

我国城市生活垃圾处理技术方式的选择

屈志云, 王敬民, 刘 涛, 颜廷山

(中国城市建设研究院 环卫工程设计研究所, 北京 100029)

摘 要: 介绍了我国城市生活垃圾常用的处理方式填埋、堆肥和焚烧以及厌氧发酵和热分解 2 种前沿技术, 重点进行了优缺点的比较, 进而提出了城市生活垃圾处理技术方式选择的定性化依据——因地制宜、因时制宜、因技术制宜和因财力状况制宜。

关键词: 城市生活垃圾处理; 方式选择; 填埋; 堆肥; 焚烧; 厌氧消化; 热解

中图分类号: X799.3 文献标识码: A 文章编号: 1005-8206(2006)03-0058-03

Superficial View of the Method Selection of China MSW Treatment

Qu Zhiyun, Wang Jingmin, Liu Tao, Yan Tingshan

(Institute of Environmental Sanitation Engineering, China Academy of Urban Construction, Beijing 100029)

Abstract: All kinds of method of MSW treatment landfill, compost, incineration, anaerobic digestion, and pyrolysis were briefly introduced, and their advantage and disadvantage were respectively compared, and reasonable qualitative basis of the method selection of China MSW treatment or adopting measures according to local condition, time, technology, and financial status was put forward.

Key words: MSW Treatment; Method Selection; Landfill; Compost; Incineration; Anaerobic Digestion; Pyrolysis

随着我国社会和经济的持续发展, 市民生活水平的不断提高, 源源不断的城市生活垃圾, 已成为污染环境、影响生活的社会问题, 各地都在积极寻找合理且有效的解决方法。生活垃圾处理有卫生填埋、好氧堆肥和焚烧 3 种通常采用的技术方法, 以及近几年国内出现的厌氧发酵和热分解两种前沿技术。不同的地区应选择合理且有效处理方法。

1 常用生活垃圾处理技术的分析

1.1 基本原理简要阐述

高温堆肥是依靠自然界中广泛存在的细菌、放线菌、真菌等微生物, 人为地、可控制地促进有机物转化为稳定的腐殖质的生物化学过程, 最终的产物称为堆肥。堆肥是废物的一种无害化的稳定的形式。

焚烧发电是将城市生活垃圾进行高温热处理, 在 800~1 000 ℃ 的焚烧炉膛内, 垃圾中可燃成分与空气中的氧进行剧烈的化学反应, 放出热量, 转化为高温的燃烧气和少量而性质稳定的固体残渣, 燃烧气可以作为热能用于发电, 残渣可直接填埋。残渣体积为垃圾体积的 5%~10%, 残渣质量为原生垃圾质量的 10%~25%。

卫生填埋法是采取防渗、铺平、压实、覆盖和导气对城市生活垃圾进行填埋, 以及对填埋气

体、渗滤液等进行治理并达标排放的处理方法, 它是所有垃圾处理工艺剩余物的最终处理方法。在填埋过程中垃圾发生生物、物理、化学变化, 使有机物得到彻底分解, 达到无害化目的。

1.2 技术应用分析

高温堆肥、焚烧发电和卫生填埋 3 种方法各有利弊, 表 1 是 3 种常用垃圾处理技术在投资、处理成本和污染控制方面的比较。

堆肥是生化处理, 是无害化较为有效的方法。分析我国的城市生活垃圾成分构成变化趋势, 特别是经济较发达地区, 由于城市气化率的提高(北方地区集中供热普及率的提高也会显著降低垃圾中的灰渣含量), 垃圾灰渣含量显著降低, 厨余类有机物成为垃圾中最主要的成分。无论从环境保护, 还是从资源循环利用角度, 厨余类有机物处理的最佳方式就是使其转化为稳定的有机肥料, 实现碳物质的自然循环。从这个意义上说, 堆肥处理有很大的发展潜力。而目前我国城市垃圾大都采用混合收集的方式, 这种方式难以实现堆肥(特别是无预处理的静态堆肥)处理。

理论上可以通过预分选处理将厨余类有机物分选出来, 但一方面增加运行成本, 另一方面难以保证堆肥产品的质量, 此外单纯的厨余类有机物由于水分高, 需要添加骨料才适宜进行堆肥, 这也是目前我国城市垃圾堆肥处理发展面临困境

收稿日期: 2006-04-03

的主要原因之一。对于广大中小城市,低成本堆肥技术有广阔的市场,如静态仓式好氧堆肥技术。

表1 我国城市生活垃圾3种常用处理技术在投资、处理成本和污染控制方面的比较

	卫生填埋	好氧堆肥	焚烧发电
吨投资(万元,不计征地费)	18~20(单层合成衬底,压实机进口)	25~30(制有机复混肥,国产化率60%)	50~70(余热发电上网,国产化率50%)
处理成本(元/t)	35~55	50~80	90~160
地表水污染	完善的渗沥水处理设施,不易达标	可能性较小,污水应经处理后排入城市管网	炉渣填埋时与垃圾相仿,但飞灰较难处置
地下水污染	场底防渗、投资大	可能性较小	可能性较小
大气污染	有轻微污染、可用导气、覆盖、隔离带等措施控制	有轻微气味,应设除臭装置和隔离带	应加强对酸性气体、重金属和二氧化硫的控制和治理
土壤污染	限于填埋场区域	需控制堆肥重金属含量和pH	灰渣不能随意堆放
主要环保措施	场底防渗、日覆盖、沼气导排、渗沥水处理等	恶臭防治、粉尘控制、污水处理、残渣处置	噪声控制、烟气和灰渣处理、恶臭防治

焚烧是垃圾减量化最好的手段,残渣体积仅为垃圾体积的5%~10%,对设备和技术人员要求较高,这也是制约其在经济不发达地区广泛应用的重要因素。首先垃圾焚烧处理主要适合于可燃垃圾,对于无机物含量较高、水分较高、发热量较低、需要添加辅助燃料才能燃烧的生活垃圾具有一定局限性。

焚烧适用于进炉垃圾平均低位发热量至少要达到5000 kJ/kg。目前许多地区的垃圾均达不到这一数值,尚不能采用焚烧方法处理。其次是垃圾产生量过小也不适合垃圾焚烧发电。1981年日本科学技术厅资源调查会公布的第83号报告(有关从一般废弃物、污泥中回收利用能的调查报告)中,按人口多少对垃圾发电问题提出了4种情况的实施方案:不满10万人口的城市,由于垃圾量少不利于发电和供热;10~30万人口的城市可以建焚烧厂,发电仅供本厂使用;30~100万人口的城市焚烧发电除自用外,还可以外送一部分;100万人口以上的城市,可以进行正规发电。此外,资金投入大,焚烧厂日处理量一定要达到300 t以上最好600 t以上才能达到赢利运行,焚烧厂建设初始投资很大,目前中小城市财力很难承受,处理费至少100元/t垃圾。

卫生填埋是一种最常用的垃圾处理方法,其处理费用低,方法简单,但容易造成地下水和大气二次污染。目前主要是施工和建设不能严格执行有关设计和建设标准,当然也有设计不合理

的因素,如果能做到分区建设、分区填埋、雨污分流、场底防渗、填埋气体的收集并利用(发电或提纯)以及渗沥液浓缩(用填埋气燃烧提供热能)或回灌到填埋场,则将是合理及实用的垃圾处理技术。城市建设的不断发展,填埋场地选址越来越困难,适宜的城市垃圾填埋场场地会越来越少,运输距离也越来越远。

2 生活垃圾处理前沿技术

2.1 基本原理简要阐述

厌氧发酵又称厌氧消化、厌氧产沼,是在特定的厌氧环境下有机质进行的生物降解过程。在这个过程中有机物不断被几种微生物的组合体分解,最后将其中大部分的碳以甲烷和二氧化碳的形式释放出来。被分解的有机碳化物中的能量大部分储存在甲烷中,仅一小部分有机碳化物氧化成二氧化碳,释放的能量作为微生物生命活动的需要^[5]。

热分解是利用有机物的热不稳定性,在缺氧条件下加热使分子量大的有机物产生裂解,转化为分子量小的燃料气、液体(油、油脂等)。热分解的生成物,因分解反应条件不同而有所不同。

2.2 技术特点

有机垃圾厌氧消化处理是发达国家特别是欧洲近10 a来积极开发并获得应用的一项前沿的垃圾生物处理技术。它与传统的卫生填埋相比,将厌氧消化过程由几年缩短到30 d以内;与好氧堆肥相比,改变了占地大、处理时间长,管理复杂和产生有害气体等问题。厌氧消化处理具有过程可控制、易操作、降解快、生产过程全封闭,产物可计量和再利用等特点。在分类收集的条件下,这一技术在我国将有广阔的应用前景^[1]。

然而,厌氧发酵和高温堆肥存在同样的问题,就是混合收集生活垃圾难以用来发酵,即使通过预分选可以将厨余类有机物分选出来进行厌氧发酵产气和制有机肥,但实际上此举一方面增加运行成本,另一方面产品有机肥的质量也难以得到保证。但厌氧发酵与高温好氧相比最大优点是不需要消耗外界能量,垃圾本身产生的能量(生物气)足以维持自身使用,且大部分(70%以上)可以向外界提供,产生效益^[1]。表2是厌氧消化与有机垃圾好氧堆肥工艺比较。

热分解与焚烧不同,焚烧只能回收热能,而热分解可以从废物中回收可以储存、输送的能源

表 2 有机垃圾好氧堆肥与厌氧消化工艺比较

特 征	好氧堆肥	厌氧消化
能 量	消耗能量	产生能量
终 产 品	腐殖质(堆肥) CO_2 , H_2O	腐殖质(堆肥) CO_2 , CH_4
减容率(%)	约 50	约 50
反应时间(d)	20 ~ 30	20 ~ 40
主要目的	减小垃圾体积	产生能量
次要目的	生产堆肥	减小垃圾体积, 生产堆肥
臭 味	较大	基本无异味
占地面积	较大	较小
投 资	较高	较高
运行成本	较高	较低

(油或燃料气等)。这是热分解的一大优点。但废物的热解因废物的种类多、变化大、成分复杂,要稳定连续的热分解,在技术上和运转操作上要求都十分严格。因此,热分解设备费用和处理成本也较高,热分解的经济性就成了能否实用化的一个关键。

热解处理系统主要有两种:一是以回收能源为目的的处理系统,另一种是以减少焚烧造成的二次污染和需要填埋处理的废物量,以无公害型处理系统的开发为目的的处理系统。其中,对于前者,由于城市垃圾的物理化学成分极其复杂且变化较大,如果将热解产物作为资源回收,要保持产品具有稳定的质和量有较大的困难。即使对成分复杂,破碎性能各异的城市垃圾增加破碎、分选等预处理技术,不仅需要消耗大量的动力和极其复杂的机械系统,且总效率又非常低。对于后者,将热解作为焚烧处理的辅助手段,利用热解产物进一步燃烧废物,在改善废物燃烧特性、减少尾气对大气环境造成的二次污染等方面,却是较为可行的,许多工业发达国家已经取得了成功的经验^[2]。

3 合理的选择垃圾处理方式的原则

3.1 因地制宜

对于大多数地方,尤其是雨水较少且选址又不太困难的北方内陆地区,应致力于建设好和管理好卫生填埋场,而不应过多考虑堆肥和焚烧。沿海或经济发达地区在财力允许的条件下可以考虑堆肥和焚烧,但最好的方案是综合处理,即混合垃圾经过粗分选后易燃物进行焚烧,易腐质用于堆肥,不可回收利用物进行填埋。

3.2 因时制宜

随着时间的推移,社会的发展,政府和市民认识的逐步提高,政府法规的健全,管理的严

格,城市垃圾处理收费制度的施行和完善,垃圾分类收集方式的进一步落实到位,逐步适时引入生活垃圾的堆肥、厌氧消化和焚烧处理技术,才会发挥其技术先进和高投入的积极作用。

3.3 因技术制宜

卫生填埋适合于混合收集或无法或难以再利用的垃圾;堆肥、厌氧消化、焚烧和热分解适合于分类收集或经预分选的混合垃圾;综合处理技术对于混合收集的生活垃圾是最为理想的处理方式。

3.4 因财力状况制宜

从环境保护和可持续发展的角度而言,无害化是垃圾处理的首要目的,其次才是减量化和资源化。要做到既无害化又减量化和资源化,其所付出的成本又是许多地方政府无力承受的,所以应从实际出发,即无论采用那种方式处理城市垃圾,首先是无害化(即消纳),依照其财力状况和其他因素决定那种方式最为切实可行且能达到首要的目的。从财力状况而言填埋是省钱又有效的处理方式,尤其对于众多中小城市而言,更是如此。填埋、焚烧、堆肥、热分解或厌氧消化综合处理技术投入和运营成本较高,而且也有一定的规模要求,适合于人口较多及财力状况较好的城市。

4 结束语

目前我国大多城市时机不成熟或能力不足以进行垃圾焚烧处理,而堆肥处理或厌氧发酵一是受市场因素影响不可能建设很大的处理厂;二是即使处理后仍有大量的筛上物需要填埋或焚烧处理。因此,对于绝大多数城市,目前还应首先建设垃圾卫生填埋场,先解决垃圾消纳和无害化处理问题。然后在有能力的条件下再考虑提高处理和利用水平。在中国的中西部地区,由于经济不太发达,人口密度相对小,因此在这些地区应优先选择卫生填埋方法。而在经济发达和沿海地区可以采用粗分选后焚烧、堆肥和填埋相结合的方式来处理城市垃圾。

5 参考文献

- [1]徐文龙,屈志云,徐海云,等.有机垃圾厌氧消化技术研究[R].北京:城市建设研究院,2003
- [2]聂永丰,白庆中,周北海,等.三废处理工程技术手册(固体废物卷)[M].北京:化学工业出版社,2000

作者简介:屈志云(1964-),高级工程师,从事城市垃圾处理研究和设计。