

Current Situation of Treatment and Countermeasures Research of Municipal Solid Waste in Shanghai City

Peng Qian, Hualin Wang, Fengqin He

(State Key Laboratory of Chemical Engineering, School of Mechanical and Power Engineering, East China University of Science and Technology 200237, Shanghai, China)

Abstract: With the acceleration of urban constructing and the population increasing in shanghai, municipal life waste have made heavy pressure to cities surrounding ecological environment. Living litter effective treatment is extremely important. An overview of the status quo and waste disposal problems in shanghai was provided and the implementation of sustainable development in shanghai living disposal of the proposed measures were put forward.

Key words: municipal solid waste (MSW); shanghai; waste disposal; disposal management

上海市城市生活垃圾处理现状及对策研究

钱 鹏, 汪华林, 何凤琴

(化学工程联合国家重点实验室, 华东理工大学机械与动力工程学院, 上海, 200237)

Email: qp923@126.com

摘要: 随着上海城市建设的加快, 人口的增多, 城市生活垃圾对城市周边的生态环境造成了沉重的压力, 生活垃圾的有效处理显得极为重要。通过对上海市主要垃圾处理场的调查, 分析总结出上海市的生活垃圾处理现状及存在的问题, 并提出了可以实现上海生活垃圾处理可持续发展的建议措施。

关键词: 城市生活垃圾; 上海; 垃圾处理; 处置管理

1 引言

随着上海市经济的快速发展和人民生活水平的普遍提高, 生活和生产过程中产生的各种生活垃圾日益增多。这些源源不断、大量产生的生活垃圾, 已成为一个困扰城市发展、污染市容环境、影响市民生活的社会问题。但是俗话说垃圾是放错位置的资源, 化腐朽为神奇才是上作。

2 上海城市生活垃圾的特点

表 1^[1]是上海历年清运垃圾统计表。由表 1 看出, 相对于 2002 年来说, 2009 年的垃圾清运量增长了近 1 倍。

表 1 上海历年垃圾清运数据统计
Table1 The statistical data of traffic volume of shanghai MSW from 2002 to 2009

年份	清运生活垃圾 (万吨)
2002	467
2003	585

2004	610
2005	622
2006	658
2007	702
2008	678
2009	710

表 2 是 2002 年上海市各区域生活垃圾组分表^[1]。

由上海市的数据可看出, 其中食物和建筑垃圾之和占人均垃圾总产生量的大部分, 而金属、玻璃、竹木、纸张和塑料所占比例很低。与发达国家相比, 上海生活垃圾的成分^[2]具有餐厨垃圾含量高的特点。同时与其他国家相比, 上海的餐厨垃圾有着自己的特点, 具体表现为含水率高, 水分占到垃圾总重量的 80—90%; 有机物含量高, 在高温条件下, 很容易腐烂变质, 产生臭味, 对收集地点附近的居民健康来说是一个威胁; 餐厨垃圾含废弃油脂多。随着上海经济的快速发展, 人民生活水平逐步提高, 垃圾组分出现的这些新特点, 要求有与其相适应的垃圾综合处理方法。

表 2 2002 年上海市各区域生活垃圾组分表
Table3 MSW Components of Shanghai and suburbs in 2002
(单位: 湿重%)

种类	市区	浦东	近郊	远郊	平均
纸类	9.1	4.0	5.7	3.7	7.1
塑料	13.2	8.9	16.0	9.9	12.6
竹木	1.2	1.8	0.8	0.8	1.2
织物	2.9	2.3	2.1	2.2	2.6
餐厨	53.7	75.4	60.4	72.9	60.3
果类	14.5	2.9	8.6	5.1	10.7
金属	0.9	0.1	0.8	0.4	0.7
玻璃	3.3	1.3	2.5	3.4	3.0
炉渣	1.1	2.3	2.8	1.3	1.6

4	美商生化处理厂	1000
5	黎明填埋厂	750
6	松江填埋厂	400
7	奉贤焚烧厂	80
8	青浦赵屯堆厂	1000
9	三林应急堆厂	8000

3 上海城市生活垃圾处理现状

城市生活垃圾的处理有露天堆放、填埋、焚烧、蚯蚓分解、热解等常用方法^[3]。上海城市生活垃圾的处理处置是以无害化、资源化、减量化为目标,考虑垃圾处理的效果,所以,上海城市生活垃圾的处理处置方式主要还是以填埋、焚烧和堆肥为主。表 3 为目前上海生活垃圾处理方式汇总表。本文选取上海市三个典型的垃圾处理厂,并对其垃圾处理方式进行分析。

3.1 上海老港生活垃圾填埋场

上海老港生活垃圾填埋场是市政府为解决上海市区面临的生活垃圾产量逐年增多而出路日益困难这一不断加剧的矛盾而决策兴建的。垃圾场的建设总共分为四期,运营已有 20 年,前三期未达到卫生填埋的标准,以启动封场。上海老港四期于 05 年 12 月正式投入运营,是全亚洲最大、技术最先进的生活垃圾卫生填埋场。目前大部分生活垃圾已转移到“上海老港生活垃圾处置有限公司”即“垃圾填埋场四期”进行处理。每天,老港生活垃圾填埋场总计处理 8500 吨生活垃圾以及 1000 吨污泥,严重超出其设计标准。主要处理市区的垃圾和浦东新区地区的垃圾,市区的垃圾的运输方式采用水运方式,浦东新区的垃圾采用陆运方式。

表 3 生活垃圾处理设施汇总
Table2 The summary of MSW processing plant

序号	处理设施名称	处理规模 (t/d)
1	老港填埋厂	4900
2	江桥焚烧厂	1500
3	御桥焚烧厂	1000

3.2 上海江桥生活垃圾焚烧厂^{[7][8]}

上海江桥生活垃圾焚烧厂位于嘉定区江桥镇建新村,占地 200 亩,总建筑面积约 35000 平方米,总投资 9 亿元,工程建设规划为日处理生活垃圾 1500 吨。采用德国 Steinmuller 炉排炉技术,半干法+活性炭吸附+布袋除尘器烟气处理工艺,装机容量 24MW。该厂关键技术与设备全部从欧洲引进,并根据上海地区生活垃圾的特点,进行了本土优化,以保证垃圾充分燃烧,确保烟气在 850°C 以上炉内停留 2 秒钟,控制二噁英的产生。并安装了在线检测仪,实时监控烟气排放情况。在厂门口竖立公共电子屏向社会公示,主动接受公众监督。烟气处理、二噁英的控制均达到欧盟 92 标准。整个工艺流程采用高度自动化水平的分散控制系统,实现了现代化焚烧厂生产经营“人员少、效果好、水平高”的目标。该厂主要处理黄浦、静安两区全部和普陀、长宁、嘉定三个区的部分生活垃圾。该厂每吨垃圾焚烧后可发电 100-250 度,除满足本厂自用外,预计全年可对外售电 1 亿度左右。2006 年通过了国家环保总局的环保验收。目前正准备扩建工程,扩建之后江桥垃圾焚烧厂日处理垃圾将达到 3500 吨。同时,在全市范围内加快垃圾运输集装箱改造,减轻垃圾运输过程中的环境影响。符合上海市相关规划的要求,是确保上海城市生活垃圾资源化、减量化、无害化处理的重要举措,具有重要意义。

由于垃圾没有分类,焚烧厂是直接对原生垃圾进行焚烧,导致垃圾含水量过高,焚烧热值低,渗滤液达到了进厂垃圾总量的 25%,超出设计标准,炉渣质量不高^[4],不能回收利用,须运到老港垃圾填埋场填埋。

3.3 上海浦东美商生化综合处理厂

上海浦东美商生化综合处理厂现有的处理能力是 1000 吨/天,占地面积 209 亩,总投资 2.3 亿元人民币,年产有机肥 3.6 万吨。该厂处理工艺的核心是生物堆肥和机械分选两个部分。生物堆肥处理系统采用高温、好氧快速发酵工艺,将筛选、驯化后的复合菌在不同阶段投加,其作用为缩短堆肥周期、消除臭味。堆肥产品可用于城市绿化等。在分选阶段,根据垃圾的形状、体积、

比重、运动碰撞时弹跳高度等,利用风力、重力、磁力、弹跳、形状、速度等分选技术,将金属、电池、打火机、木头、织物、纸张、塑料、砖石、玻璃等分选开,最终实现混合垃圾的资源分类回收。这些物品经过分类后,绝大部分都可用于回收利用领域。将废塑料进行加工,加工后的塑料再生料可用于多种行业产品的原材料,比如制造电子、电工器材、建筑材料、包装容器等。另外,该厂关键环节都使用了计算机监控,这些监控主要包括发酵温度检测单元、发酵物料氧气含量检测单元和厂区环境检测单元。通过在线自动监测可提供实时数据,反馈历史趋势图,实现适时报表打印,优化生产控制参数,以便管理人员及时进行工艺调整,达到工艺及环保要求。

上海浦东美商生化综合处理厂对厂区周边空气污染严重,垃圾减量效果不明显,35%-40%残余量需要运到黎明填埋场填埋。还有15%左右的渗滤液需要运到御桥垃圾焚烧厂的渗滤液处理工程去处理。

3.4 综合分析

卫生填埋技术经济上投资最省,运行费用也最低,但填埋场需占用较大场地,其选址的难度将会越来越大。生活垃圾焚烧法在国外是一种处理生活垃圾的成熟技术,它具有占地面积小、运行稳定可靠、选址难度低等优点,但因经济投入较大,且其烟气(特别是二噁英等)对环境的影响也备受人们所关注。生活垃圾生化处理法^[5]投资与运行费用不太高,生活垃圾生化处理使有机生活垃圾成分得到充分利用,有比较明显的减量化和资源化效果^[6]。生活垃圾分选和回收利用因为资源化效果最好,选址容易,投资和运行费用较低,最符合当前的发展趋势,但应保证源头分类的高效,才能达到较好的分选效果。总之,卫生填埋、焚烧、生化处理、回收利用等垃圾处理技术及设备都有相应的适用条件,在坚持因地制宜、技术可行、设备可靠、适度规模、综合治理和利用的原则下,可以合理选择其中之一或适当组合^[7]。鼓励采用以上四类垃圾处理技术为核心的综合处理方式。

4 上海垃圾综合处理存在的问题分析

4.1 分类收集效果欠佳,生活垃圾总量控制形势严峻,处理能力不足。

上海城市居民对于垃圾问题所产生的危害及垃圾的资源化处理的必要性和重要性认识不够,十分不利于垃圾资源化处理工作的开展,如目前在上海城区主要街

道中推行的分类收集,虽然居民小区都设立了分类收集的垃圾筒,但到目前为止,因为公众的环保意识不高,随手乱丢垃圾的现象比较普遍,甚至垃圾收集人员收集垃圾时又把分类好的垃圾混装运走,此举严重影响了居民的积极性,目前垃圾的混合收集还是目前上海普遍采用的垃圾收运模式。导致上海虽然花了大代价实施分类收集垃圾,意图实现垃圾源头减量,但实施效果不理想。

4.2 垃圾处理设施功能单一,综合处理设施缺乏。

上海市垃圾成分复杂,垃圾分类效果差,基本上是直接对原生垃圾进行处理,导致无论是焚烧、堆肥还是填埋,处理效果都很差。比如说,湿垃圾热值低,影响焚烧;垃圾中的重金属影响堆肥质量等。因此,应该根据上海市垃圾的复杂成分发展垃圾综合处理^[8],对垃圾进行分类,特别是将餐厨垃圾单独分类,发展餐厨垃圾处理技术^[9],这样无论是垃圾焚烧、堆肥、填埋的处理效果都能比目前有明显提高。

4.3 生活垃圾资源化利用不高

由于存在废品回收系统对生活垃圾产生源的分流作用(生活垃圾中价值较高的可回收利用成分被多次分拣、出售、再生利用),进入环境卫生系统的生活垃圾不具有明显的直接再生利用特征。生活垃圾的资源化利用还包括生物转化利用和能源转化利用等。前者通过生活垃圾综合处理设施及小型生化处理机就地消纳来实现,后者通过生活垃圾焚烧发电等设施来实现。目前,上海市进行生物转化和能源转化的生活垃圾量不到20%,资源化利用水平亟待提高。上海对城市生活垃圾的资源化利用管理的法律法规尚不完善。城市生活垃圾资源化利用是实现可持续发展的重要途径,也是保护环境和削减污染的手段之一。因此,需要特殊的法律手段和配套的法律制度来支撑和保障。

4.4 处理系统相对封闭,不利于垃圾综合处理与利用

目前,环卫部门管理的生活垃圾收集、运输、处理处置系统仍然是一个相对封闭的体系。它与整个社会的资源体系、工业生产原料供给体系、农业生态循环体系、市民的环境观念以及其他产业和行业的发展,都存在明显的脱节。例如,占生活垃圾中相当一部分是有机垃圾,它是生产有机复合肥的上好原料,但由于生活垃圾处置系统与农业系统建立生态循环体系之间缺乏有效沟通和统筹,形成一方面需投入大量人力、物力、财力去处置这些垃圾,而另一方面农村大量施用化肥,造成农村

生态循环系统受到危害的局面,大量的可再生资源被白白浪费。

5 上海城市生活垃圾处理发展对策^[10]

为从根本上解决城市垃圾综合处理难题,笔者认为对策应主要包括:

5.1 重视垃圾处理系统规划

通过编制垃圾综合处理系统规划^[10],将科学规划、合理布局、统筹协调的理念贯穿从垃圾收集、运输、调配到处理处置的全过程,有利于采用多元化技术,逐步做到各取所需,发挥最佳的综合效应。通过规划的编制和实施,应当把生活垃圾的综合处理和资源再利用,与城市园林绿化、市政建设、农业生产、工业制造等有机地结合起来,逐步形成和扩展生活垃圾综合处理和资源再利用的产业链。

5.2 建立垃圾分类回收制度

城市垃圾的处理效果和程度与垃圾再利用有很大的关系,其中分选技术是垃圾处理的关键。只有将垃圾合理分成若干类,才能真正做到物尽其用。瑞士、德国采用的分选技术均为一般的磁性、重力、风力、弹跳、人工的方法。利用这些方法可分离出含铁、含铜等为主的废物。我国也有能力独立设计和制造这些分选设备。

通过将垃圾筛分、磁分离、风力分离、重介质分离、光分离等多种分离技术综合处理城市垃圾,铁质产品、有色金属、塑料、有色玻璃、无色玻璃、陶瓷石头等产品分离成若干类,使废物充分再利用,这样做需要较大的投入,但在上海完全可以率先实施,起到一定的示范作用,从而实现垃圾的再利用和减量化。

5.3 餐厨垃圾与其他垃圾分类收集

有机垃圾是城市生活垃圾的主体,约占城市生活垃圾总量的60%左右。由于种种原因,目前我国城市生活垃圾基本还是混装收集,其中餐厨垃圾比例高达37~62%,有机质占干物质的95%以上,水分含量达85~90%。混合垃圾焚烧和填埋处理时热值较低,填埋场渗滤液污染浓度高,从而导致焚烧和填埋处理出现相应问题。并且随着人们环境保护意识的提高,以及餐厨垃圾单独收集与处置,从而能够减轻城市生活垃圾的处理难度。因此如果将餐厨垃圾在源头上分离出来,进行单独收集与处理利用,不但可以实现城市垃圾减量化,减少中转和运输费用,而且有利于城市垃圾的焚烧和填埋处理,降低其运行成本,还可以对垃圾中的有机物质

回收利用。同时,我们加快对餐厨垃圾处理机器的开发和研制,在减少垃圾体积,除去垃圾臭味的同时,探索进一步如何降低小型生化处理设施成本及运行成本,便于进一步推广和应用。因此,可以预测将来的食物垃圾处理机必然由机械研磨型向生化处理型转变,其市场潜力是巨大的。

5.4 促进垃圾综合处理新技术的研究开发

建设垃圾资源化利用示范生产线。鼓励开展垃圾衍生燃料化等各种垃圾资源化利用研究,建设示范型生产线,不断提高城市生活垃圾治理水平和垃圾资源化利用技术的产业化水平。

鼓励发展城市生活垃圾综合利用的各类技术,以垃圾资源化利用潜在的经济价值为导向,重点加强对有机复合肥技术、废塑料综合利用技术、废电池资源化利用技术、大件生活垃圾处理利用技术的研究开发和应用。同时,组织开展对垃圾收集、运输、处理的工程技术研究,引进消化国外先进技术,加快成套设备研制。

5.5 在源头上实现垃圾的减量化

在源头上对垃圾减量是解决垃圾问题的关键,不仅可以节省大量的资源,而且可以减轻后续处理的负荷。通过限制一次性物品的使用,规范产品包装行为,减少过度包装,改进产品包装的设计和对现有包装重复使用,力求减少一次性消费品产生的垃圾。制定有关生活垃圾减量化、资源化的法规,将生活垃圾的回收利用纳入法律轨道。

在有条件的社区、宾馆、医院、工厂等,部分垃圾可以进行现场的处理。

5.6 建立长效的监管机制

垃圾综合处理系统的规划、建设和运营是一项综合性、协调性的工作。相关管理部门要实施总体协调及宏观调控,逐步建立与之相适应的管理和监督机制。

首先,要建立健全高效完善的管理体系,制定相关管理方法,明确管理部门对垃圾综合处理的责任,提高各级管理部门对垃圾综合处理的重视程度。

其次,要完善相关的检查考核体系。一方面将垃圾综合处理的工作纳入管理部门的目标考核体系,对实施情况进行检查考核;另外一方面加强和完善对综合处理设施的全过程监管,提高其建设和运营的水平。

最后,要深化社会化参与机制。借助新闻媒介,通过各种各样的宣传教育活动,提高居民参与的自觉性和积极性,引导形成有效社会监督机制,进一步提高全社

会的环境意识。

References (参考文献)

- [1] National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. *China Statistical Yearbook* 2009[M]. China Statistical Publishing House, 2009 (Ch).
中华人民共和国国家统计局, 中国统计年鉴 2009[M], 中国统计出版社, 2009.
- [2] Du Wupeng, Gao Qingxian, Zhang Sizhen. The Emission Status and Composition Analysis of Municipal Solid Waste in China [J]. *Research of Environmental Science*, 2006, 5(19) (Ch).
杜吴鹏, 高庆先, 张思琛, 中国城市生活垃圾排放现状及成分分析[J], 环境科学研究, 2006,5(19).
- [3] Liu Dong, Luo Yi, Jiang, Dingyou. Incineration and Separate Collection of MSW China [J] *Resources Comprehensive Utilization*, 2006,9(24):18-20 (Ch).
刘东, 罗毅, 江丁酉, 城市生活垃圾焚烧发电与分类收集[J], 中国资源综合利用, 2006, 9(24): 18-20.
- [4] Zhang haiying, Zhao youcai, Qi Xueyu. Reuse of MSWI Fly Ash in Making of Glazed Tile [J]. *Environmental Engineering*, 2006, 24(5):56-59 (Ch).
张海英, 赵有才, 祁学玉, 生活垃圾焚烧飞灰在饰面砖中资源化应用技术[J], 环境工程, 2006, 24(5): 56-59.
- [5] Xu Wenlong, Zhang Jin, He Pinjing. Ullus Leidel, Zhang Jian. Discussion on the Function and Process Optimazation of MSW Compositing [J]. *Environmental Engineering*, 2006, 24(2):50-55.
- [6] Shao Liming, Jin Taifeng, He Pinjing, Zhang Dongqing. Shao Liming Jin Taifeng He Pinjing Zhang Dongqing[J]. *Chinese Journal of Environmental Engineerin*, 2008, 2(9):1231-1234 (Ch).
邵立明, 金泰峰, 何晶晶, 张冬青, 产物循环对生活垃圾好氧生物处理过程的影响 [J], 环境工程学报, 2008,2(9):1231-1234
- [7] YUAN Ke, XIAO Hui-ping, LI Xiaodong. Development and application of municipal solid waste incineration in China [J]. *Energy Engineering*, 2008, 5:43-46 (Ch).
袁克, 萧惠平, 李晓东, 中国城市生活垃圾焚烧处理现状及发展分析[J], 能源工程[J], 2008,5:43-46.
- [8] Xie Haiwei, Zhang Yufeng, Zhang Yan. Experimental study on the co-firing power generation of municipal solid waste and biomass [J]. *Chinese Journal of Environmental Engineering*, 2007, 1(10):100-103 (Ch).
解海卫, 张于峰, 张艳, 城市生活垃圾与生物质混烧发电技术的试验研究[J], 环境工程学报, 2007,1(10): 100-103.
- [9] Li Zhi. A Study on the Kitchen Waste Management Status and Countermeasures in Shanghai [J]. *Shanghai Environmental Sciences*, 2009, 28(1):43-46 (Ch).
李志, 上海市餐厨垃圾管理现状及对策研究[J], 上海环境科学, 2009,28(1): 43-46.
- [10] Hu Zhifei, Guo Huaicheng. Optimization Study on MSW Planning and Management [J]. *Environmental Engineering*, 2004, 22(4):45-49 (Ch).
胡治飞, 郭怀成, 城市生活垃圾管理规划优化研究[J], 环境工程, 2004,22(4): 45-49.