

青岛市餐厨垃圾现状调查及分析*

王 攀 任连海 赵 苗
(北京工商大学食品学院, 北京 100048)

摘要 通过问卷与实地跟踪形式调查青岛市 4 个主城区餐厨垃圾现状并提出关于餐厨垃圾管理和处置的建议, 力求为该市餐厨垃圾的资源化利用提供参考。调查结果显示: 餐厨垃圾产量为 265.00 t/d, 含水率为 74.93%、含油率为 6.06%、营养物为 12.22%(质量分数); 54.4% 的调查餐饮单位将餐厨垃圾分为剩饭菜、废油和生活垃圾 3 类排放, 需进一步加强餐厨垃圾分类放置的管理工作; 所调查餐饮单位中有 64.4% 的剩饭菜、54.3% 的废油由政府统一收运, 统一收运率有待进一步提高; 正规回收的餐厨垃圾为 197.66 t/d, 被用于堆肥或进行填埋处置。

关键词 餐厨垃圾 产量 成分分析 分类 收运

The investigation and analysis of current output of restaurant garbage in Qingdao WANG Pan, REN Lianhai, ZHAO Miao. (School of Food and Chemical Engineering, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048)

Abstract: The investigation of restaurant garbage output in the 4 main districts of Qingdao was carried out in the form of questionnaires and on-site tracking, base on which, the suggestions on restaurant garbage management and disposal were put forward so as to provide reference data for the recycling of restaurant garbage. According the results of survey, the output of restaurant garbage in Qingdao was estimated as 265.00 t/d; the water content, oil content and nutrient content of restaurant garbage was detected as 74.93%, 6.06% and 12.22% (mass fraction) respectively; 54.4% of investigated units classified the restaurant garbage into three categories: food waste, waste cooking oil and municipal solid waste, it was necessary to pay more attention to restaurant garbage classification; of all the restaurant garbage collected from investigated units, 64.4% food waste and 54.3% waste cooking oil were unified collected and transported by government, however, the unified collection rate still need to be improved; 197.66 t of restaurant garbage was collected by government per day, some of which was reused in composting plant or treated by landfill.

Keywords: restaurant garbage; output; component analysis; classification; collection and transportation

餐厨垃圾是指家庭、饮食服务、单位供餐等活动中产生的食物残渣和废料, 其中饭店、食堂等餐饮单位的餐厨垃圾具有产量大、来源多、分布广的特点, 是我国餐厨垃圾的主要产生源^{[1],[2]45}。

青岛市是我国北方开放较早的沿海城市, 该城市经济的飞速增长带动了餐饮业的发展, 餐厨垃圾的产量也随之增长。目前, 已有学者对国内一些城市餐厨垃圾的处理方式及管理政策进行了调研^[3-5], 但缺少对城市餐厨垃圾产量、成分、分类、收运以及循环利用情况的调查分析。本研究对青岛市餐厨垃圾主要产生源的饭店以及企事业单位的食堂进行了较详细的调查, 力求为该市餐厨垃圾的处理和处置提供参考。

1 餐厨垃圾调查及分析方法

1.1 调查方法

采用调查问卷与实地跟踪形式调查青岛市餐厨

垃圾的产生现状。问卷内容包括餐饮单位的基本信息, 如名称、餐厅类型、地址、餐桌数、客流量以及所属菜系类别、餐厨垃圾产量、分类方式、存放方式、收集方式、循环利用等信息。调查范围为青岛市 4 个主城区, 包括市南区、市北区、李沧区和四方区。根据青岛市餐饮业管理部门提供的信息, 将餐饮单位分为大型(桌数 ≥ 30 台)、中型(15 台 $\leq$ 桌数 < 30 台)、小型(桌数 < 15 台)饭店和食堂 4 类。

调查工作在 2012 年 6 月进行, 为青岛市夏季餐厨垃圾产生现状, 由季节不同而造成的餐厨垃圾差异情况将在下一步调研工作中分析讨论。本次调查共发放 120 份调查问卷, 采用分层抽样方法对 4 个主城区进行问卷调查, 实际收回有效调查问卷 103 份。表 1 为各区调查问卷收回情况。

餐厨垃圾产量的计算公式为:

$$W = (X_1 + X_2 + X_3 + X_4) / 1000 \quad (1)$$

式中: W 为青岛市餐厨垃圾产量, t/d; X_1 为大型饭

第一作者: 王 攀, 女, 1983 年生, 博士, 讲师, 主要从事固体废物管理和资源化利用研究。

* 国家环境保护公益性行业科研专项(No. 201109035); 北京工商大学青年启动基金资助项目(No. QNJ2012-23)。

店餐厨垃圾产量, kg/d; X_2 为中型饭店餐厨垃圾产量, kg/d; X_3 为小型饭店餐厨垃圾产量, kg/d; X_4 为企事业单位食堂餐厨垃圾产量, kg/d。

表 1 青岛市 4 个主城区餐厨垃圾调查问卷收回情况
Table 1 The distribution of collected questionnaires of 4 districts in Qingdao 家

项目	饭店			食堂	合计
	大型	中型	小型		
市北区	6	5	7	6	24
市南区	12	8	14	4	38
李沧区	3	7	2	4	16
四方区	3	4	13	5	25
合计	24	24	36	19	103

1.2 餐厨垃圾成分检测方法

从所调查的 120 家餐饮单位中抽取 10 家(包括大型饭店 2 家、中型饭店 2 家、小型饭店 4 家、食堂 2 家)作为餐厨垃圾的采样点进行采样, 每样 500 g, 采集后立即送回当地实验室进行成分分析, 包括含水率、含油率、可燃物含量、营养物含量及杂质含量的测定。含水率依据《食品中水分的测定》(GB 5009.3

—2010)进行检测; 含油率依据《食品中粗脂肪的测定》(GB/T 14772—2008), 采用索氏提取法检测; 可燃物包括废纸、废塑料等, 采用重量法检测; 杂物包括玻璃、金属、骨头等, 采用重量法检测; 营养物包括淀粉、蛋白质、纤维素等, 根据差量法计算。

2 调查结果与分析

2.1 菜系调查情况

不同的饮食特色会导致餐厨垃圾成分不同, 从而影响其处理工艺的选择。从图 1 可见, 青岛市鲁菜餐饮单位数量居多。鲁菜突出的特点是咸、鲜, 沿海的鲁菜以海鲜为主, 这些特色使青岛市的餐厨垃圾中盐分含量较高, 虾壳、蟹壳这类杂物含量较高。其他菜系的数量次之, 主要是鲁菜和外来菜的混合菜系。青岛市的川菜馆数量也较多, 川菜绝大多数属于中低档菜馆, 在青岛市以及全国各地都较受欢迎。由于川菜普遍油重, 所以食用川菜较多会使餐厨垃圾中油脂含量较高。

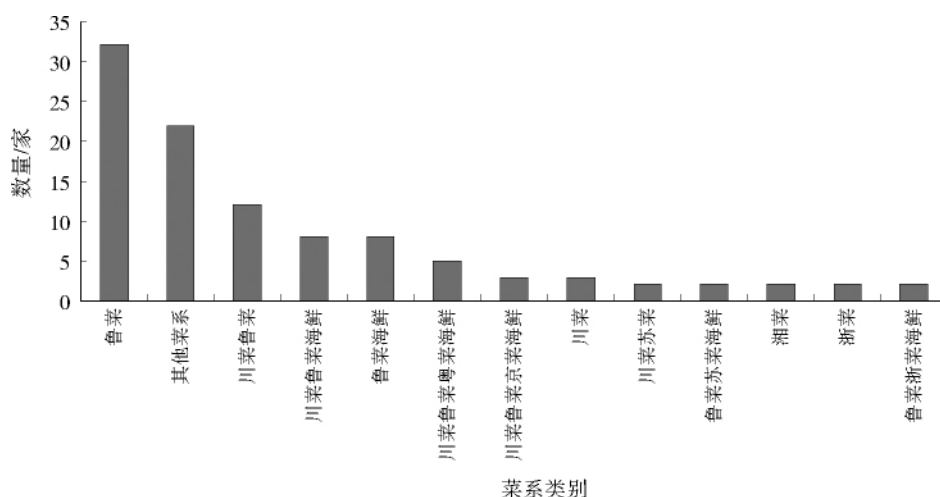


图 1 调查餐饮单位的菜系类别
Fig. 1 The investigation of different cuisines

2.2 餐厨垃圾产量及成分分析

2.2.1 餐厨垃圾产量分析

青岛市 4 个主城区目前有大型饭店 232 家、中型饭店 1 111 家、小型饭店 3 307 家, 食堂 515 家, 总计 5 165 家(数据由青岛市餐饮业管理部门提供)。从图 2 可看出, 大型饭店产生的剩饭菜量最多, 平均产生 146.0 kg/(d·家)。剩饭菜产量依次为大型饭店>中型饭店>食堂>小型饭店, 这一现象基本和到各餐饮单位就餐人群的经济收入水平一致。大型和中型饭店产生的废油(主要指煎炸废油以及隔油池分离出的油)量分别平均为 7.0、5.5 kg/(d·家), 小型饭店和食堂的废油量在 1~2 kg/(d·家)。

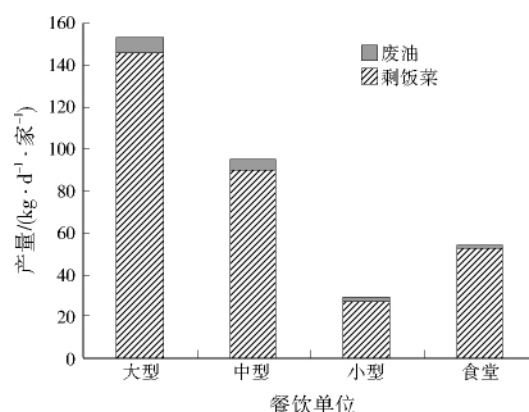


图 2 青岛市 4 类餐饮单位餐厨垃圾产生情况
Fig. 2 Outputs of restaurant garbage generated from 4 kinds of restaurants

表 2 青岛市餐厨垃圾成分
Table 2 The component of restaurant garbage in Qingdao

指标	客流量 (人·d ⁻¹)	含水率 /%	含油率 /%	可燃物质量分数 /%	杂物质量分数 /%	营养物质质量分数 /%
大型饭店 1	600	72.81	7.34	0.24	12.00	7.61
大型饭店 2	650	70.33	6.10	2.14	13.47	7.96
中型饭店 1	450	71.33	8.72	0.54	8.15	11.26
中型饭店 2	400	72.09	8.32	1.51	9.71	8.37
小型饭店 1	80	77.04	5.73	0.00	0.26	16.97
小型饭店 2	100	75.42	3.53	3.27	2.55	15.23
小型饭店 3	200	76.21	3.72	3.89	2.36	13.82
小型饭店 4	150	78.95	4.68	1.38	1.38	13.61
食堂 1	200	78.90	7.31	0.78	1.85	11.16
食堂 2	300	76.25	5.13	0.39	2.06	16.17
平均		74.93	6.06	1.41	5.38	12.22

相比而言,大型和中型饭店产生的废油量较高,应加强对餐厨废油的正规回收和循环利用工作。

对收回的调查问卷进行分析计算得出各类餐饮单位餐厨垃圾产量,由式(1)可得青岛市 4 个主城区餐厨垃圾产量为 265.00 t/d。

2.2.2 餐厨垃圾成分分析

餐厨垃圾成分是制订餐厨垃圾管理政策和处理技术的重要参数。根据目前国内餐厨垃圾利用情况,以及可能的资源化利用途径,确定各城市餐厨垃圾成分测定指标为含水率、含油率、可燃物、杂质及营养物质含量。如果含水率过高,填埋处置将造成渗滤液量大幅增加,焚烧处理则需要耗费大量能量蒸干水分^[6-7]。含油率测定是为了确定餐厨垃圾中可回收的废油脂量,废油脂含量越高,餐厨垃圾回收价值越高。可燃物含量高低则决定该类废弃物采取焚烧处理或制取垃圾衍生燃料的可行性^[8]。杂质含量代表难以资源化和减量化处理而必须进行填埋处置的物质含量。营养物是指餐厨垃圾中的碳水化合物、蛋白质等成分。餐厨垃圾中含有氮、磷、钾等有用元素,而重金属等有毒有害物质含量少,所以营养物质含量高的餐厨垃圾则可用于生产肥料或通过厌氧发酵产沼、产氢^{[2]45-46,[9],[10]104}。

从表 2 可看出,青岛市 4 类餐饮单位餐厨垃圾的含水率较高,平均值为 74.93%,和北京、杭州等城市餐厨垃圾含水率相当,不易采用焚烧和填埋处理^{[10]102}。餐饮垃圾中含油率平均为 6.06%,油脂经过回收加工后可产生生物柴油等化工原料,但是如果流入非法渠道而被重新加工成食用油,则会带来严重的食品安全问题,因此应加强对餐厨废油的管理和回收利用。青岛市饮食以海鲜为特色,所产生的杂物大多是虾壳、蟹壳、贝壳等,而且含量较高,可

考虑将这些壳类物质分选出来生产高附加值产品。餐厨垃圾中营养物平均为 12.22%,处理餐厨垃圾时可选择微生物技术,如利用厌氧发酵工艺将其资源化利用。

2.3 餐厨垃圾分类存放情况调查分析

2.3.1 餐厨垃圾分类情况分析

对餐厨垃圾进行分类排放是餐厨垃圾资源化处理的前提条件和关键所在。首先应将生活垃圾与餐厨垃圾分开放置,例如废弃包装袋、酒瓶、碎陶瓷等都是餐饮单位常见生活垃圾,如果混到餐厨垃圾里将对其饲料化、肥料化或厌氧发酵处理带来不利影响;其次应将餐厨垃圾中的剩饭菜和废油分开放置,这样便于废油脂回收利用。从表 3 可看出,54.4%的餐饮单位将餐厨垃圾分为剩饭菜、废油和生活垃圾 3 类排放,这些餐饮单位分类工作较到位;30.1%的单位将餐厨垃圾分为剩饭菜、生活垃圾 2 类排放,但是大约有 40%的餐饮单位没有将废油与剩饭菜分开放置,不利于餐厨废油的回收利用。因此,青岛市应加强剩饭菜、废油和生活垃圾的分类宣传及管理工作,以便于餐厨垃圾和生活垃圾的后续处理。

表 3 餐厨垃圾分类排放情况
Table 3 Classification of restaurant garbage

项目	回答情况	
	问卷数量/份	所占比例/%
分为 3 类排放	56	54.4
剩饭菜和废油	7	6.8
分为 2 类排放	31	30.1
剩饭菜和生活垃圾	3	2.9
废油和生活垃圾		
其他方法排放	6	5.8
总计	103	100.0

2.3.2 餐厨垃圾存放情况调查分析

从表 4 可看出,64.1%的调查餐饮单位将产生的餐厨垃圾放在专用空间,35.9%的将餐厨垃圾堆

放在厨房或其他场所。将餐厨垃圾放置于专用空间一方面方便餐厨垃圾的收集运输,另一方面有利于保持餐厅的清洁卫生,避免招引虫蝇污染食物,消除潜在的健康隐患。为了便于餐厨垃圾收运工作的进行,建议相关部门为餐饮单位统一配备垃圾桶,并采取高端科技技术,如在垃圾桶上安装芯片,这样可将餐饮单位的基础信息和餐厨垃圾产量信息反馈于收运总部。从而收运单位可对城市每天的餐厨垃圾总量进行统计,为餐厨垃圾处理工序提供基础信息,还起到监视餐饮单位餐厨垃圾产量、防止餐厨垃圾流入非法渠道的作用。

表4 餐厨垃圾存放情况
Table 4 The storage of restaurant garbage

项目	问卷数量/份	所占比例/%
餐厨垃圾专用空间	66	64.1
厨房	30	29.1
其他场所	7	6.8
总计	103	100.0

2.4 餐厨垃圾收运情况调查结果与分析

2.4.1 餐厨垃圾收运情况的分析

餐厨垃圾的收运情况调查结果见表5。剩饭菜、废油和生活垃圾被政府统一收运率分别为64.4%、54.3%、81.4%,其余垃圾由私人或个体、自行运走。将近一半餐饮单位产生的废油被私人或个体、自行收运,废油的合理化利用难以保障。在餐厨垃圾资源化利用方面,西宁市是国内起步较早的城市,据西宁市餐厨垃圾收运情况调查结果显示,剩饭菜和废油的统一收运率分别为94.0%和95.7%,说明该市餐厨垃圾基本进入了正规处理渠道,与西宁市相比,青岛市餐厨垃圾统一收运率还存在一定差距,有待进一步提高。因此,政府应加强对剩饭菜和废油的收运管理工作,建立健全餐厨垃圾收运体系,严禁餐饮单位擅自买卖、处理餐厨垃圾,并严厉打击没有资质的个人收运餐厨垃圾等行为。

表5 青岛市餐厨垃圾收运情况
Table 5 The collection and transportation of restaurant garbage in Qingdao

项目	剩饭菜	废油	生活垃圾
政府统一收运率/%	64.4	54.3	81.4
私人或个体收运率/%	31.1	37.1	13.4
自行收运率/%	5.8	8.6	5.2

2.4.2 餐厨垃圾收运付费情况的分析

从表6可看出,29.1%的餐饮单位将剩饭菜交由政府统一收运,处理时要支付一定费用,其余大部分餐饮单位不管将餐厨垃圾交由政府还是私人收运均不发生费用。餐厨废油的资源化利用价值较高,

所以其收运付费情况与剩饭菜不同,大部分餐饮单位可以向政府或私人领取费用,这也是目前国内普遍存在的市场规律。餐厨垃圾的收运本应遵从“谁排放,谁付费”的原则,但是由于其处理成本高于生活垃圾,目前在青岛市以及国内的其他城市很难推行下去。如果政府强制实施“谁排放,谁付费”,那么餐饮单位有可能将餐厨垃圾混入生活垃圾或私自交与个人。建议餐厨垃圾的收运首先经历一个“不发生费用”的过渡期,等相关政策健全以及人们的意识提高后再执行“谁排放,谁付费”。

表6 青岛市餐厨垃圾的付费情况
Table 6 The payment situation of restaurant garbage of Qingdao

分类	费用	政府统一收运/%	私人或个体收运/%	自行收运/%
剩饭菜	支付	29.1	4.9	1.9
	不发生	34.0	25.2	2.9
	领取	0	1.0	1.0
废油	支付	13.6	3.9	1.0
	不发生	8.7	16.5	1.9
	领取	32.0	16.5	5.8
生活垃圾	支付	60.2	1.9	1.0
	不发生	21.4	13.6	3.9
	领取	0	0	0

2.5 餐厨垃圾去向分析

将政府统一收运餐厨垃圾视为正规回收,将私人或个体以及自行收运餐厨垃圾视为非正规回收,分析了青岛市餐厨垃圾的物流去向。目前,青岛市餐厨垃圾处理设施正在建设中,由于没有正式投产运行,正规回收的餐厨垃圾经过中转被送入小涧西堆肥厂进行粗堆肥(数据由堆肥厂提供)或进行填埋处理。非正规回收的餐厨垃圾一般被送往城郊养殖场直接作为饲料喂养牲畜,另外还有一部分被提炼加工成再生油。根据调查问卷结果,统计出所调查的103家餐饮单位的餐厨垃圾去向比例,其中约74.6%的餐厨垃圾流向正规渠道,约25.4%的餐厨垃圾流向非正规渠道。根据以上比例以及青岛市餐厨垃圾产量情况推算出的本市目前餐厨垃圾的总体物流路径如图3所示。从图3可看出,青岛市正规回收的餐厨垃圾为197.66 t/d,正规回收量较大,但是由于没有专门的处理设施,餐厨垃圾没有得到很好的资源化利用。目前,仍有67.34 t/d的餐厨垃圾流向了非正规渠道,还需进行餐厨垃圾收运方面的监管工作。

2.6 青岛市餐厨垃圾管理和处置的建议

(1) 源头减量化。建议相关部门要求餐饮单位明示菜品分量、指导顾客合理搭配菜品、宣传“绿色

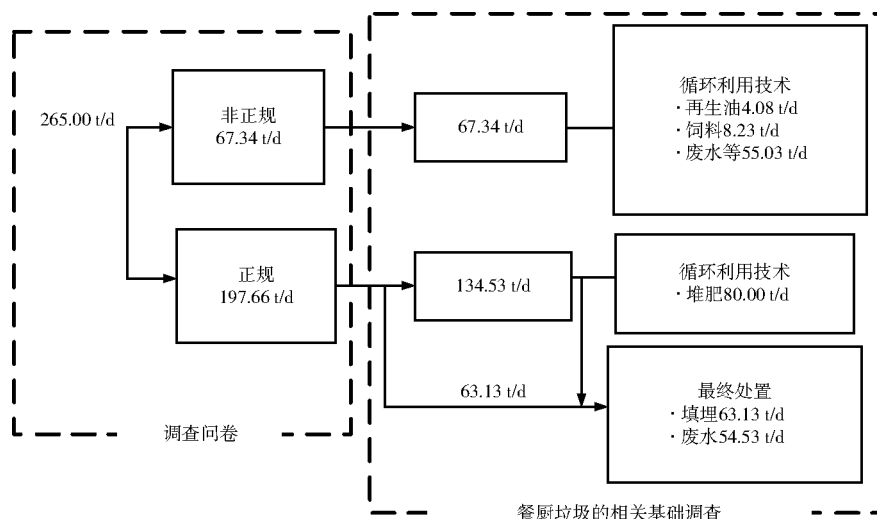


图3 青岛市餐厨垃圾物料流程

Fig. 3 The material flow of restaurant garbage of Qingdao

消费”，即使有剩也要科学打包。(2)加强餐厨垃圾分类工作。对餐饮单位进行宣传教育，使剩饭菜、废油、生活垃圾分开放置，以降低餐厨垃圾后续处理的难度，从而减少能耗，提高餐厨垃圾的处理效率。(3)完善收运体系。在收集运输方面，规定餐厨垃圾必须由环卫部门或有资质的企业收运，避免出现车辆撒漏、乱停乱放、私自买卖等现象发生，并建立数字化监管平台，在运输车辆加装全球定位系统(GPS)装置，对其进行实时监控。(4)健全法律法规。目前，青岛市已发布《青岛市餐厨废弃物管理办法》(征求意见稿)，规定餐厨垃圾的收运、处置实行特许经营制。建议继续完善餐厨垃圾的减排、分类排放、付费等方面的法律、法规。我国以及各城市也应尽快出台相关法律，控制餐厨垃圾的产生，促进已产生餐厨垃圾的资源化处理顺利进行，维护食品安全。(5)建立稳定、高效、节能的处理设施，确保餐厨垃圾的减量化、资源化和无害化处理。(6)通过宣传册、报纸、电台、网络等途径大力宣传，并在公共场所设置明显的电子屏幕、标识牌等设施，对市民进行尽量减少餐厨垃圾的温馨提示，增加市民对餐厨垃圾的了解，提高安全意识和节约意识，使餐厨垃圾减量化、资源化的理念逐渐深入市民心中。

3 结 论

(1) 将青岛市的餐饮单位分为大、中、小型饭店和食堂进行调查，通过对调查问卷所得数据的统计分析得出青岛市4个主城区餐厨垃圾产量为265.00 t/d。其中，197.66 t/d的餐厨垃圾流向正规渠道，应继续完善收运体系和处理设施，逐渐实现餐厨垃

圾正规化处理。

(2) 青岛市餐厨垃圾含水率为74.93%、含油率为6.06%、营养物为12.22%，应加强废油和营养物的资源化利用。

(3) 有54.4%的调查单位将餐厨垃圾分为剩饭菜、废油和生活垃圾3类放置，其余单位则分为2类放置，仍需加强对餐饮单位的宣传教育，做好餐厨垃圾的分类工作，以利于餐厨垃圾的后续处理和循环利用。

(4) 所调查餐饮单位中有64.4%的剩饭菜、54.3%的废油由政府统一收运，应提高剩饭菜和废油的统一收运率，避免进入非法渠道。

参考文献：

- [1] 张保霞,付婉霞.北京市餐厨垃圾产生量调查分析[J].环境科学与技术,2010,33(12):651-654.
- [2] 任连海,聂永丰.餐厨垃圾管理的现状、问题及对策[J].中国环保产业,2010(12).
- [3] 林鸿胜.上海市餐厨垃圾管理的立法分析[J].城市管理,2005(2):68-70.
- [4] 吴克,徐卫峰,俞志敏,等.合肥市餐厨有机垃圾的资源和处理展望[J].再生资源研究,2006(4):31-33.
- [5] 刑汝明,吴文伟,王建国,等.北京市餐厨垃圾管理对策探讨[J].环境卫生工程,2006,14(6):58-61.
- [6] PARK Y J, TSUNO H, HIDAKA T, et al. Evaluation of operational parameters in thermophilic acid fermentation of kitchen waste[J]. J. Mater. Cycles Waste Manag., 2008, 10(1):46-52.
- [7] JIANG Jianguo, LOU Zhiying, NG S, et al. The current municipal solid waste management situation in Tibet[J]. Waste Manag., 2009, 29(3):1186-1191.
- [8] 汪群慧,马鸿志,王旭明,等.厨余垃圾的资源化技术[J].现代化工,2004,24(7):56-59.
- [9] 刘晓英,李秀金,董仁杰,等.北京市餐厨垃圾产生状况及厌氧发酵产气潜力分析[J].可再生能源,2009,27(4):61-65.
- [10] 黄宝成,张钊彬,赵婷婷,等.杭州市生活垃圾分类收集实施情况调查及分析[J].环境污染与防治,2011,33(7).

编辑:黄 苇 (修改稿收到日期:2012-10-30)