

太湖流域农村生活垃圾产生特征及其影响因素

刘永德, 何品晶, 邵立明, 杨 光

(同济大学 污染控制与资源化研究国家重点实验室, 上海 200092)

摘 要:以太湖流域的一个行政村为研究对象,依托新建的生活垃圾收集系统的运行和对村民的社会经济状况调查,分析了该村的生活垃圾产生特征及影响因素。结果表明,太湖流域农村生活垃圾的人均产生量已达周边城市的 1/3 左右,生活垃圾的组成以食品废物和包装物残余为主,区域性的家庭手工业亦对其组成有一定的影响。村民收入水平的增长、实际务农劳动力的减少、家庭养殖的萎缩、燃料的气体化和水冲卫厕所的普及与垃圾量增长间存在一定的相关性。生活垃圾的组成和性质使其较适合在废品回收利用的基础上采用生物处理后还田方式进行管理。

关键词:农村生活垃圾; 垃圾产量和垃圾组成; 社会经济因素; 太湖流域

中图分类号:X508 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-2043(2005)03-0533-05

Production and Feature of Rural Solid Wastes in Tailake Region of China

LIU Yong-de, HE Pin-jing, SHAO Li-ming, YANG Guang

(State Key Laboratory of Pollution Control & Resource Reuse, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: In Tailake Region, rural solid waste (RSW) is one of the major non-point pollution sources. For prevention and management of the sake of RSW pollution, the features of RSW generation and the factors that influence its generation needs to be fundamentally investigated. A village in the region was selected to study the production and features of RSW based on established collection system and socioeconomic investigation over villagers. The results showed that the production rate of RSW averaged at $255\text{ g}\cdot\text{d}^{-1}$ per capita, approximately one-third of that of municipal solid waste in Tailake Region. RSW in the region was mainly composed of food waste, ceramics waste, bricks debris and plastic package, glass, metals etc., accounting for 41.1%, 16.8%, 16.0% and 13.3% of the total RSW by weight, respectively. Cottage industry of ceramics posed a great effect on the production and composition of inorganic RSW. As increase of villagers' income, decrease of farming labors and poultry-breeding families, popularization of gas-fired stove and lavatory were the factors relevant to the increase of RSW production rate and variation of RSW composition. Future evolution of RSW was forecasted, revealing that the production rate will continuously rise, the ratio of putrescible waste (food waste) to recyclable waste by weight will keep relatively stable, while the proportion of inorganic waste in the RSW may decrease a little. According to the composition and characteristics, RSW was suitable for agricultural use after recover of recyclable materials and composting.

Keywords: RSW; production rates and composition; socio-economic factors; Tailake Region

在传统的农业经济条件下,农村生活垃圾产生后,通过直接还田等途径,几乎可全量循环,其循环途径见图 1^[1]。但随着我国社会经济的发展,农村经济不再是纯粹的农业经济,乡镇工业、商品流通业已渗入到我国农村经济之中,在部分农村地区甚至已替代了传统农业经济,成为农村居民经济收入的主要来源。

经济模式的变化对农村生活垃圾产生具有两方面的基本影响:(1)农村生活垃圾产生组成,因工业制成品消费的增加而日趋复杂;(2)农村生活垃圾传统的循环途径,因农村居民生产与消费模式的变化而日渐萎缩。两者作用的结果均使农村生活垃圾的“多余”(不能循环)量增加。

由于农村地区不存在作为城市基础设施的生活垃圾收集与处理系统,因此“多余”的生活垃圾就必然以“随意”的方式弃置于农村聚居点的周边,随意弃置的垃圾则以其特定的途径释放污染物成为农村环境

收稿日期:2004-08-21

基金项目:国家“863”高技术发展计划(2002AA601012)

作者简介:刘永德(1973—),男,博士生,主要从事固体废物处理与资源化研究。E-mail:solidwaste@mail.tongji.edu.cn

联系人:何品晶

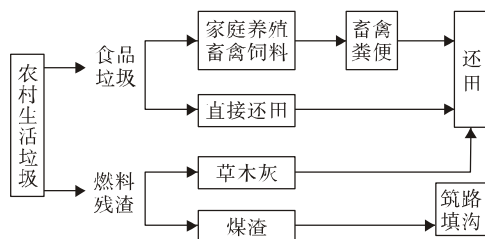


图1 传统的农村生活垃圾循环途径

Figure 1 Traditionally recycling flow of rural solid wastes

的污染源之一^[2]。

太湖流域是我国经济最发达的地区之一,区域经济的联动效应也使该流域的农村生产与生活模式发生了迅速的变化,其结果使该区域农村的经济发展处于全国前列(该流域县市大多居于我国的百强县市之列),但也使其环境污染水平大幅提高。农村生活垃圾是该区域面源污染的主要来源^[3,4],也是太湖流域污染防治的治理对象之一。

作为太湖流域农村生活垃圾污染治理的基础,必须要掌握该区域农村生活垃圾的产生特征,及影响其产生的主要因素^[5,6]。本文以太湖流域的一个行政村为研究对象,依托建立的生活垃圾收集系统和对村民的社会经济背景状况调查,分析了该村的生活垃圾产生特征及影响因素。

1 研究方法

1.1 研究对象特征

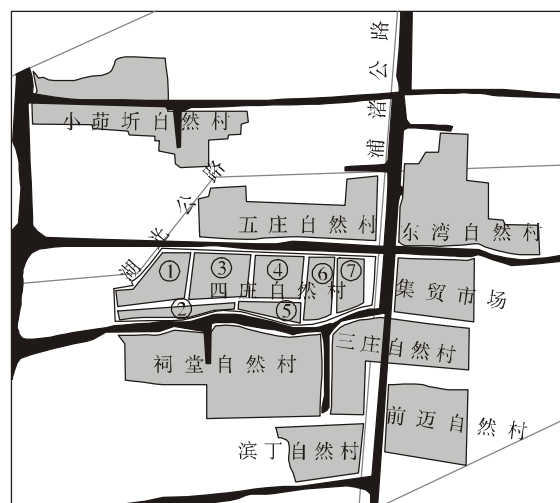
1.1.1 所在区位

研究的行政村属宜兴市大浦镇,位于宜兴市区东侧约20 km的太湖沿岸。全村土地面积约2.8 km²,地势平坦,属近代围垦的太湖滩地;具有典型的河网区特征,河网密度约7 km·km⁻²。全行政村由8个自然村组成,各自然村的村民居住地基本相联成片(参见图2),形成南北宽750 m、东西长950 m的集中居住地块。

1.1.2 人口与经济

该村2003年末常住人口2 190人,外来暂住人口450人,总户数860户。2003年全村完成社会总产值9 886万元,人均年收入为5 901元。三大产业在村民收入来源中所占的比例为:第一产业32%,第二产业22%,第三产业46%。其中第一产业以粮、油作物种植和塘养渔业为主,第二产业以建材业为主,第三产业以家庭制陶(紫砂)和零售业为主。

总体来看,该村的经济状况体现了太湖流域农村



①②③④⑤⑥⑦指四庄自然村各村民小组

图2 太湖流域某行政村的居住地块分布

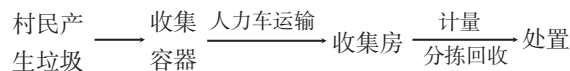
Figure 2 Distribution of residential areas in a village of Tailake Region

人多地少、以多种经营为方向的经济发展趋势,劳动力和经济收入分布均有从第一产业向第二、第三产业转移的显著趋向。

1.2 研究实施方法

1.2.1 生活垃圾收集

生活垃圾收集是确定农村生活垃圾产生量和组成的前提,为此在该村设置了生活垃圾收集设施。其基本的运行工艺为:



每个收集容器的服务半径为20 m左右,服务户数6~8户;收集容器每天以人力车集运一次。

1.2.2 生活垃圾量与组成分析

1.2.2.1 产生量

在上述生活垃圾收集设施运行前,对研究村域的积存垃圾进行了全面的清理。在收集系统运行后,通过定期巡查,村域内未发现新的垃圾堆积点,表明研究村域内所有村民投弃的垃圾已基本被收集,因此可根据收集量确定村民生活垃圾的产生量(或实际投弃量)。

每日对各收集容器中的垃圾进行称重计量,确定生活垃圾产生量。

1.2.2.2 组成分析

垃圾物理组成分析以该行政村四庄自然村为对象进行,该自然村四周为河道所环绕,相对孤立。将四庄自然村按村民居住片分成7个村民小组(位置分布参见图2)。每天将服务于各组的收集容器的垃圾称

重后,按组混合,再经四分减量后每组取约 20 kg 进行物理组分分拣、称重,并计算物理组成。

1.2.3 村民社会经济状况调查

为分析村民社会经济状况与其生活垃圾产生之间的关系,对四庄自然村所有的村民均作了入户调查,调查内容为:村民人均收入,劳动力状况,从业状况,劳动力年龄分布,家庭畜禽养殖状况,家庭手工业状况,燃料使用状况和卫厕状况等。

2 调查结果与讨论

2.1 生活垃圾产生量

在 2004 年 3 月 15 日至 5 月 2 日的 7 周内,调查村域的生活垃圾及其 4 种组分的人均日产生量,见表 1。可见农村生活垃圾即使在相近的季节条件下,也有一定的变化幅度,其变化主要与农副食品(易腐有机垃圾来源)上市时间和工业品(废品来源)购买周期有关。农村生活垃圾的人均产生量大致为同一区域城市居民的 1/3 左右^[1]。

2.2 生活垃圾组成与性质

调查期间四庄自然村生活垃圾物理组成状况见表 2。可见调查村域的生活垃圾的主要物理组分为食品废物、砖石、制陶废物和包装废物(塑料、玻璃、金属等),其中包装废物组分比例已接近周边城市^[1],显示出城市消费模式对农村的辐射效应,也提示了废品回收的潜力;生活垃圾中来自于固体燃料的灰渣比例不

大,显示该区域农村的民用燃料已基本气体化(液化石油气),生活垃圾中的制陶废物则是该区域家庭手工业活动的特征反映。

四庄自然村生活垃圾理化性质见表 3。其中的无机垃圾易与易腐有机垃圾分离,后者的有机物和植物养分含量较高,适合生物处理后农用,但易释放有机污染物及营养盐,是农村地区面源污染的重要来源。

2.3 社会经济因素对生活垃圾产生的影响

四庄自然村各村民组的社会经济调查部分结果见表 4。根据相关的研究^[7-8],这些社会经济因素与特定的垃圾组分的产生率有关,据此将各组的社会经济特征参数与其垃圾产生的相关数据作了线性相关分析,结果见图 3。该结果显示:

(1)人均收入与生活垃圾产生量近似呈正相关,见图 3(a)。这体现了消费水平对生活垃圾产生的增量效应。

(2)家庭养殖对食品垃圾减量的作用较显著。家庭养殖户比例与食品垃圾产生量近似呈负相关,见图 3(b),这与对家庭养殖户调查的结果相符,即全部泔脚、部分厨余及部分果皮通过禽畜养殖消纳掉,导致食品垃圾量减少。

(3)务农户比例与厨余垃圾产生量呈正相关。食品垃圾主要由果皮、厨余和泔脚三部分组成,务农户比例影响着食品垃圾中厨余的产生量,这是因为务农户副食品以自给为主,净菜过程中产生的厨余垃圾较

表 1 四庄自然村生活垃圾产生量调查结果(2004.3.15—2004.5.2)

Table 1 RSW production rate in Sizhuang Area(2004.3.15—2004.5.2)

项目		全部生活垃圾	易腐有机垃圾	无机垃圾	废品	毒性垃圾
人均日产生量 /g·d ⁻¹ ·人 ⁻¹	平均值	255	108	95	50	1
	范围	245~309	71~144	66~125	32~79	0~2
	逐日变异系数/%	12.1	19.4	13.6	21.8	48.2

表 2 四庄自然村生活垃圾物理组成调查结果(2004.3.15—2004.5.2)

Table 2 RSW composition in Sizhuang Area(2004.3.15—2004.5.2)

易腐有机垃圾/%				无机垃圾/%				废品/%						毒性垃圾	
食品垃圾	草木	小计		砖石	灰渣	制陶废物	小计	塑料	纸类	玻璃	金属	布类	其他	小计	/%
平均	41.1	1.4	42.5	16.0	4.5	16.8	37.3	9.2	6.2	1.6	0.3	1.9	0.5	19.7	0.5
范围	33.5~47.1	0.7~2.9	35.0~49.6	14~20.1	0.8~7.2	5.7~24.1	29.9~44.6	6.8~11.8	3.5~10.3	0.6~3.4	0.0~0.5	0.7~3.1	0.0~0.8	14.3~26.	0.3~0.7

表 3 四庄自然村生活垃圾理化性质分析结果

Table 3 Physical and chemical characteristics of RSW in Sizhuang Area

项目	容重 /kg·m ⁻³	含水率 /%	pH ¹⁾	VS ²⁾ /%	有机质 ²⁾ (C)/%	全氮 ²⁾ (N)/%	全磷 ²⁾ (P ₂ O ₅)/%	全钾 ²⁾ (K ₂ O)/%	低位热值 /kJ·kg ⁻¹
平均值	210	45.7	6.5	23.6	13.4	0.66	0.26	2.03	2318
范围	134~293	38.4~56.5	6.2~7.5	17.7~30.2	10.1~16.6	0.37~0.88	0.17~0.41	1.57~2.43	1683~3020

注:1) pH 测定采用水淬法,水与垃圾质量比为 5:1; 2) 占干基百分含量。

表 4 四庄自然村各村民组的社会经济状况

Table 4 Socioeconomic situations of different groups in Sizhuang Area

组别	1	2	3	4	5	6	7
村民户数/户	18	16	28	21	19	27	34
村民人数/人	60	61	85	70	35	96	105
人均年收入/元·人 ⁻¹ ·年 ⁻¹	5 517	5 066	7 176	4 714	4 291	5 604	6 457
务农户比例 ^D	0.58	0.56	0.45	0.43	0.42	0.33	0.24
家庭养殖户比例(家庭养猪户比例)	0.33(0.06)	0.50(0.06)	0.29(0.00)	0.33(0.14)	0.32(0.00)	0.30(0.00)	0.15(0.03)
柴灶使用比例	0.61	0.56	0.46	0.14	0.53	0.07	0.15
水冲卫厕使用比例	0.56	0.50	0.64	0.52	0.42	0.56	0.41

注:1)务农户指的是户内有实际从事农业生产劳动力者。

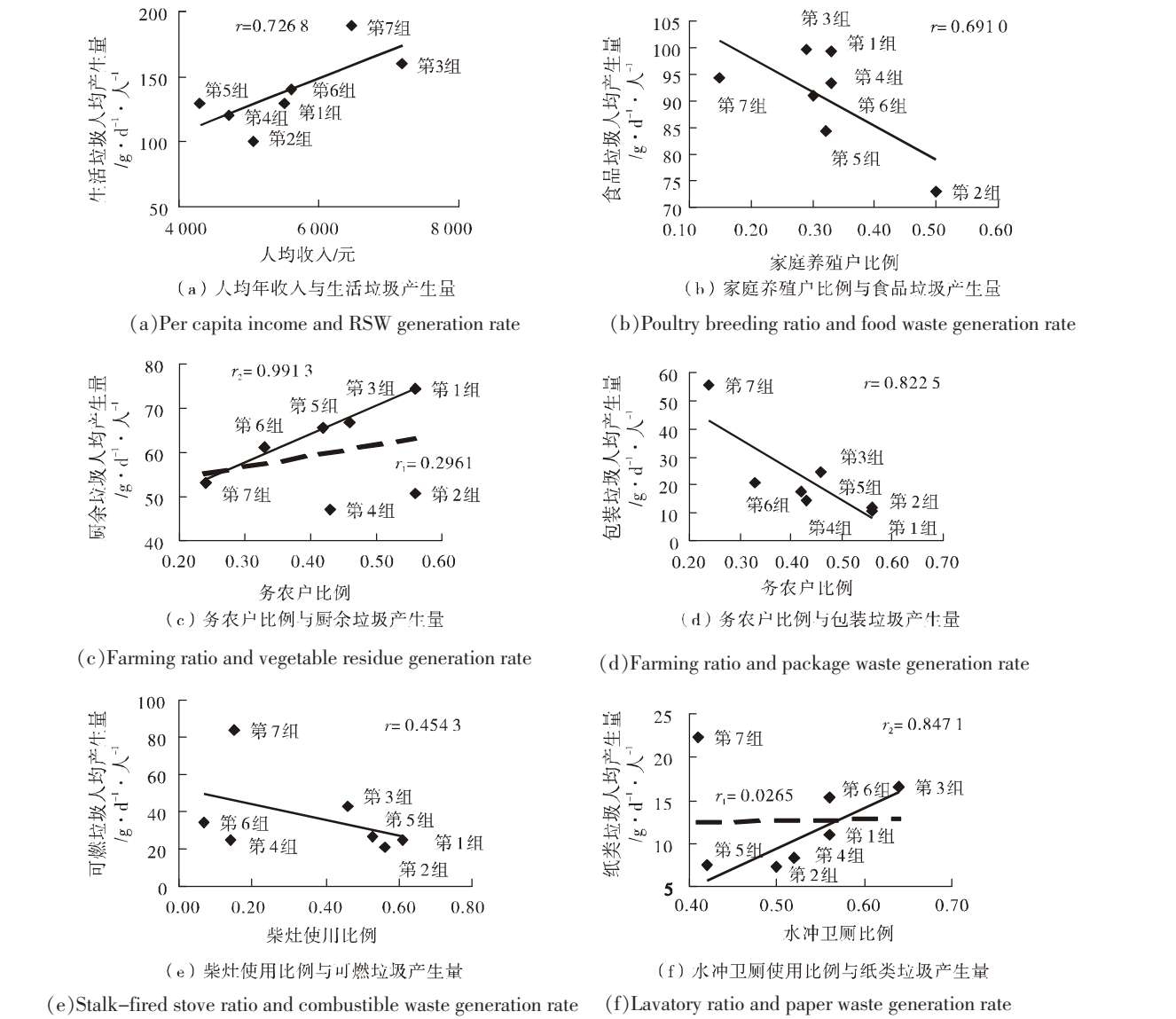


图 3 四庄自然村各村民组的社会经济状况与垃圾产生的相关性

Figure 3 Correlation between socioeconomic situations and RSW production in different groups of Sizhuang Area

食用市购蔬菜(净菜垃圾产生于集贸市场中)的非务农户多。从图 3(c)虚线看出,务农户比例与厨余垃圾产生量似无相关性,但这是家庭养殖带来的附加影响。第 2 组家庭养殖非常集中,第 4 组养猪户相对集中,产生的厨余垃圾被禽畜消纳,且猪消纳厨余垃圾量远大于鸡鸭。故将第 2 组和第 4 组分离后发现务农

户比例与厨余垃圾产生量呈强正相关,如图 3(c)实线所示。从包装垃圾产生量可证实务农户购买副食品的量较非务农户少,见图 3(d)。

(4)柴灶对可燃垃圾的消纳作用减弱。柴灶是可燃垃圾的传统消纳途径之一,部分可燃垃圾被村民用于替代柴草作燃料利用。但从图 3(e)看,柴灶对可燃垃圾的减量作用不显著,这与 2 个因素有关:其一,村民家的大部分柴灶不再用于做饭,而只用于烧洗澡水,柴灶使用次数减少,可燃垃圾消纳量减少;其二,村民环保意识增强,一些可燃垃圾(如塑料)不再作燃料利用,使柴灶失去对可燃垃圾的减量作用。

(5)卫厕用纸是农村纸类垃圾的主要来源。从图 3(f)虚线看不出纸类垃圾产生量与水冲卫厕使用比例存在相关性。这是因为第 7 组临近集贸市场,多数村民亦农亦商,商店、小吃店产生较多的纸类垃圾,掩盖了纸类垃圾产生量与水冲卫厕使用比例的相关性。但将第 7 组分离后发现纸类垃圾产生量与水冲卫厕使用比例呈正相关,如图 3(f)实线所示,与垃圾分拣中发现纸类垃圾以卫厕用纸为主的事实相符,这削弱了农村生活垃圾中纸类回收的可行性。

2.4 农村生活垃圾产生趋势简析

人均收入水平的持续提高,柴灶为气体燃料灶具的替代、水冲卫厕进一步普及和家庭养殖比例下降等,这些为太湖流域农村社会经济发展趋势所决定的垃圾增量因素将持续存在。虽然务农户比例下降可能导致村民居住区食品垃圾产生量下降,但就农村整体而言,只是食品垃圾产生点发生了转移(从居住区转移至集贸市场),不构成实际的垃圾减量作用。因此,该区域农村生活垃圾的产生量将趋向于增加。

而根据我国和发展中国家城市生活垃圾组成的变化趋势^[9,10],太湖流域农村生活垃圾的易腐有机物类和废品类组成比例将相对维持稳定,无机垃圾含量则会随燃料灰渣产生量的进一步减少而略有下降。

3 结论

(1)对太湖流域某村生活垃圾产生状况调查表明,其生活垃圾人均产生量平均为 $255 \text{ g} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{人}^{-1}$,该产生量约是周边城市的 1/3,其变化主要与农副食品(易腐有机垃圾来源)上市时间和工业品(废品来源)购买周期有关。

(2)从对更长期的太湖流域农村生活垃圾产生量影响因素分析表明,村民收入水平的增长、实际务农劳动力的减少、家庭养殖的萎缩、燃料的气体化和水

冲卫厕的普及均与垃圾产生量呈正相关。由于这些垃圾增量因素将持续存在,预期该区域农村生活垃圾的产生量仍将继续增加。

(3)太湖流域农村生活垃圾的主要物理组分为食品废物、砖石、制陶废物和包装废物(塑料、玻璃、金属等),分别占垃圾总量的 41.1%、16.0%、16.8%、13.3%,而区域性的家庭手工业是引起生活垃圾中制陶废物较多的原因。

(4)家庭养殖的萎缩引起易腐有机物类增加,实际务农劳动力的减少、燃料的气体化和水冲卫厕的普及引起废品类垃圾增加,上述两类因素同时存在,相互作用。因此,未来太湖流域农村生活垃圾的易腐有机物类和废品类组成比例将相对维持稳定,无机垃圾含量则会相对下降。

(5)因垃圾中制陶废物主要由区域性的家庭手工业产生,产生户相对集中,可通过规范化管理,实现与生活垃圾其他组分相分离,使生活垃圾组分主要为易腐有机物类和废品类,较适合在废品回收利用的基础上采用生物处理后还田方式进行管理。

参考文献:

- [1] 何晶晶,冯肃伟,邵立明.城市固体废物管理[M].北京:科学出版社,2003.
- [2] 潘美媛.杭州市余杭区农村面源污染状况与治理对策[J].能源工程,2003,1:43-45.
- [3] 夏立忠,杨林章,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.
- [4] 刘润堂,许建中,等.农业面源污染对湖泊水质影响的初步分析[J].中国水利,2002,6:54-56.
- [5] Abu Qdais H A, Hamoda M F, et al. Analysis of residential solid waste at generation[J]. *Waste Management & Research*, 1997, 15: 395-406.
- [6] Daskalopoulos E, Badr O, et al, Municipal solid waste: a prediction methodology for the generation rate and composition in the European Union countries and the United States of America[J]. *Resources Conservation and Recycling*, 1998, 24: 155-166.
- [7] 何晶晶,邵立明.城市垃圾资源利用前景的分析[J].长江流域资源与环境,1996,5(2):133-138.
- [8] Dennison G J, Dodd V A, et al. A socio-economic based survey of household waste characteristics in the city of Dublin, Ireland. I. Waste composition[J]. *Resources, Conservation and Recycling*, 1996, 17: 227-244.
- [9] 刘常青,陈健飞.福州市生活垃圾产量及物理成分调查研究[J].土壤与环境,2002,11(3):258-263.
- [10] Otoniel Buenrostro, Gerardo Bocco, et al. Classification of sources of municipal solid wastes in developing countries[J]. *Resources, Conservation and Recycling*, 2001, 32: 29-41.