

# 农村生活垃圾现状及处置技术初探 ——以太湖流域为例\*

张后虎, 张毅敏

(环境保护部南京环境科学研究所, 江苏 南京 210042)

**摘要:**以太湖流域为例, 分析农村生活垃圾的产生现状, 对当前的处理模式进行评估, 提出了农村生活垃圾与其他废物的“以废治废”构想, 建议开展以农村生活垃圾分拣预处理, 以其中易腐有机成分的肥料化、沼气化处理, 其他成分填埋和回收为主的方式较为适合。开发以易腐有机成分和辅以农村秸秆类废物为骨料, 加以农村畜禽粪便为营养, 利用农村生活污水流动分配养分的厌氧发酵技术实现农村废物的共处置目标, 最终达到强化产沼和加速骨料腐熟程度的目的。

**关键词:**太湖流域; 农村生活垃圾; 面源污染

**中图分类号:** X799.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-8206 (2009) 04-0009-04

## Current Situation and Disposal Technology of Rural Domestic Waste in Taihu Lake Basin

Zhang Houhu, Zhang Yimin

(Nanjing Institute of Environmental Sciences, Ministry of Environmental Protection, Nanjing Jiangsu 210042)

**Abstract:** Taking Taihu lake basin as an example, current situation of rural domestic waste was analyzed, and current treatment model was evaluated. The idea of control waste by waste for rural domestic waste treatment and other waste was put forward. Rural domestic waste should be pretreated by sorting and selecting to make organic constituents recycle to agricultural fields and to biogas generation, and rest inertia parts reuse and landfill. Anaerobic fermentation technology should be developed to realize object of waste co-treatment, and to gain ultimate ends of strengthening biogas generation and accelerating aggregates putrefaction, by taking organic constituents and crop stalks as aggregates, adding dejection of livestock and poultry as nourishment, and using rural domestic sewage to distribute nourishment.

**Key words:** Taihu lake basin; rural domestic waste; non-point source pollution

太湖是我国的五大淡水湖之一, 太湖流域是我国国民经济最发达、人口密度较大地区之一, 位于长江三角洲, 地跨苏、浙、沪, 行政区划除有特大城市上海外, 尚有镇江、常州、无锡、苏州、湖州、杭州、嘉兴等 7 个大中城市以及迅速发展的城镇乡村。近年来, 太湖水污染尤其是富营养化日趋严重, 治理太湖富营养化防止水华暴发成为我国当前水污染防治的重点, 其根本途径在于减少流域内的氮磷营养物质入湖负荷<sup>[1]</sup>。1975 年以来国家和企业投入了数百亿资金进行点源污染治理, 但对湖泊水体富营养化状况的改善成效甚微, 并且富营养化的形势仍日趋严重, 农村生活垃圾等农业面源污染未能妥善治理是原因之一<sup>[2-3]</sup>。

## 1 农村生活垃圾的产生现状及危害

### 1.1 农村生活垃圾消化链断裂

太湖流域属亚热带季风气候, 雨水充足, 气候温暖, 农业生产以精耕细作闻名。在传统农业生产中, 农村生活垃圾基本被用于畜禽饲料或农肥而得到妥善处理, 因而并未成为一个主要环境问题。传统的农村生活垃圾循环途径见图 1, 农村生活垃圾几乎完全可在农田耕作中进行就地消纳。

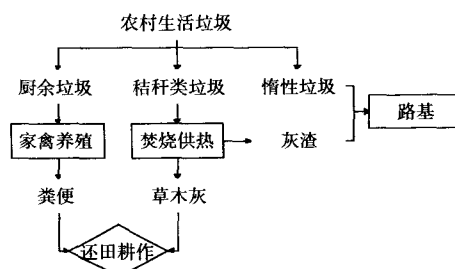


图 1 传统的农村废物及生活垃圾循环途径

随着乡镇工业的持续发展, 改革开放步伐的不断加快, 农村劳动力向城市转移, 致使单纯重视农业生产的农民越来越少。富裕起来的农民逐

\*基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项, 湖泊富营养化治理与控制技术及工程示范主题, 太湖富营养化控制与治理技术及工程示范项目 (2008ZX07101-007)

收稿日期: 2009-02-12

渐向城镇集中,生活消费模式逐渐城镇化,购物休闲进商场、超市,导致各种包装材料、塑料袋、饮料瓶、易拉罐等进入千家万户,产生了大量不可降解垃圾;加之养成使用化肥的习惯,费工费时的传统循环途径日渐萎缩,致使原来良性循环自我消化生活垃圾的链条断裂。当前,农村生活垃圾缺乏有效的处理手段,必然造成暴露成堆,引发河道堆积和“白色污染”。此外,农村居民燃料结构逐步从柴草演化为液化燃气为主,相应导致了秸秆类农业垃圾的累积,使部分生活垃圾就地消纳途径断裂。

### 1.2 农村生活垃圾的组成

太湖流域城市与农村生活垃圾组成见表1。从表1可见,上海市、南京市和杭州市所产生的垃圾组分均以厨余垃圾为主,占50%以上;其次是塑料类垃圾,约占15%。而农村地区中宜兴市大浦镇渭湊村生活垃圾与城市相比几乎无显著差别<sup>[4]</sup>,显示城市生活方式对周围农村的辐射作用。而差异较显著的是宜兴市大浦镇四庄村所产生的生活垃圾,其灰渣组分为其他地区的2~6倍,源于该地区以家庭制陶为主,增加制陶渣土废物<sup>[5]</sup>,从而相应降低了垃圾中厨余所占比例。

表1 太湖流域城市和农村生活垃圾组成

组分 (湿基)/%	农村地区		城市		
	大浦镇 渭湊村 <sup>[4]</sup>	大浦镇 四庄村 <sup>[5]</sup>	上海市 <sup>[6]</sup>	杭州市 <sup>[7]</sup>	南京市 <sup>[8]</sup>
厨余	62.7±7.3	41.1	57.1±7.4	60.10±8.11	52.00
纸张	4.1±0.7	6.2	7.2±0.7	9.97±1.49	4.90
织物	2.2±0.3	1.9	8.4±4.0	1.84±0.80	1.18
竹木	0.0±0.0	1.4	8.3±5.8	2.55±1.71	1.08
塑料	21.2±4.1	9.2	17.3±10.0	14.30±1.44	11.20
金属	0.1±0.1	0.3	1.4±0.8	1.12±0.34	1.28
玻璃	0.8±0.2	1.6	2.9±1.5	1.96±0.38	4.09
灰渣及其它	8.9±5.5	37.3	5.5±2.1	8.35±5.04	20.64

注:大浦镇位于宜兴市区东侧约20 km的太湖沿岸。

### 1.3 农村生活垃圾的产生量

据不完全统计,目前我国生活垃圾的年产生量已达1.5亿t,人均垃圾产生量在1.0 kg/d左右<sup>[9]</sup>。当前,农村生活垃圾的人均产生量统计数据较为匮乏,其中,王俊起等<sup>[10]</sup>通过问卷和现场调查得到农村生活垃圾产生量高于城市居民平均值的结论,而从其提供的垃圾产生源(村镇街道清扫垃圾)判断,调查范围应是近城郊区,且将包装物等垃圾也计算在内,所得数值最终偏高。刘永德等<sup>[5]</sup>在太湖流域某农村通过1 a的统计研究则认为,农村生活垃圾大致为同一区域城市居民的1/3左右。

### 1.4 农村生活垃圾的危害

农村地区生活垃圾主要弃置堆积在房前屋后的空地洼地、河道及沟浜,成为农村环境的污染源之一,其危害主要归纳以下4个方面<sup>[11-13]</sup>:①农村垃圾随地表径流进入河流、湖泊或随风迁徙落入水体,从而将有毒有害物质带入水体,污染人类饮用水水源。②农村垃圾任意堆放占用土地,同时会产生富含细菌、微生物和有毒有害物质的渗沥液,可进入土壤直接污染地下水,或通过地表径流流入河流湖泊。③露天堆放的农村垃圾中细微颗粒、粉尘等可随风飞扬,污染周围空气。易降解有机物的微生物代谢过程还可释放大量氨、硫化物等有害气体,扩散到大气中,直接危害人体健康。④垃圾中含有许多有毒物质和病原体,同时垃圾是蚊、蝇、蟑螂和老鼠的孳生地,一些传染性的病毒、病菌通过垃圾堆繁殖、传播。

## 2 农村生活垃圾的处置现状

### 2.1 农村生活垃圾的收集现状

2008年9月宜兴市周铁镇分水村现场勘查发现,虽然该地区设立了垃圾收集水泥池,但由于村民居住分散,仍有部分村民将垃圾倾倒在附近河道或者洼地。此外,设计的敞口式垃圾收集池,周围存在垃圾散落现象;夏日垃圾若不及时清运,蚊蝇孳生现象严重;且随风迁徙遇雨渗滤,极易引发二次污染。

国内外生活垃圾处理经验表明,生活垃圾分类投放可提高垃圾后续处理效率、降低处理成本<sup>[14]</sup>。而农村居民环境保护意识差,武攀峰等<sup>[4]</sup>在宜兴市大浦镇渭湊村开展调查,通过问卷调查表明大部分村民缺乏垃圾分类收集意识,60%以上的村民根本没有听说过垃圾分类收集。

### 2.2 农村生活垃圾处置的管理现状

目前,在一些经济发达的农村,陆续开展了环境综合整治试点工作及创建文明卫生村活动,通过政府的专项启动资金投入,建立并运行生活垃圾收集、清运和处置系统是其中的主要内容之一。上海市南汇区2000年开始实行农村生活垃圾集中收集处置,按照“村收集、镇运输、区中转”的流程,城镇和集镇生活垃圾的收集和处置率达100%;行政村生活垃圾收集、处置率达80%以上;全面实现生活垃圾中转、运输机械化、封闭化<sup>[15]</sup>,但上海郊区农村基本属于半城镇化区域。江苏省宜兴市按照“组保洁、村收集、镇转运、县(市)集中处理”的运作模式,加强生活垃圾收

集、转运设施建设,建立完善的生活垃圾处理 and 运转管理体系。但该模式不仅增加了农村垃圾处理运输成本,更增加了城市生活垃圾处理设施的负担。上述经验均难以在太湖流域的广大农村进行推广。另外,从技术层面看,上述半城镇化区域采用的垃圾处理方式多为简易填埋,未能实现垃圾减量化、资源化、无害化的目标。

### 2.3 农村生活垃圾处置的技术现状

农村生活垃圾与城市生活垃圾组成并无显著差异,为此适用于城市生活垃圾处理的填埋、焚烧、堆肥等方法均可采用。武攀峰等<sup>[4]</sup>通过对各种垃圾管理模式的比较探讨,提出了适合经济相对发达的太湖地区农村以村为单位的垃圾分类收集方式和高温发酵堆肥、废品回收循环利用为主,兼以少量废物填埋为辅的处理模式。吴婧等<sup>[16]</sup>通过问卷调查和现场勘查对陕西省淳化县农村生活垃圾污染及处理现状进行分析,采用层次分析法对户用沼气池、户用堆肥池和小型焚烧炉3种主要处理方案进行经济效益、能源效益和资源环境效益的综合评价,结果表明户用沼气池的综合效益最高。当农户有足够的资金、土地资本和垃圾产生量时,应采用沼气池;当农户资金、土地资本和垃圾产生量有限时,也可以采用户用堆肥池。可见,农村生活垃圾的处理应以产沼气技术为宜。

### 3 农村生活垃圾“以废治废”新的处置方法

我国经济相对发达的太湖流域农村地区生活垃圾组分与城市无显著差别,但人均产生生活垃圾量仍远低于城市,其独特的分散特性决定了当前集中处理、共享城市生活垃圾处理设施的方法不科学和成本不经济。此外,居民由液化燃气灶替代柴草灶、畜禽集约化养殖使得秸秆和畜禽粪便废物的大量存在。而农村生活垃圾因其独特性,应综合考虑与其他生产与生活废物综合处置。

农村生活垃圾收集后,应考虑采取前处理分类,将垃圾按成分粗略分为可降解有机组分、可回收组分和惰性组分3类。其中可回收组分通过废品回收系统进入市场机制,惰性组分外运后干式填埋,从而实现了垃圾源头处理的减量化。

可降解有机组分的处理主要依靠厌氧发酵技术的原理,辅以秸秆等农林业废物共同组成骨料,利用畜禽粪便提供调节营养成分,铺设管道借助生活污水的回灌流动来分配养分,最终达到强化产沼和加速骨料腐熟程度的目的,从而实现农村废物的综合处置,其流程见图2。产生的沼气可

供周围村民供热,沼液和沼渣作为有机肥还农田或林地处理,恢复传统生活垃圾消纳途径的同时,实现了垃圾等废物处置的能源化和减量化。

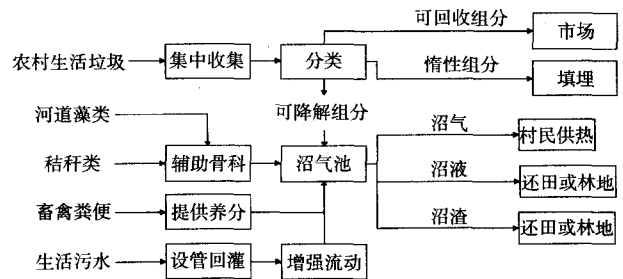


图2 农村生活垃圾新型循环途径

### 4 结束语

太湖流域农村地区生活垃圾的组成与城市生活垃圾无显著差别,为此可借鉴城市生活垃圾较为成熟的处理技术;但其产生量少,具有点多面广的空间分布特征,产生的生活垃圾若集中处理将受到运输成本等多因素的制约。为此,建议开展农村生活垃圾分拣前处理,以其中易腐成分就地处理,其他成分填埋和回收为主的方式较为适合。建议开发以易腐成分和辅以秸秆类废物为骨料,加以畜禽养殖粪便为营养,利用农村生活污水提供水分的一体化厌氧发酵技术实现农村废物的共处置,产生的沼气可供居民供热,沼液用于农林业灌溉,沼渣还田做肥料,最终实现农村垃圾的能源化、减量化和无害化。

### 参考文献

- [1] 郭红岩, 王晓蓉, 朱建国, 等. 太湖流域非点源氮污染对水质影响的定量化研究[J]. 农业环境科学学报, 2003, 22 (2): 150-153.
- [2] 徐洪斌, 吕锡武, 李先宁, 等. 太湖流域农村生活污水污染现状调查研究[J]. 农业环境科学学报, 2007, 26 (5): 375-378.
- [3] 金相灿, 叶春, 颜昌宙, 等. 太湖重点污染控制区综合治理方案研究[J]. 环境科学研究, 1999, 12 (5): 1-5.
- [4] 武攀峰, 崔春红, 周立祥, 等. 农村经济相对发达地区生活垃圾的产生特征与管理模式初探——以太湖地区农村为例[J]. 农业环境科学学报, 2006, 25 (1): 237-243.
- [5] 刘永德, 何晶晶, 邵立明, 等. 太湖流域农村生活垃圾产生特征及其影响因素[J]. 农业环境科学学报, 2005, 24 (3): 533-537.
- [6] 张后虎, 何晶晶, 瞿贤, 等. 卫生和生物反应器填埋场夏季  $N_2O$  释放的研究[J]. 环境科学研究, 2007, 20 (3): 108-112.
- [7] 何晶晶, 陈森, 张后虎, 等. 垃圾填埋场渗滤液灌溉及覆土土质对填埋场  $N_2O$  释放的影响[J]. 应用生态学报, 2008, 19 (7): 1591-1596.
- [8] 周雯, 董雅文. 上海南京深圳城市垃圾及处置的比较研究[J]. 环境污染与防治, 2000, 22 (3): 30-32.
- [9] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 1980-2004.
- [10] 王俊起, 王友斌, 李筱翠, 等. 乡镇生活垃圾与生活污水排放及处理现状[J]. 中国卫生工程学, 2004, 3 (4): 202-205.
- [11] 杨军安, 林超. 固体废弃物严重威胁水环境[J]. 海水水利, 1998 (3): 18-19.

垃圾随意堆放,既影响市容,又加大收集工人的劳动强度。

#### 4 生活垃圾收运对策

1) 发展密闭化生活垃圾收运技术及设备,淘汰敞开式垃圾收集方式,减少收运过程中的二次污染;发展压缩式垃圾运输车和有压缩功能的垃圾转运站,减少垃圾运输车辆的亏载,降低运输成本,缓解道路交通压力;合理确定垃圾收运方式,收运系统达到最经济、高效。居住区逐步推行垃圾收集袋装化,实行垃圾定点定时不落地收集,杜绝垃圾裸露对环境的污染。逐步推广生活垃圾的分类收集,实现垃圾减量化、资源化处理,解决垃圾综合处理技术难点。

2) 改变生活垃圾的收集方式,城市道路沿街店面,要大力发展定点定时垃圾车上门收集,道路宽度较小的采取小型机动车或人工定点上门收集。居住区:实行垃圾分类、上门袋装收集、压缩转运方式。建立“家→垃圾房→处理场”或“家→垃圾房→垃圾中转站→处理场”的垃圾收运系统。厂区:建立“厂区→垃圾桶(垃圾收集点)→中转站→处理场”4级垃圾收运系统。每个厂区应设置1个垃圾收集点,配以专用密封垃圾车定时定点收集转运至处理场。村庄:建立“农户→村垃圾收集站→镇中转站→处理场”4级垃圾收运系统。

3) 推行生活垃圾的分类收集政策。垃圾的分类收集遵循2点原则:有害物质(如灯管、过期药品等)收集,将其收运至填埋场进行固化处理;可降解有机物(如各集贸市场垃圾、厨余与其他垃圾)分类收集,政府部门集中区、高档居民小区集中区和各大酒店实行垃圾分类收集。分地区分类收集试点,逐步推广,居民将每日产生垃圾分类袋装密封后,投放至指定的垃圾容器,设计安放统一规格而颜色不同的垃圾容器,袋装垃圾放在容器中。垃圾容器颜色设计:蓝色装可回收物,红色装有害垃圾,灰色装其它垃圾。一般道

路两旁的废物箱可分为可回收物和不可回收垃圾,并应贴上醒目的标志。

4) 积极实行垃圾分类运输政策。如果仅在起始端分类,而在装运时又重新混到了一起,不仅不能起到分类作用,而且前期的分类也将完全不起作用。很多试点城市的经验已证明,分类运输的效率很低,这与垃圾分类的种类过细有关。若将垃圾分为干湿2类作为垃圾分类的过渡阶段,公众投放时会非常方便,而且在运输过程中和实际操作中也容易实现。

#### 5 结束语

目前,绍兴城区垃圾主要采用焚烧和填埋2种方式,主城区的居民生活垃圾进入垃圾焚烧厂焚烧处理,城郊的生活垃圾进入填埋场处理,2种处理方式互为补充,基本解决了城区生活垃圾的出路问题。但现有的处理方式存在资源化率低,焚烧和填埋2种处理方式的优势没有最大化,根本原因还是垃圾的源头管理缺失,垃圾管理还处在大量消费、大量废弃、大量混合的阶段。因此,发展综合化处置技术,分类收集、分类运输、分类处置、综合利用是垃圾末端处置的必然。通过上述处理流程,垃圾中的有机质得到再生利用,热值高的进行焚烧,焚烧后的残渣进行填埋,最终实现垃圾的减量化、资源化和无害化。

随着经济的发展和相关政策的实施,在发展传统技术及设备的基础上还应大力引进和推广国际先进的垃圾收运技术。目前国际最先进的垃圾收运采用真空管道垃圾收集系统,这种封闭式垃圾自动收集系统现已在一些城市中被纳入其城市发展规划中,绍兴城区高档的住宅小区已采用这一最新的现代化的垃圾管理技术,技术成熟后应推广到新建住宅小区。

#### 参考文献

- [1] 陶渊,黄兴华,邱江.生活垃圾收运模式研究[J].环境卫生工程,2003,11(4):211-213.

作者简介:吴文萍(1973—),工程师,主要从事环境卫生管理工作。

(上接第11页)

- [12] 夏立忠,杨林章,吴春加,等.太湖地区典型小城镇降雨径流NP负荷空间分布的研究[J].农业环境科学学报,2003,22(3):267-270.

- [13] Agrawal G D. Diffuse Agricultural Water Pollution in India[J]. Water Sci Technol, 1999, 39(3): 33-47.

- [14] Woodard R, Harder M K, Bench M, et al. Evaluating the Performance of a Fortnightly Collection of Household Waste Separated into Compostables, Recyclates and Refuse in the South of England[J]. Resour, Conserv Recy,

2001, 31(3): 265-284.

- [15] 祝金海,谷淑萍.加强生活垃圾管理创建农村优美环境[J].上海农村经济,2000,9:15-17.

- [16] 吴婧,韩兆兴,王逸汇,等.陕西省淳化县农户生活垃圾处理方案的比选与分析[J].生态与农村环境学报,2008,24(1):43-46.

作者简介:张后虎(1977—),工学博士,主要从事水污染控制与流域生态保护研究。