山西农业科学, 2014, 42(5): 517—520.
- [10] 彭 里. 重庆市畜禽粪便的土壤适宜负荷量及排放时空分布研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2009.
- [11] 李杰霞, 杨志敏, 陈庆华, 等. 重庆市农业面源污染负荷的空间分布特征研究 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2008, 30(7): 145—151.
- [12] 肖艳平, 雷 毅, 陈清莉, 等. 江津区畜禽养殖区域分布于粪污产生量分析 [J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 2015, 33(3): 23—27.

- [13] 郭德杰, 吴华山, 马 艳, 等. 集约化养殖场羊与兔粪尿产生量的监测 [J]. 生态与农村环境学报, 2011, 27(1): 44-48.
- [14] 刘嘉莉. 白洋淀鸭养殖粪便排放规律及源头减排效果研究 [D]. 保定: 河北农业大学, 2011.
- [15] 王方浩, 马文奇, 窦争霞, 等. 中国畜禽粪便产生量估算及环境效应 [J]. 中国环境科学, 2006, 26(5): 614-617.
- [16] 盛巧玲. 基于氮平衡的北京地区畜禽环境承载力研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2010.
- [17] 张绪美, 董元华, 王 辉, 等. 江苏省畜禽粪便污染现状及其风险评价 [J]. 中国土壤与肥料, 2007(4): 12-15.
- [18] 张玉珍, 洪华生, 曾 悦, 等. 九龙江流域畜禽养殖业的生态环境问题及防治对策探讨 [J]. 重庆环境科学, 2003, 25(7): 29-31.
- [19] 阎波杰, 赵春江, 潘瑜春, 等. 大兴区农用地畜禽粪便氮负荷估算及污染风险评价 [J]. 环境科学, 2010, 31(2): 437-443.
- [20] 王甜甜. 畜禽养殖环境承载力指标体系构建、量化及预测研究 [D]. 北京: 中国农业科学院, 2012.

## The Environmental Risk of Livestock and Poultry Raising and the Bearing Capacity of Farmland in Jiangjin District

XIAO Yan-ping<sup>1</sup>, ZHOU Yuan-yuan<sup>2</sup>, YANG Zhi-min<sup>2</sup>,  
CHEN Qing-li<sup>1</sup>, NIE Jian-feng<sup>1</sup>

1. Environmental Monitoring Center in Chongqing, Jiangjin District Branch, Jiangjin Chongqing 402260, China;

2. School of Resources and Environment, Southwest University, Chongqing 400716, China

**Abstract:** In order to protect the farmland environment in Jiangjin District, basing on the “four clean and four governance” system data of livestock, the farmland pollution loading of livestock manure were calculated utilizing the discharge rate of livestock manure. In addition, the risk assessment was evaluated on the livestock pollution in farmland. The industrial production of animal manure amounted to 146600 ton. On the basis of 40% tillable farmland, even if the manure return rate is 100%, the environmental forewarning risk of farmland bearing capacity of excrement was 0.11 in Jiangjin District, which was risk level I. Ji Jiang street, Ding Shan street and Xia Ba town see the risk because of raising overmuch livestock, and should pay attention to these area which had environmental problems. In the condition that 40% of farmland can be utilized, a maximum of 493400 pigs can be raised in Jiangjin district, which was the uttermost capacity in this area.

**Key words:** Livestock; Land Bearing Capacity; Risk; The Breeding Capacity

责任编辑 陈绍兰

实习编辑 包 颖

