

GIS 支持下的上海畜禽业污染研究

王少平¹, 陈满荣², 俞立中², 许世远²

(1. 清华大学环境科学与工程系, 北京 100084; 2. 华东师范大学地理系, 上海 200062)

摘要: 对上海畜禽业污染信息系统的建立作了有益的探讨。集约化畜禽养殖中污染负荷的空间分布规律研究结果表明, 由此所产生的畜禽粪尿达 301.2 万 t, 单位耕地面积粪尿量表现为近郊> 中郊> 远郊, 近郊以生猪场的污染贡献率最高, 中郊以生猪和奶牛场、远郊以奶牛场的污染贡献率最高。为减少畜禽业对黄浦江、苏州河水质以及城区环境的威胁, 需搬迁畜禽场 253 个。

关键词: 地理信息系统; 畜禽污染; 上海市

中图分类号: X87 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000 - 0267(2001)04 - 0214 - 03

Research of Livestock and Poultry Pollution in Shanghai Based on GIS

WANG Shao-ping¹, CHEN Man-rong², YU Li-zhong², XU Shi-yuan²

(1. Dept. of Environmental Science and Engineering Tsinghua Univ. Beijing 100084 China;

2. Department of Geography, East China Normal University, Shanghai 200062 China)

Abstract: Establishment of information system for livestock and poultry pollution is evaluated beneficially in this paper. Research of area distribution rules of intensive animal husbandry pollution load indicated that odor and fecal totaled for 3012 thousand tons. Amount of odor and fecal per hectare field in outskirts of the city was more than that either in the middle suburb or in the exurb. The pollution contribution ratio of the hoggerly was the highest in the outskirts and, hoggerly and cattle farms in the middle suburb and cattle farms in the exurb. It is suggested that in order to reduce intimidation to the Huangpu River, Suzhou creek and city from livestock and poultry, as many as 253 livestock and poultry farms might be removed.

Keywords: GIS; livestock and poultry pollution; Shanghai

畜禽养殖业在高速发展的同时, 由于各畜禽场不合理的布局、对粪尿处理能力的缺乏以及粪尿还田利用的大幅度减少, 使得其在堆放过程中由于降雨的动力冲刷而流失成为水土环境的重要污染源, 而集约化畜禽养殖形成的非点源污染问题更是成为世人十分关注并须认真研究解决的一个重大问题^[1]。畜禽业的产业化、规模化和集约化是上海现代畜牧业的发展趋势, 因此研究集约养殖中畜禽粪尿流失及其空间分布规律, 对于畜禽粪尿污染的治理有十分重要的意义。

地理信息系统(GIS)是将电子地图与数据库结合在一起的计算机技术系统, 生成、组织和管理空间数据是地理信息系统的优势。在数据可视化、思维可视化技术的支持下, 地理信息系统技术实现了资源信息与环境信息在计算机上的表达, 通过 GIS 中空间分析

收稿日期: 2000 - 12 - 07

基金项目: 国家自然科学基金(批准号: 49831070)和校研究生基金资助项目

作者简介: 王少平(1970—), 男, 现为华东师范大学地理系在读博士研究生, 主要从事资源环境信息系统方面研究。

技术、模型化技术、图文双向查询等使环境科学研究的重要基础数据以灵活的机制, 在一定程度上以可视化的手段如报告、专题地图和统计报表等形式表达出来, 大大增加了资源管理者执行深入分析和作出正确决策的能力^[2]。可以说 GIS 中的空间分析和空间数据的管理能力使得其对具有明显空间分布特征的畜禽业及其污染负荷的评价显得自然而又合理。

1 研究方法和步骤

1.1 GIS 软硬件环境

本研究中的硬件设施主要有 80586 微机和 Cal-comp9100 A0 幅数字化仪等, 并选用基于 Windows 平台的中小型桌面软件 Mapinfo 4.5、Mapbasic4.0 为工作平台。其中 Mapinfo 软件具有形象直观、操作简单、兼容性好的特点。在用户界面上, 提供符号化的菜单和开发工具; 支持数字化的图形输入方式, 直接生成矢量图, 并具备完善的地图编辑工具; 内置功能强大的关系型数据库, 在数据接口上, 可以直接接受的数

据格式包括 Oracle, Sybase, Informix, Dbase, 无须中间加工, 并支持标准 SQL 查询; 提供冲突解决方案和 OLE Automation 功能; 在数据的可视化方面具有更大的灵活性, 每一张地图都可以用不同的图层叠加而成, 具有完善的数据分层及层次管理系统, 并能制作包括独立值、范围值、等级符号、点密度、柱状图和饼图等专题地图。

Mapinfo 的功能都可以由其内置的宏语言 Mapbasic 实现。Mapbasic 是一种类 Basic 语言, 用来创建定制的用户界面, 添加菜单和工具条, 添加新的功能和函数, 实现过程的自动调用或者集成到其他应用中^[3]。

1.2 系统设计的基本功能

系统设计以 MapInfo 为平台, 按 MapInfo 组织数据, 使用其二次开发语言 Mapbasic, 并与面向对象的语言 VC++ 集成, 设计相应的菜单和对话框, 定制畜禽业污染信息系统的交互用户界面, 系统的基本功能如图 1 所示。

1.3 图形库的建立和数据库的构建

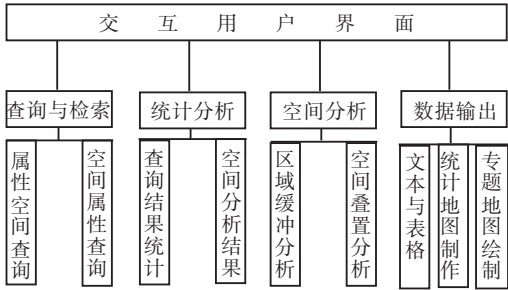


图 1 GIS 与环境模型的完全集成方式和系统的基本功能
Figure 1 Basic function of integrated mode for GIS and environment model

图形数据的采集通过手扶跟踪数字化仪输入, 经过 MapInfo 软件中的工具编辑后, 形成点、线、面共 6 个空间图层; 同时建立数据字典并输入属性数据, 建立属性数据库。其中上海市行政区划图比例尺为 1:120 000, 其它图层以行政区划图为底图绘制。

表 1 数据字典简表

Table 1 Listing classification of data utilized in the present study				
文件号	文件名	图元类型	字段名	属性
1	行政区划	面	ID	序号
			Name	乡(镇)名
			Area	耕地面积
2	水系	线	ID	序号
			Name	河流名
			Length	长度
3	奶牛	点	ID	序号
4	生猪		Name	畜禽场名
5	蛋禽		Kinds	畜禽种类
6	肉禽		Number	畜禽数量

1.4 畜禽粪便流失系数

由于受动物种类、品种、性别、生长期、饲料等诸多因素影响, 畜禽的粪尿排泄系数、粪尿中各污染物的含量以及堆放过程中进入水环境的量有所差异, 但是一般来说相对比较稳定。以上海市农业畜牧研究所的估算系数为主^[4], 并参照上海市环保局推荐的估算系数(吴永兴, 等. 黄浦江上游水源保护区和松金青地区水环境综合整治研究[研究报告]), 将畜禽污染物日排泄系数修正为表 2 所示, 其中 COD_{Cr}、TN 和 TP 是指粪按排放量的 29.64%、尿按 50% 进入水环境计算。

表 2 畜禽污染物日排泄系数 (g·头⁻¹)

Table 2 Daily excreting factors for various livestock (g per head)						
畜禽	生长期/d	粪	尿	COD _{Cr}	TN	TP
奶牛	365	30 000	18 000	210.7	79.67	198.1
生猪	180	2 200	2 900	21	5.222	0.889
蛋禽	365	150	—	1.1	0.28	0.11
肉禽	55	75	—	0.03	0.004	0.0012

表 3 1997 年集约化畜禽饲养情况

Table 3 Amounts of livestock raised in Shanghai in 1997 (in 10,000 heads)

畜禽	场数/个	数量/万头或万羽
奶牛	146	3.57
生猪	435	211.05
蛋禽	92	335.9
肉禽	173	6 881

2 结果与讨论

2.1 上海市集约化养殖现状及污染负荷

上海市 1997 年集约化畜禽养殖场共 846 个, 而以生猪的饲养场数量为最多(表 3)。由于集约化畜禽养殖所产生的畜禽粪尿达 301.2 万 t, 由此而进入水环境中的 TN 为 2 878.7 t、TP 为 734.4 t, 其中由生猪饲养场所排放的粪尿占 59.5%, 奶牛、蛋禽、肉禽分别占 35.6%、3.7%、1.1%。各区县粪尿污染负荷中, 以闵行最高, 松江次之, 浦东最小(图 2); 而 COD_{Cr}、TN、TP 分区县负荷中, 其规律基本一致, 以闵行最高, 奉贤次之, 浦东最小(图 3)。

2.2 畜禽污染的单位面积载粪量和圈层分异

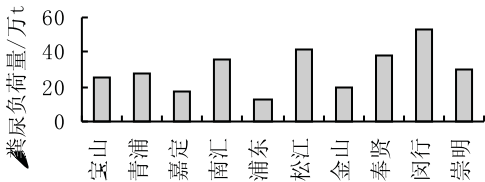


图 2 上海市各区县粪尿污染负荷图
Figure 2 Load of pollution from livestock excreta in various counties of Shanghai

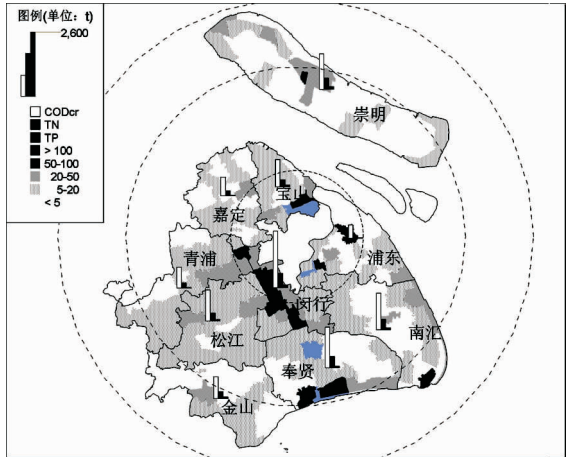


图 3 各区县 COD_{Cr}、TN、TP 负荷图和单位耕地面积粪尿负荷量(虚线为圈层)

Figure 3 Distribution of load for pollutants COD, TN and TP in various counties and districts of Shanghai ($t \cdot \text{hm}^{-2}$; broken - line as cycle boundary)

以人民广场为中心,分别以半径 20、50 和 70 km,作为上海市的近郊、中郊和远郊,以各圈层和乡镇为基本单位,利用 Mapinfo GIS 软件中的地理函数如 Contain, Within 等,计算每公顷耕地的载粪量,绘制成专题图片(图 3),并利用 GIS 软件中的查询统计功能,来探讨其畜禽业污染的圈层分异规律。

上海市集约畜禽业污染出现明显的圈层分异。单位面积载粪量表现在从近郊向远郊呈放射状减少的趋势(表 4)。近郊粪尿污染负荷约 73 万 t 左右,远小于中郊的 181.5 万 t,但其单位面积载粪量为中郊的近 2 倍,表明上海实际上处于畜禽粪便包围中。其原因一方面因为在近郊由于中心城区“摊大饼”似的扩展、乡镇企业的发展、私人造房以及国家征用,其耕地面积大幅度减少,另一方面前些年“菜篮子工程”的实施,使得饲养场大部分集结在近郊和市郊的结合部。此外,上海市郊单位面积载粪量大于 50 t 的乡镇,主要集结于近郊,其分布集中于 4 个区域,并与其他大部分小于 20 t · hm⁻² 的区域并存。

中郊圈是养殖业和种植业集中的地带,由于其广阔的耕地面积,尽管其粪尿量均远大于近郊和远郊,

但单位负荷平均仅为 12 t · hm⁻² 左右。其中载粪量小于 20 t · hm⁻² 的区域占中郊面积的 80% 以上。此外,载粪量大于 50 t · hm⁻² 主要分布在距离市中心近的区域。实地调查的结果表明该区域耕地的畜禽粪尿施用量不到 10 t · hm⁻²,如何实现种植业和养殖业的有效配合,以解决畜禽粪的运输、堆放和还田等具体问题,达到畜禽粪尿资源化和实现有机农业,将是亟待解决的关键问题。远郊由于距离市区较远,各类畜禽场的数量有限,大部分乡镇负荷量在 5 t · hm⁻² 左右,但仍存在少数区域单位面积污染负荷量大的问题。

各圈层中不同畜禽种类对粪尿的贡献率有所差异。在近郊生猪饲养产生的粪尿占总量的 86.12%,其他各种畜禽所占比例很小;中郊圈内生猪场比例减小到 57.13%,而奶牛占 41.5%;在远郊奶牛占 60.1%,生猪占 27.5%。

从上述分析可知,为减少畜禽业污染对水环境的压力,加强对近郊畜禽业的管理迫在眉睫,尤其是通过加强对重点高负荷区域以及生猪饲养场的管理和数量的控制,显得尤为重要;中远郊加强对生猪、奶牛场的管理,也能在短时间内达到立竿见影的效果。

2.3 畜禽业污染的缓冲分析

为消除畜禽养殖对上海城区环境及主要河道水质的威胁,在黄浦江干流、苏州河支流以及上海城区周围 5 km 陆域范围内,坚决不予布局,已有的畜禽场应在今后的发展中特别加强管理并逐步搬迁或逐步取缔。利用 Mapinfo 中缓冲分析功能,分别建立缓冲区。统计分析的结果表明,该区域粪尿负荷量达 110.6 万 t(占总负荷的 1/3),将有 253 个畜禽场搬迁,由此使得 TN、TP 的削减量达 1 179 t 和 247.6 t 左右(表 5)。

表 5 畜禽业污染的缓冲分析
Table 5 Analysis of buffer of pollution from livestock industry

种类	场数/个	粪尿/万 t	TN/t	TP/t
奶牛	35	82.1	191.6	47.6
生猪	138	11.5	840.9	143.1
蛋禽	28	7.6	140.4	54.2
肉禽	52	9.4	6.1	2.7
总计	253	110.6	1 179	247.6

3 小结

3.1 上海市集约化畜禽业养殖所产生的畜禽粪尿达 301.2 万 t,其中分区县负荷中以闵行为首。

(下转第 220 页)

表 4 不同圈层中各畜禽种类污染负荷(万 t)

Table 4 Distribution of load for pollutants COD, TN and TP in Shanghai (in 10 000 t)

位置	距离/km	奶牛	生猪	蛋禽	肉禽	合计	载粪量/ $t \cdot \text{hm}^{-2}$
近郊	<20	4.9	62.7	4.1	0.9	72.6	23.13
中郊	20-50	74.3	103.7	2.7	1.0	181.7	11.94
远郊	50-70	28.1	12.9	4.4	1.5	46.9	8.24