

# 北京市城市生活垃圾特性分析

田文栋,魏小林,黎 军,吴东垠,盛宏至 (中国科学院力学研究所,北京 100080)

**摘要:**城市生活垃圾的物理成份随时间和地点的不同有很大的差别,给以热为手段(焚烧和热解)的垃圾处理带来很大困难,尤其是城市生活垃圾中轻质组份的品质和数量是影响其处理质量的关键因素.分析了连续几年北京市城市生活垃圾的组成成份以及变化趋势.

**关键词:**城市生活垃圾;焚烧;热解;成份;热值

## A Study on the physical characteristics of MSW in Beijing area

TIAN Wendong, WEI Xiaolin, LI Jun, WU Dongyin, SHENG Hongzhi (Institute of Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

**Abstract:** The composition and phrolysis feature of the municipal solid waste (MSW) change significantly with time and location when and where to collect it. This variation makes it very difficult to process the MSW and to utilize the heat energy. Especially, the quantity and quality of the light material in the MSW have the most important influence on the process of it. The variation tendency of MSW composition in Beijing in the last few years was analyzed.

**Key words:** municipal solid waste; incineration; phrolysis; composition; heat value

城市生活垃圾是人们日常生活产生的废弃物,若得不到合理的处理,将严重威胁人类居住环境的改善.焚烧制能<sup>[1]</sup>和低温热解<sup>[2,3]</sup>是对城市生活垃圾进行无害化、资源化处理的有效手段.焚烧制能是一种比较成熟的废物处理技术,在日本、美国、德国、瑞士、加拿大、台湾等国家和地区有大量的焚烧炉系统投入运行<sup>[4]</sup>,部分国家和地区的城市生活垃圾焚烧率已经达到 90% 以上,国内垃圾焚烧产业正在兴起,除了深圳垃圾焚烧厂已经运行外,珠海、上海、北京、浙江、广东等地正在建设或积极筹建之中.低温热解是处理城市生活垃圾的一种新兴技术,是在适合的温度和一定的催化条件下使城市生活垃圾中的有机质发生热化学分解,产生燃料气、燃料油和固定碳等,这些产品可以进一步得到利用,从七十年代起研究人员在低温热解废物机理研究方面才取得了一定的进展,并进行了不同组份热解特性的研究<sup>[5]</sup>、热解动力学研究<sup>[6]</sup>以及小型单组分热解系统的研制<sup>[7]</sup>.城市生活垃圾中轻质组分的成分及数量是影响焚烧和热解的重要参数,完善的垃圾资料收集与分析是进行焚烧和热解系统设计建设的前提条件.

城市生活垃圾分析主要包括垃圾的产地与产量、垃圾的组成与特性等方面的内容.由于部分工业垃圾和部分医院垃圾需要专门的焚烧系统处理,污泥一般另有管理体系负责回收处理,建筑垃圾中可燃物和有机物含量很少,因此在进行城市生活垃圾的焚烧和热解处理时基本不考虑这几类垃圾.

收稿日期:1999-04-16;修订日期:2000-01-19

基金项目:国家自然科学基金(59776023);中国科学院重点项目(KY95-T-03-02)资助

作者简介:田文栋(1969—),男,助理研究员(硕士)

## 1 城市生活垃圾物理成份和热值测定

不同产源的城市生活垃圾物理成份千差万别,热值和水份等影响焚烧和热解的主要参数也有很大不同,因此根据垃圾产源,选取了具有代表性的采样点,这些采样点涵盖了商业区(商场、饭店、火车站各一个)、居民生活区(双气楼房区、平房区各一个)、事业区(一个)、清扫区(一个)、医院(一个)等主要垃圾产源.另外,由于在垃圾堆放、收集、运输、储藏和处理的一系列过程中,资源性垃圾(金属、玻璃、塑胶、纸类)的含量因资源的回收利用而降低,因此在垃圾转运站设了一个采样点,转运站的垃圾为不同产源垃圾的混合物.

采样过程按分层随机采样方式进行,先将垃圾分成数层,每层再分为数组,在每一层内随机抽取数目相同的组,获得总量为 20 kg—50 kg 的垃圾样(每个垃圾样的体积大体相等)带回实验室进行物理成分分析.将取得的城市生活垃圾样按照金属、玻璃、塑胶、纸类、布匹、植物、厨余及灰份八类进行分检,测得各组份的湿重,并计算出城市生活垃圾中各成份的湿基百分含量.按类似烘干煤的慢速法将分检好的城市生活垃圾进行烘干(105—110℃),由于城市生活垃圾的质地不均匀、体积有差异,因此烘干时间比烘干煤时长(一昼夜以上),通过称量各个成份的干燥物质质量得到各个物理成份的含水量,然后再计算出城市生活垃圾的总含水量以及应用基各物理成份的百分含量,将干燥的城市生活垃圾按各物理成份的比例制备干燥样品,利用氧弹测量垃圾样品的发热量,也就是垃圾样品干燥基的发热量  $Q_h^g$  (kJ/kg).然后通过式(1)和式(2)计算出应用基垃圾样品的高位热值  $Q_h^y$  (kJ/kg)和低位热值  $Q_l^y$  (kJ/kg)<sup>[8]</sup>.

$$Q_h^y = Q_h^g \times (100 - W^y) / 100 \quad (1)$$

上式中  $W^y$  为应用基水份的百分含量.

$$Q_l^y = Q_h^y - 25(W^y + 9H^y) \quad (2)$$

上式中  $H^y$  为应用基氢元素的百分含量(不含水中的氢),由于垃圾中有机成份高于煤等普通燃料,因此垃圾燃料中的氢含量较高,大约在 2%—5%之间,通过物理成分分析可以得到近似的氢含量<sup>[4]</sup>,通过化学成分分析可以得到准确的氢含量.

表 1 给出了 9 个采样点垃圾应用基各成份质量百分含量的全年 12 个月平均值,图 1 为近几年内垃圾高位热值大小和可燃份的质量分数,可燃份主要包括塑胶、纸类、布匹、植物和厨余五类.

表 1 城市生活垃圾物理成分分析

Table 1 Physical ingredient analysis of municipal solid waste

采样点	金属, %	玻璃, %	塑胶, %	纸类, %	布匹, %	植物, %	厨余, %	灰份, %	水分, %
商场	2.4	5.6	16.2	34.4	1.8	0.4	11.7	0.0	27.5
饭店	3.6	17.4	20.9	24.4	2.7	1.3	5.2	1.8	22.7
车站	2.0	9.4	13.8	9.3	1.6	2.8	13.4	0.8	46.9
医院	3.1	12.9	10.7	19.0	5.4	3.8	10.1	0.0	35.0
双气区	0.7	4.8	10.4	7.5	2.2	2.0	19.0	1.6	51.8
事业区	2.1	10.9	10.0	9.4	1.7	4.0	13.1	0.0	48.8
平房区	0.5	4.2	5.0	7.8	0.6	3.8	9.6	27.5	41.0
转运站	4.9	7.6	12.5	20.2	3.4	1.8	11.4	3.0	35.2
清扫区	2.2	5.3	10.0	9.9	0.2	8.6	8.1	30.8	24.9

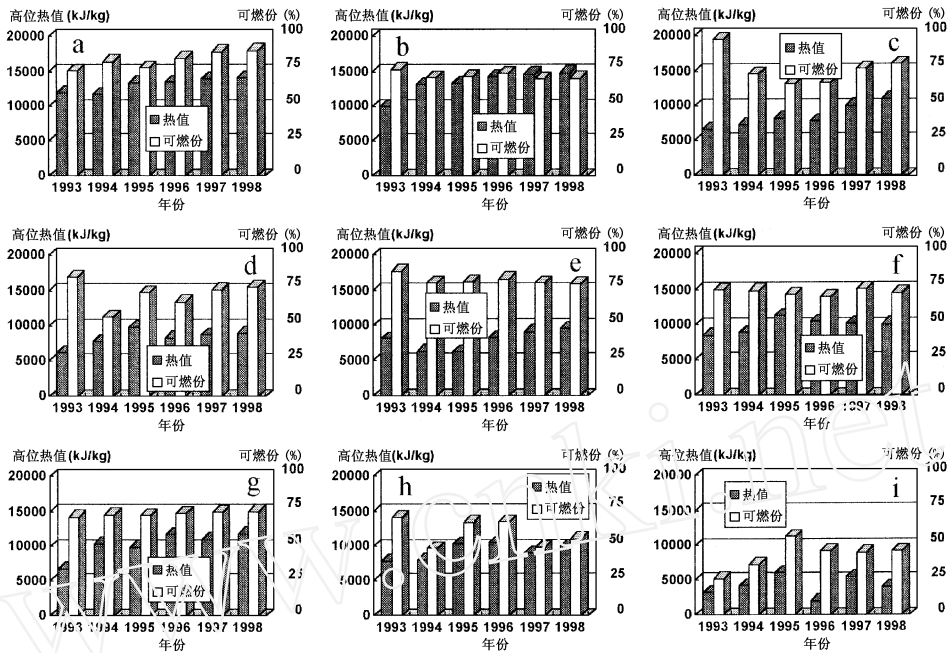


图 1 城市生活垃圾热值及可燃份分析

(a. 商场 b. 饭店 c. 车站 d. 事业区 e. 双气区 f. 医院 g. 转运站 h. 清扫区 i. 平房区)

Fig. 1 Heating value and combustible contents of municipal solid waste

## 2 城市生活垃圾特性分析

城市生活垃圾是由多种废物组成的混合物,成份非常复杂,因此垃圾的热值高低取决于构成垃圾的各种废物的性质及其所占的比例.一个城市能否采用焚烧或热解方式处理生活垃圾或其中的某一组份,除考虑城市的经济水平外,用于焚烧和热解的垃圾自身的特性也是一个决定性的因素.

城市生活垃圾主要来源于居民区,其中双气楼房区垃圾的主要成份是厨余(干燥基中大于40%),并且纸张和塑料也占有一定的比例(分别为5%—10%),不燃物灰渣的含量除个别采样点外几乎为零,虽然双气区垃圾的含水量比较高(50%左右),但由于它的可燃成份较多,品质较好,因此双气区垃圾的高位热值的多数测量结果均大于5000 kJ/kg,平均的高位热值达到了7500 kJ/kg.随着人民生活水平的提高,虽然采样点垃圾中可燃份的含量没有明显地提高,但双气楼房区垃圾的热值有逐年提高的趋势.平房区垃圾与双气楼房区有很大的差别,虽然它的纸张和塑料含量没有很大的下降(含量分别为5%左右),但由于灰渣的含量大大增加(平均30%左右,个别采样点达到70%以上),其它可燃成份相应减少,其高位热值很低,高的刚超过6000 kJ/kg,低的不足1000 kJ/kg,部分采样点垃圾低位热值小于零,随着时间推进,平房区垃圾热值有较大的提高,但和双气楼房区垃圾热值相比仍有较大的距离.除了双气区垃圾之外,在北京市商业区、事业区、清扫区和混合垃圾(转运站垃圾)等其它类型区域也有一定的比

例,商业区垃圾的塑料、纸张含量较高(30%—60%),灰份含量很低(平均值几乎为零),垃圾中水份的含量较低(平均25%左右,个别采样点达到50%),热值较高,高位热值平均达到10000 kJ/kg,高时可以达到18000 kJ/kg;事业区垃圾的品质比商业区垃圾品质稍差,易燃烧的塑料和纸张的含量较低(20%左右),水份含量同双气居民区相当,热值比双气居民区稍高,平均为8000 kJ/kg左右;清扫区垃圾的灰份较大(大部分在10%—40%之间),水份含量较低(10%—30%),垃圾热值比双气楼房区稍高,平均为8000 kJ/kg左右。

城市生活垃圾中的水份直接影响燃烧和热解及其产物的应用。水份的存在,降低了城市生活垃圾的低位热值,增加的垃圾处理的难度;由于水的比热大,烟气中大量水份不仅降低了烟气的温度,而且改变了烟气和受热面之间的传热特性,使得锅炉运行效率降低。因此对垃圾中水份含量的分析十分必要,双气楼房区垃圾的含水量较高(平均50%左右),但随月份的波动较小,只在夏季的个别月份有比较高的含水量(80%以上);平房区垃圾的含水率波动比较剧烈,高的含水率不仅出现于夏季,在其它月份也会出现;由于商业区垃圾的成份变化不大,可燃物主要以塑胶和纸张为主,因此含水率低(平均30%左右)且比较稳定,而且最高的含水率不一定出现在夏季;清扫区垃圾中主要以灰份和植物为主,其含水量很低(低于30%)且很稳定,在全年之内没有明显的波动;转运站垃圾属于混合垃圾,它反映了各种垃圾混合之后的特性,混合垃圾水份在一年之内的变化比较剧烈,夏季垃圾的水份明显高于其它季节。由于水份是垃圾应用基的主要成份(10%—80%),水份的多少直接影响到高位热值和低位热值的高低,水份越高热值越低,水份越低热值越高,而低位热值和高位热值之间的关系比较一致。

根据几年的连续监测,各种类型的垃圾其主要物理成份和含量均没有明显的变化,但随着人民生活水平的提高,北京市各地区的垃圾热值均有增长的趋势。

### 3 结论

城市生活垃圾的主要特点是:

1. 垃圾热值和物理成份随时间和地点有比较大的波动。
2. 垃圾的含水量较高,有的高达80%,对焚烧非常不利。
3. 随着人民生活水平的提高,垃圾热值有一定的提高,灰土的比例降低。
4. 北京市城市生活垃圾的热值较高,基本可以用于焚烧。

### 参考文献:

- [1] 盛宏至,等. 处理城市生活废弃物的流化床焚烧制能技术[A]. 见:中国环境科学学会编. 环境保护综合利用技术[C]. 北京:中国环境科学出版社,1994.4—9
- [2] 王书文,等. 有机废弃物热裂解技术研究进展[J]. 新能源,1993,15(2):15—20
- [3] 宋玉银. 城市有机固体废弃物的热解研究[J]. 环境科学与技术,1992.10(3):9—13
- [4] 张乃斌. 垃圾焚化厂系统工程规划与设计[M]. 台湾:新雅出版社,1997.2.2—2.38
- [5] Patrick A Horn, Paul T Williams. Influence of temperature on the products from the flash pyrolysis of biomass[J]. Fuel, 1996.75(9):1051—1059
- [6] Coats A W, Redfern J P. Kinetic parameters from thermogravimetric data[J]. Nature,1964,201:68
- [7] 邓蜀平,等. 我国废塑料回收利用技术的发展[J]. 化工环保,1995,15(6):388—342
- [8] 田文栋,魏小林,盛宏至. 内旋流化床焚烧炉及其研究中的测量技术[J]. 燃料科学技术,1999,5(2):152—159