

# 重庆市畜禽粪便年排放量的估算研究

彭 里, 王定勇

(西南农业大学教务处, 重庆 400716)

**摘 要:** 畜禽养殖产生的粪便已成为我国农村面源污染的主要来源, 因而畜禽粪便的排放量也越来越引起人们的重视。通过对重庆市畜禽养殖业进行调查, 结合国内外有关研究, 确定重庆市畜禽粪便年排放量估算方法和各种估算参数。以 2001 年为基准, 估算出重庆市主要畜禽(猪、牛、羊、马、兔、家禽等)年粪尿排放量和粪尿中对环境产生污染的主要物质质量(有机质、氮、磷、钾), 以便对重庆市畜禽粪便污染作一个定量的认识。估算结果为重庆市 2001 年畜禽粪尿排放 7421 万 t, 其中有有机质为 806 万 t, 氮 42.5 万 t, 磷 21.48 万 t, 钾 44.98 万 t。该研究结果可为重庆市工农业生产布局 and 环境污染治理提供决策依据。

**关键词:** 畜禽粪便; 排放量; 估算

中图分类号: X713

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2004)01-0288-05

## 0 引 言

随着我国畜禽养殖业的飞速发展, 畜禽粪便现已成为我国农村面源污染的主要来源<sup>[1]</sup>, 畜禽粪便污染环境的主要成份为有机质、氮、磷、钾<sup>[2]</sup>。

多年以来, 国内外研究畜禽粪便污染多集中在畜禽粪便的无害化、资源化处理上, 对畜禽粪便排放量只有少量研究。20 世纪 90 年代初期, 我国上海市有关部门对上海市畜禽粪便负荷量进行统计研究<sup>[3, 10]</sup>, 而后广东<sup>[4]</sup>、北京<sup>[5]</sup>也有学者进行了这方面研究。然而, 这些研究存在着以下几方面的不足: 一是估算时对本地区估算参数选取不合理, 二是在基础数据上未区分出栏与存栏数或漏算存栏数, 三是仅以本地区猪、牛、鸡的粪便排放量作为畜禽粪便总排放量。

重庆市是我国的农业大省(市)之一, 地处三峡库区, 面积达 8 万多 km<sup>2</sup>, 长江干流自西向东横贯全境, 流程长达 665 km, 人口 3 000 多万。2001 年, 按重庆市畜禽养殖出栏数计, 猪 1960 万头、牛 165 万头、家禽 23 839 万只、兔 977 万只。这些畜禽每年产生的有机质、氮、磷、钾尚缺少一个定量的评估, 需要进行研究。为各级政府治理环境污染和调整工农业布局, 合理安排生产提供决策依据。

## 1 估算对象及方法

### 1.1 估算对象

重庆现有 15 个区、21 个县、4 个市, 因渝中区基本无畜禽养殖, 本研究的范围为重庆市除渝中区外的 39 个区(市、县)的主要畜禽; 以区(市、县)为单位, 估算 2001 年猪、牛、羊、马、兔、家禽(鸡、鸭、鹅)的粪便排放量。

### 1.2 估算方法

收集有关单位统计资料, 进行实地调查确定估算参

数与计算相结合的综合分析方法。

1) 收集全市 2001 年统计年报中的各类畜禽数量; 收集国内外畜禽粪尿排放估算参数。

2) 实地调查: 对重庆市规模化畜禽养殖场和一些散养殖畜禽农户分别进行调查, 对集约化养殖场重点调查养殖场规模、饲养环境、粪污排放情况、粪污处理情况、生产管理情况、存在的问题及建议。对散养农户调查畜禽饲养期、单头日排放量、饲料情况、粪尿运行途径。

## 2 估算参数及算法的确定

### 2.1 基础数据

从农业年报中收集到的畜禽养殖头数一般包括出栏和存栏两部分。因各类畜禽生长期不一样, 且出栏与存栏比例存在一定差距, 在确定估算数据时, 应根据各类畜禽情况分别确定它们的基础数据。

猪: 分为肉猪和公(母)猪两大类, 因它们的日排粪尿量和生长期差异均较大, 所以估算中应首先对肉猪和公(母)猪进行区分。年报中含当年出栏头数与存栏头数两部分, 肉猪存栏部分在当年不考虑, 因这部分会在次年的出栏中; 公(母)猪的出栏数已考虑在肉猪中, 故公(母)猪只计存栏部分。

牛、羊、马: 生长期一般较长, 当年出栏的较少, 且羊、马饲养量相对较小, 故这部分畜禽只计它们的存栏数。

家禽: 根据调查, 各类畜禽中, 家禽的饲养量最大。家禽有肉禽和蛋禽之分, 蛋禽与肉禽生长期与日排泄量均有较大差异, 故家禽的出栏数与存栏数中应分清蛋禽与肉禽的比例。2001 年家禽以肉鸡当年出栏占当年鸡出栏数的比例为依据算出当年出栏数中肉禽比例, 蛋禽以蛋鸡当年存栏数中蛋鸡占的比例为依据算出家禽存栏数中蛋禽所占比例。因年报中的鸭、鹅没区分存栏、出栏中的肉禽与蛋禽比例, 在估算中可以鸡为参考考虑存栏、出栏中肉禽与蛋禽比例。

兔: 年报中有出栏与存栏之分, 估算中将出栏兔认为是肉兔, 以年实际出栏计; 存栏兔认为是可繁殖兔, 以年末存栏数计。

收稿日期: 2003-05-22 修订日期: 2003-10-28

基金项目: 重庆市环保局项目、重庆市科委重点攻关预研项目

作者简介: 彭 里(1968-), 高级工程师, 重庆市北碚 西南农业大学教务处, 400716, Email: pengli@swau.cq.cn

根据以上分析, 确定出 2001 年重庆市各类畜禽基础数据, 见表 1。

表 1 重庆市 2001 年畜禽基础数据表

Table 1 Basic data of livestock and poultry in Chongqing (2001)

序号	区县	猪(头)		牛(头)	羊(百只)	马(头)	家禽(百只)		兔(百只)	
		当年出栏	年末存栏数	年末存栏数	年末存栏数	年末存栏数	年末存栏数	当年出栏数	存栏	出栏肉免
1	江津市	960149	53589	29184	59. 34	1381	59174. 85	121656. 6	6664. 35	16173. 05
2	合川市	1066819	78354	17642	1218. 84	2431	31577. 61	62211. 99	1691. 11	4650. 36
3	潼南县	710000	0	17000	330	1379	15501. 86	33700. 67	800	4200
4	铜梁县	535200	34000	10232	811	2106	49790	57191	8300	13330
5	永川市	835293	53574	15198	583. 99	435	40502	100119	11450	18759
6	大足县	587650	45461	14010	181. 95	265	27972	57930	358	1547. 11
7	荣昌县	531278	92147	10890	131. 5	1050	24296	63317	3037	5350
8	璧山县	291657	12240	4605	224. 66	256	18472. 3	39600. 84	4202. 17	9385. 83
9	巴南区	703064	27741	23980	24. 95	1675	41819	94371	91. 53	196. 49
10	綦江县	792963	51852	56342	286. 12	306	36427	65451	903	756
11	长寿区	655244	25493	26818	32. 3	604	35591	37710	418	1031
12	渝北区	484620	19073	16657	39. 56	789	22358. 24	50316. 89	635. 32	1090. 23
13	双桥区	19539	0	249	1. 65	7	512. 26	1222. 75	3	4
14	万盛区	104564	3875	4992	19. 36	5	2203. 6	5508	9. 03	9. 55
15	北碚区	276213	8776	4166	99	254	11750	21581	82	178
16	南岸区	84452	2405	3253	1. 4	167	3076	5854	24	41
17	九龙坡区	178138	0	1705	25. 34	49	12545	53324	358	617
18	沙坪坝区	97722	2784	5240	26. 01	70	8938	48639	50	8811
19	江北区	64478	1376	3006	10	157	2059	5000	31	51
20	大渡口区	81135	717	420	711	0	149955	792301	510	0
21	万州区	969212	48999	80799	1075. 07	509	22851. 32	49791. 17	1870. 14	179. 39
22	黔江区	450172	36915	95008	170. 12	50	8725	9250	160	37. 5
23	涪陵区	725304	45102	44650	334. 3	2420	47652	75760	380	1130
24	梁平县	581454	26290	32187	513. 78	0	18958	61765	4879	3880
25	城口县	143156	18235	23673	1401	512	3759	5145	489	91
26	南川市	584400	37000	62800	260	0	16500	80000	290	195
27	丰都县	480409	18922	152155	2012. 92	2020	55069	71618	1391	272
28	垫江县	572005	27363	34365	161	0	43956	71005	502	1418
29	武隆县	287647	20478	78542	1891. 24	629	11550	13750	257. 8	46
30	忠县	503862	24500	63141	436. 8	0	28134	41462	295	106
31	云阳县	881106	76015	78145	4652	403	23207	38488	3354	1454
32	巫山县	438818	31969	24755	1185. 04	1958	6501	9151	140	60
33	巫溪县	421249	43290	25327	1495. 6	170	7337. 95	7737. 41	00	
34	开县	1077029	63672	46558	2777	564	32550	66954	2423	516
35	奉节县	724986	89765	56781	1547. 55	871	12134. 96	18248. 96	1245. 86	0
36	彭水县	463000	29000	151430	787	325	14120	11050	330	105
37	石柱县	239207	14840	93359	122. 42	98	13242. 4	11637	25482	0
38	秀山县	486524	32507	93991	503. 28	172	6164	10928	81	110
39	酉阳县	520324	42156	155738	2677. 58	149	13215	13244	20	0
	合计	19610042	1240475	1658993	28821. 67	24236	980147. 4	2383990	83207. 31	95780. 51

2.2 畜禽饲养期

根据调查, 重庆市集约化养殖的年畜禽量不到当年同类畜禽养殖总量的 1%, 畜禽养殖目前仍以农户散养为主, 因而饲养期相对较长, 单头日产粪量也相对较大; 同时, 存栏与出栏(肉类) 畜禽在饲养期和日排放量上也有差异。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; 出栏头数的饲养期参考国内外资料和调查情况, 确定不同种类的存栏畜禽饲养期。

肉猪: 出栏猪饲养天数约 300 d。

肉禽: 一般为 50~ 55 d, 估算中以 55 d 计。

肉兔: 与肉禽饲养期大致相同, 按 55 d 计。

2 3 单头日产粪尿量

根据国内外的分析测定(表 2),调查我市各类畜禽养殖场和散养农户,确定各类畜禽日产粪尿量(表 3)。

表 2 国内外畜禽粪便日排放量参数<sup>[12]</sup>

Table 2 Parameters of domestic and oversea livestock and poultry feces produced per day kg · d<sup>-1</sup>

	猪	牛	羊	禽	兔
粪	2.5~12.0	15.0~60	1.5~5.0	0.07~0.16	0.15~0.37
尿	2.0~4.0	6.0~25.0	0.5~1.5		

表 3 重庆畜禽粪便日排放量

Table 3 Factors of livestock and poultry feces produced per day in Chongqing kg · d<sup>-1</sup>

	猪	公(母)猪	牛	羊	马	肉禽	蛋禽	兔
粪	3.5	5.0	25	2.6	10.0	0.08	0.15	0.15
尿	3.5	5.0	10		5.0			

2 4 禽粪尿中有机质、氮、磷、钾的含量

国内外已有多人开展了这方面的研究(表 4),粪尿中有机质、氮、磷、钾含量虽是一个动态数据,但从长时期来看可认为其含量基本稳定。以国内外分析测试成分为依据(表 4),选择重庆市粪尿中的各成份比例(表 5)。

表 4 国内外畜禽粪尿成分

Table 4 Components of domestic and oversea livestock and poultry feces %

成分	粪						尿		
	猪	牛	羊	马	家禽	兔	猪	牛	马
水分	69.4~89.0	80.0~88.0	68.0~87.0	75.0~85.0	63.7~80.0	65.0	92.5~98.0	92.5~99.3	89.0
有机物	15.0~18.1	14.5~18.0	29.0	23.0	—	20.47	2.5	3.00	7.0
总氮	0.56~0.97	0.3~0.5	0.6~1.12	0.55~0.6	1.03~1.76	1.16	0.39~0.5	0.56~1.0	1.2
磷	0.41~1.16	0.1~0.34	0.15~0.3	0.14~0.3	0.46~1.54	0.24	0.05~0.07	0.01~0.1	0.05
钾	0.37~0.44	0.1~0.3	0.2~0.8	0.3~0.49	0.42~0.85	0.2	0.38~1.00	0.87~1.5	1.50

表 5 重庆市畜禽粪尿成分

Table 5 Components of livestock and poultry feces in Chongqing %

成分	粪						尿		
	猪	牛	羊	马	家禽	兔	猪	牛	马
水分	82.0	80.0	68.0	75.0	80.0	65.0	94.0	92.5	89.0
有机物	16.0	18.0	29.0	23.0	—	20.47	2.5	3.00	7.0
总氮	0.6	0.3	0.60	0.55	1.24	1.16	0.50	1.00	1.2
磷	0.5	0.2	0.30	0.30	1.10	0.24	0.05	0.10	0.05
钾	0.4	0.1	0.20	0.33	0.42	0.2	1.00	1.50	1.50

2 5 年粪尿排放量计算公式<sup>[6]</sup>

年产粪量(t/a)= 个体日产粪量(kg/d · 头) × 饲养期(d) × 饲养数(头、只) × 10<sup>-3</sup>

年产尿量(t/a)= 个体日产粪量(kg/d · 头) × 饲养期(d) × 饲养数(头、只) × 10<sup>-3</sup>

3 结果及分析

1) 畜禽粪尿年排放量与动物种类、性别、生长期、饲料、天气条件等因素有关<sup>[4]</sup>。从畜禽粪尿总量排放量分析(见表 6),重庆市 2001 年畜禽粪尿总排放量为 7 421 万 t,其中量最大的是猪,为 4 570.8 t,占总量的

61.6%;依次为牛 2 119 万 t,占总量的 28.5%;家禽 391 万 t,占总量的 5.33%;羊 273.5 万 t,占总量的 3.7%;兔 53.4 万 t,占总量的 0.7%;马 13.2 万 t,占总量的 0.17%。这主要是因为粪尿排放总量大小的决定于畜禽养殖量、单头日排放量和饲养期。重庆市猪养殖量非常大,且饲养期长,单头日排放量也相对较大,故年排放量较其它畜禽大;家禽虽年饲养量大,但日排泄量较小,且肉禽生长期短,所以年粪便排放量没有猪、牛排放量大;而马虽单头日排放量较大且饲养期也较长,但重庆地区养殖量太小,故年排放量最小。今后我市治理畜禽粪尿的污染中,应分清主次,以猪、牛粪尿为治理重点。

表 6 重庆市 2001 年畜禽粪便排放量

Table 6 Output value of livestock and poultry feces in Chongqing (2001) t × 10<sup>4</sup>

	猪粪	猪尿	牛粪	牛尿	羊粪	马粪	马尿	禽粪	兔粪
合计	2285.4410	2285.4410	1513.8310	605.5325	273.5176	8.8461	4.4230	391.0878	53.4579

2) 有机质、氮、磷、钾都是面源污染的重要来源。重庆市 2001 年畜禽有机质排放量为 806 万 t,氮 42.5 万 t,磷 21.48 万 t,钾 44.98 万 t(表 7)。由于畜禽粪便极易淋溶,约 30% 会渗入水体<sup>[7]</sup>,故重庆市畜禽养殖业每

年进入水体的有机质达 240 万 t,氮 12.76 万 t,磷 6.4 万 t,钾 13.4 万 t。畜禽粪便中的有机质渗入水体后,使水体变黑、发臭;粪便中含有的氮,一部分挥发到大气中,增加大气中的氮含量,严重时构成酸雨,危害农作

物, 其余大部分则被氧化成硝酸盐, 渗入地下或随地表水流入江河, 从而造成污染的扩散<sup>[8]</sup>。同时, 粪尿中的磷也会渗入土壤或排入江河, 造成水质污染, 引起江河池塘的藻类和浮游生物大量繁殖, 产生多种有害物质, 进一步污染环境<sup>[9]</sup>。如我国杭州湾主要污染指标严重超标的原因是禽畜粪便渗入河水<sup>[10]</sup>, 上海市畜禽粪便的大量流失导致市郊主要干道河流水质恶化<sup>[11]</sup>。重庆市的梁滩河、花溪河、清水溪等河流水体发黑、发臭、水质恶化, 与河流两岸畜禽粪便长期污染水体有关。

表 7 重庆市 2001 年畜禽粪便有机质、氮磷钾排放量

Table 7 Output value of organic matter, N, P, K in livestock and poultry feces in Chongqing (2001) t × 10<sup>4</sup>

	有机质	氮	磷	钾
合 计	806 0694	42 5580	21. 4826	44 9850

3) 从地理范围来说, 畜禽粪尿总量年排放量最大的是云阳、酉阳、开县、万州、丰都、彭水, 有机质排放量最大的是云阳、酉阳、丰都、开县、彭水、万州, 这六个县的粪尿排放总量和有机质量都是重庆市最大的, 而这几个县均位于长江及乌江沿岸, 畜禽粪尿易直接污染长江及乌江。在今后的工农业生产中, 应逐步调整全市畜牧业布局, 合理安排生产, 并对这几个区县的畜禽粪尿进行重点治理, 防止粪便中的污染物质进入江河。

4 结论与讨论

估算结果为重庆市 2001 年畜禽粪尿排放量为 7 421 万 t, 粪尿中有机质含量为 806 万 t, 氮 42. 5 万 t、磷 21. 48 万 t、钾 44. 98 万 t。主要是猪、牛和禽的排放, 从地区而言主要是云阳等沿长江及乌江两岸。该估算能大体上反映出重庆市畜禽养殖年粪便排放量, 为使估算更准确, 需对此作进一步调查、测试研究。

1) 本研究先收集国内外相关研究资料, 然后对重庆市的畜禽养殖场与养殖农户进行调查, 并参考了市环保局的意见, 最后确定出我市畜禽粪便计算参数。但由于畜禽养殖数量、饲养期、日排放量及粪尿中的各种成分含量是一组动态数据, 特别是日排放量和粪尿中有机质、氮磷钾成分主要决定于畜禽个体大小、饲料成分, 同时也与环境如季节、气候、管理水平等因素有关。

本研究参数选取是以一定时期(一年)、一定地区、某类畜禽为研究对象, 据国内外研究和我们的调查与经验, 把日排放量和粪尿中有机质、氮磷钾成分视为相对稳定而取一静态值。这样计算出的重庆市畜禽粪尿年排放量结果不一定是精确的年排放量, 只是估算研究。

2) 由于畜禽粪便估算参数是一组动态数据, 再加上在年报数据收集过程中可能存在一定的不准确性, 如基层报表中个别数据不完整, 从而致使估算中存在两方面的误差。一方面年报中未反映出各种畜禽死亡淘汰数和一些特种畜禽(如狗、猫等), 这部分产出粪尿未计入, 另外兔的排尿量因量较少也未计入粪尿总量中, 导致估算结果偏小。另一方面估算中未考虑畜禽各个生长期和各县(区、市)地理上的排泄量差异, 而取平均值, 导致计算结果有一定的偏大。这两方面综合作用结果, 误差会在一定程度上相互抵消, 因而本研究能大体反映重庆市各区(县、市)畜禽粪尿年排泄量, 可以作为目前重庆市各区(县、市)评价畜禽粪便污染量化指标。

[参 考 文 献]

[1] 李庆康, 等. 我国集约化畜禽养殖场粪便处理利用现状及展望[J]. 农业环境保护, 2000, 19(4): 251- 254

[2] Ron Fleming, Marcy Ford. Comparison of Storage, Treatment, Utilization, and Disposal Systems for Human and Livestock Wastes[R]. Ridgetown College University of Gueph, Ridgetown, Ontario. Available online at: WWW. ridgetown. on. ca/Research/Reports/Subject/manure. htm. November, 2002: 1- 25

[3] 沈根祥, 王雅谷, 袁大伟, 等. 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: 6- 11.

[4] 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): 17- 19.

[5] 文 化. 北京市农业废弃物和畜禽粪便资源化综述[J]. 北京农业科学, 1995, 13(5): 1995: 8- 12.

[6] Moore J A, Gam roth M J. Calculating the fertilizer value of manure from livestock operations [Z]. Agricultural Communications Oregon State University Administrative Services A 442 EC 1094, Reprinted November 1993: 1- 7.

[7] 黄沈发, 张长虹, 贺军峰, 等. 黄浦江上游汇水区禽畜业污染及其防治对策[J]. 上海环境科学, 1994, 13(5): 4- 8.

[8] Berka C, Schreier H, Hall K. Linking water quality with agricultural intensification in a rural watershed[J]. Water, Air And Soil Pollution 2001, 127: 389- 401.

[9] 王兆军, 张怀成, 刘 健, 等. 规模化畜禽养殖污染有效防治途径探讨[J]. 中国人口、资源与环境 2001, 11: 72- 74.

[10] 杨朝飞. 加强禽畜粪便染污迫在眉睫[J]. 环境保护, 2001, 2: 32- 35.

[11] 沈根祥, 王雅谷, 袁大伟, 等. 上海市郊大中型畜禽场数量分布及粪尿处理利用现状[J]. 上海农业学报, 1994, 10: 12- 16.

[12] 王新谋. 家畜粪便学[M]. 上海: 上海交大出版社, 1998.

## Estimation of annual quantity of total excretion from livestock and poultry in Chongqing Municipality

Peng Li, Wang Dingyong

(Academic Affairs Office, Southwest Agricultural University, Chongqing 400716, China)

**Abstract:** The excrements from livestock and poultry have become the major source of nonpoint pollution in the rural areas of China. Hence, the annual amount of excretion has increasingly attracted people's attention. Based on the investigation of the livestock and poultry breeding husbandry in Chongqing and referred to home and abroad other researches, the approaches and parameters of estimation of annual quantity of total excretion was defined. On the basis of the data in 2001, the annual amount of excretion from the main livestock and poultry such as cattle, sheep, pig and goose, etc., and the pollutants from those excrements such as organic matter, nitrogen, phosphorus, potassium, etc. are estimated, which aims to quantize the excretion pollutants. The result of the estimation is as follows: in 2001, the gross of excretion from livestock and poultry in Chongqing is 74 210 000 tons. And in the excretion, there is organic matter 8 060 000 tons, nitrogen 425 000 tons, phosphorus 214 800 tons and potassium 449 500 tons. This research can be applied both in the industrial and agricultural layout and the environmental pollution control of Chongqing.

**Key words:** feces of livestock and poultry; quantity of total excretion; estimation