

中国垃圾的资源化利用

张衍国[†] 李清海 蒙爱红

(清华大学热科学与工程教育部重点实验室 清华大学热能工程系 北京 100084)

摘要 垃圾处理的要求是无害化、减量化和资源化. 中国垃圾具有水分高、热值低、品质差的特点. 文章分析了我国垃圾无害化、减量化和资源化的状况、优缺点, 指出了资源化的目标和未来的发展方向, 并讨论了相关国家政策的配套支持问题.

关键词 城市生活垃圾, 资源化, 处置

Disposal and utility of municipal solid waste (MSW) in China

ZHANG Yan-Guo[†] LI Qing-Hai MENG Ai-Hong

(Key laboratory for Thermal Science and Power Engineering of Ministry of Education,
Department of Thermal Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract The basic demands of municipal solid waste (MSW) disposal are the prevention of hazards to public health, reduction in the quantity and volume, and recycling of waste materials. The solid waste in China is typically of high moisture content, low heat value, and low grade quality. In this paper, the current status of MSW disposal in China, including its strong and weak aspects, is discussed, pointing out that the objective for future development should be the recycling of waste materials. Government policies concerning MSW disposal and their implementation are also discussed.

Keywords municipal solid waste(MSW), recycle, disposal

1 引言

物质总量是守恒的,但其可用性在自然变化或人为使用的过程中会逐渐退化,因而在人类的生产和生活过程中,废弃物的产生是不可避免的.所谓废弃物,从可用性来看,就是价值很低的物品.城市生活废弃物又称城市生活垃圾(简称生活垃圾或垃圾),是指在城市居民日常生活中或为城市日常生活提供服务的活动中产生的固体废弃物,其主要成分包括厨余、废纸、废塑料、废织物、废金属、玻璃、陶瓷碎片、灰渣等.犹如能量在使用、转化过程中可用性逐渐退化一样,物质在被加工、转化、消费的过程中可用性也会逐渐退化,并最终成为废弃物,这是自然规律.尽管我们可以把废弃物当作可资利用的原料,但由于这种原料的可用性很低,必定要消耗更多的能源或其他物质,即消耗更多的能量与物质的可用

性,转移到以废弃物为原料的新产品中,因此,垃圾的资源化存在一个资源利用和经济合算的问题^[1].

随着城市化的进程、居民消费结构的改变以及旅游事业的发展,城市垃圾的产生量和堆积量逐年增加,垃圾的成分日趋复杂,有害成分也日渐增多,对垃圾进行有效的无害化、减量化和资源化处理是非常必要的.据中国统计年鉴^[2],2007年全国城市生活垃圾清运量1.5亿吨,其中无害化处理率为60%.目前主要的处理方式是卫生填埋、堆肥和焚烧,2007年焚烧处理占16.4%,而80%以上的城市生活垃圾是采用卫生填埋的手段处理.充分利用垃圾资源,进行垃圾填埋气发电或直燃发电,是我国今后大多数城市要面临的问题之一.我国垃圾在产生、收集、转运等过程中,往往经过了

2009-06-02 收到

[†] 通讯联系人. Email: zhangyg@tsinghua.edu.cn

多层次的人工分拣,回收了其中大部分有价值的部分,这是我国垃圾资源化的第一阶段,因其具有分散、自发等性质,本文不作进一步的讨论.从垃圾中蕴含的能量看,目前我国城市有机垃圾的热值大约为 4.18MJ/kg 左右,以 2007 年垃圾清运量计算,总计可折合约 2500 万吨标煤/年.

2 垃圾资源化利用现状与趋势

2.1 垃圾处理现状及我国垃圾的特点

进入 20 世纪 90 年代以来,由于全球经济的飞速发展和城市生活垃圾处理技术的不断提高,各国城市生活垃圾处理方式的比重也发生了明显变化,传统的填埋法所占的比例开始下降,堆肥法所占的比例基本不变,而焚烧法的应用出现了较大趋势的提高.世界各国和地区垃圾处理方式见表 1^[1].

表 1 世界各国和地区垃圾处理方式的比重

国家和地区	统计年份	填埋/(%)	焚烧/(%)	回收利用/(%)	堆肥/(%)
美国	2001	55.7	14.7	22.4	7.2
英国	1996	83	8	6	1
法国	2001	43	32	12	13
荷兰	2001	51	31		17
比利时	1996	32	25	28	15
德国	1995	60	37		3
瑞士	1996	14	47	31	9
丹麦	1997	12	58	14	15
奥地利	1997	32	16	39	13
瑞典	1994	38	41	16	3
日本	1997	8.5	75.8	13.3	1
中国台湾	1996	59	40		1

近 20 年来,中国经济高速发展,城市规模不断扩大,城市化进程的速度超过世界上任何一个国家.随着城市规模的扩大,城市人口的增多,居民消费结构的改变以及旅游事业的发展,城市垃圾的产生量和堆积量逐年增加.图 1 汇总了中国城市生活垃圾历年产生情况(中国环境年鉴编辑委员会,2000—2005 年).

城市生活垃圾成分非常复杂,按物理组成可分为纸、橡胶、塑料、金属等 18 类.在中国,一般将城市生活垃圾分为有机物(主要为厨余垃圾、果皮等)、无机物(主要包括灰土、渣、陶瓷、石块等)、纸、塑料、橡胶、布、木竹、玻璃、金属等 9 类,其中后 7 类是可回收废物.

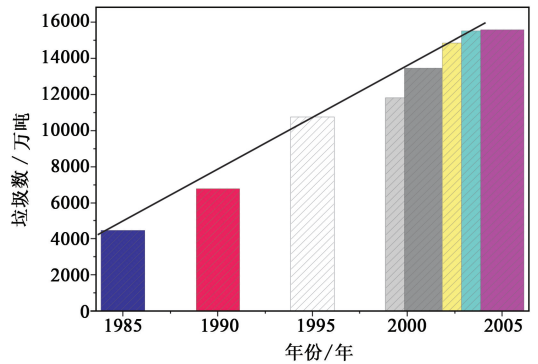


图 1 中国城市生活垃圾历年产生情况

目前中国城市垃圾的状况,可以概括为 3 个特点^[1]:

(1)多成分和多形态:由于中国城市生活垃圾没有进行分类收集,进入垃圾处理场的成分非常复杂,同时垃圾的物理形态也较为复杂,有块状、粉末状、带状、条状等不同的几何形态,同时有干与湿、软和硬等不同的物理状态.

(2)高水分和高挥发分:受生活水平和生活习惯的影响,中国城市生活垃圾的水分含量较高,含水率一般在 40% 以上,最高达到 60%;同时,垃圾的挥发分也较高,挥发分平均 20% 左右.

(3)低热值和低固定碳:中国城市生活垃圾的热值较低,大城市的生活垃圾热值一般为 5000—6000kJ/kg 左右,中小城市的垃圾热值更低一些(发达国家可达 8000kJ/kg 以上).垃圾中的固定碳含量较低,一般在 2%—5% 之间.

2.2 不同垃圾处理方式的简单比较

据我国建设部统计资料介绍,截至 2006 年底,全国共建有生活垃圾处理厂(场)467 座,处理能力 8567 万吨;具体分布见图 2.

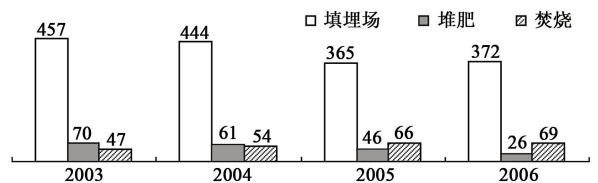


图 2 城市生活垃圾无害化处理设施一览

当前我国垃圾累计堆存量已达 60 多亿吨,侵占土地面积超过 5 万公顷,有 200 多个城市陷入垃圾包围之中.目前,我国大部分城市的垃圾处理方式主要是填埋和少量的焚烧、高温堆肥.而填埋处理方式存在三大缺点:一是侵占大量的土地资源;二是垃圾对土壤、地表水、地下水和大气造成长期严重污染;三是垃圾堆放场所不仅是病原菌滋生地,而且产生的沼气易发生爆炸,严重威胁居民的人身安全,也影

响了城市形象.垃圾填埋场见图 3.高温堆肥的处置方式缺陷也较多:对垃圾的选择性差,生产成本低,工艺技术不成熟,生产规模小,堆出的肥效无法与化肥相比,但价格却往往高出化肥.



图 3 垃圾填埋场

相比之下,垃圾焚烧处理的优点为:厂房占地少,有利于节约土地资源;垃圾的减容减量化程度高,减容 90%,减重 80%;垃圾处理彻底,二次污染危害小;设备运行全天候全封闭,文明程度高;焚烧炉的适用范围很广,能处理多种垃圾,且大多数焚烧技术不需对垃圾进行预处理;垃圾焚烧的余热可产生蒸汽用于发电、供热,节约能源.垃圾焚烧发电厂见图 4.



图 4 垃圾焚烧发电厂

据统计,到 2006 年底,我国垃圾焚烧发电共装机 40 万千瓦,年产能 20 亿千瓦时,折合标煤 76 万吨/年^[3].表 2 是我国已投入运行与规划布局的垃圾焚烧厂地区分类统计.

表 2 我国已投入运行与规划布局的垃圾焚烧厂地区分类统计

地区	现有/座	“十一五”规划		合计/座	比例
		在建/座	拟建/座		
全国	50	25	57	132	100
东部	40	18	38	96	72
中部	5	2	7	14	11
东北	2	2	5	9	7
西北	3	2	4	9	7
西南	0	1	3	4	3

2.3 垃圾填埋场填埋气发电

关于垃圾填埋的资源化利用,不得不提的是采用简单倾倒和简易填埋的垃圾,除了第一阶段分散、自发的收集,没有进行资源化利用.采用卫生填埋的垃圾,其资源化的主要途径是收集填埋气并进行发电.垃圾填埋场中随着垃圾填埋量的不断增加,同时随着垃圾腐烂、分解和发酵过程的进行,产生填埋气.由于填埋气含有大量甲烷,甲烷在空气中的爆炸极限是 5.3~14.0%(体积),随着气体排放量的增加,若对填埋气处置不当,势必给填埋场带来安全隐患.通过填埋气发电技术,可以将过去放空的垃圾填埋气进行收集净化,然后发电.图 5、图 6 是典型的垃圾填埋气收集系统和垃圾填埋气发电厂示意图.

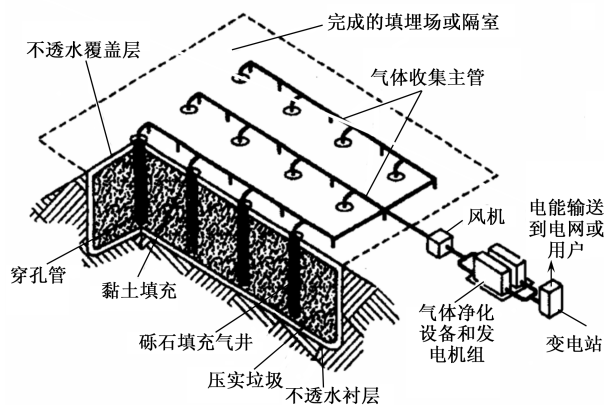


图 5 填埋气收集系统



图 6 填埋气发电厂

3 生活垃圾综合利用技术

3.1 垃圾综合利用技术发展现状

城市生活垃圾的无害化综合处理过程是在克服单一处理方法缺点的基础上,将分拣、回收、堆肥、焚烧、填埋等几种垃圾处理技术有机地融为一体,扬长避短,发挥各自的优势,对不同组分的垃圾分而治之的一种垃圾处理技术^[4].这种方法避免和降低了因处置不当而造成的对环境二次污染和资源的浪费,

表3 生活垃圾卫生填埋、堆肥、焚烧和综合处理工艺技术比较

项目	处理方法			
	卫生填埋	高温堆肥	焚烧	综合处理
技术可靠性	可靠,国内有	可靠,国内有	可靠,国内外已开发	可靠,国内外已开发
操作安全性	较好、注意防火防爆	较好	较好	较好
无害化	一般	可以	彻底	彻底
资源化	回收沼气发电, 土地可恢复再利用	生产粗级有机肥, 也可回收部分物资	可供电、供热	资源化,产品价值高, 市场前景好
减量化	经压缩可减少体积	可减量 65%	可减量 80%—90%	可减量 75%左右
占地	大	中等	小	小
选址条件	较困难,要防止水体污染, 远离市区,运距大	一般,应避免住宅区, 气味影响半径小,运距较大	较易,可靠近市区, 运距小	较易,可靠近市区, 运距小
适用条件	适用范围较大, 对垃圾组分要求不严格	垃圾中生物可降解 有机物达到 40%以上	垃圾热值 应大于 3300kJ/kg	垃圾中有机物 达 50%左右
环境影响	沼气应导引,以控制大气污染; 应采取防止对地面 水污染;导引沥渗液, 处理达标后排放, 防止造成地下水污染	有气味,对地面水无污染, 对地下水污染可能性极小	烟气应净化达到排放标准; 烟气净化费用较高, 对土壤无污染; 烟尘稳定固化后特殊处理, 焚烧残渣填埋时对地面水 和地下水无污染	有轻微气味, 对地面水无污染, 对地下水污染可能性极小
投资	小	较大	大	较大
处理成本	低	较高	高	较高

同时达到了垃圾无害化处理和资源充分利用的目的。各种垃圾处理技术特点比较见表 3^[5]。

3.2 垃圾综合利用典型工艺及分析

近年来,国内许多单位都对垃圾综合处理技术进行了研究和开发,并且逐步在国内实现商业化应用。垃圾综合处理共性关键技术有:

(1) 分选技术

垃圾综合处理就是要对经过分选后的不同组分、不同特性的垃圾实施不同的手段进行处理,垃圾分选是实现垃圾综合处理的关键步骤。如果在垃圾产生的源头,对垃圾进行初步分类收集并区分丢弃,将使垃圾分选变得相对容易。但鉴于各方面的原因,我国目前没有实现生活垃圾产生过程中的分类收集。垃圾的分类收集将是我国未来的一项重要而艰巨的工作。

(2) 堆肥技术

在城市生活垃圾综合处理过程中,对分选出的容易降解的有机质一般采用堆肥法处理,使垃圾变成有机肥料。垃圾堆肥是利用微生物人为地促进可生物降解的有机物向稳定的腐殖质转化的微生物反应过程。

(3) 能量利用技术

在城市生活垃圾综合处理过程中,垃圾经分选、

筛分,可以再生利用的组分,如金属、纸张、塑料、玻璃等被回收重新利用;可以生物降解的腐殖质,如腐烂瓜果、饭菜、富含有机质的污泥等可以经发酵制成有机复合肥;不可降解的可燃有机物则通过焚烧炉在一定温度下进行焚烧,释放出的热量通过能量回收装置进行发电或供热等能量利用,焚烧炉排放的烟气经净化处理后达标排放,焚烧后剩余的灰渣送填埋场填埋,或制作建材。

总体而言,垃圾的综合处理在理论上是合理和较优的方案,但目前因我国垃圾一方面没有分类收集,另一方面因为在进入最后的处理场所时垃圾已经经过了多次人工分拣,因此,要十分慎重地采用综合处理工艺,尤其是进行经济测算要特别注意是否符合实际。

4 生活垃圾焚烧发电技术

4.1 生活垃圾焚烧技术发展分析

垃圾焚烧处理已有一百多年历史,但出现有控制的焚烧(烟气处理,余热利用等)只是近几十年的事。焚烧法是现代化垃圾处理方法中的重要方法之一,当垃圾低位热值大于 3300kJ/kg (800kCal/kg)

时,可以不加或少加燃料在焚烧炉内焚烧。

目前,全世界年生活垃圾焚烧量约为 1.1 亿吨,绝大部分的垃圾焚烧处理分布于发达国家。日本现有焚烧厂约 1800 座,年焚烧处理量近 4000 万吨,是世界上生活垃圾焚烧处理规模最大的国家;美国生活垃圾年焚烧量仅次于日本,约为 3300—3500 万吨,德国城市垃圾焚烧厂 60 座,年焚烧处理量 1350 万吨,处于世界第三,焚烧处理比例约为 35%。

国外的焚烧技术有:机械炉排炉技术、流化床技术、旋转窑技术、热能气化技术、热能气化熔融技术等。机械炉排炉焚烧技术在国外焚烧厂中占较大比例,采用炉排炉的城市生活垃圾焚烧厂(不含垃圾衍生燃料(RDF))占 95%以上;流化床技术在日本曾应用较多,目前,流化床焚烧炉主要应用于污泥、RDF 焚烧;旋转窑技术及热解气化技术在工业发达国家的应用属个案,例如回转窑主要用于有毒有害垃圾焚烧处理。

国内垃圾焚烧技术主要分为机械炉排炉技术和循环化流化床技术。

4.1.1 炉排炉技术的发展

可以分为两种情况:

(1)直接引进国外的炉排炉焚烧技术有:马丁·三菱、阿尔斯通(Alston)、斯坦米勒(Steinmüller,德国)、西格斯(Seghers,比利时)、田熊(TAKYMA,日本)等公司生产的炉排。其他如美国的 BASIC 焚烧技术、加拿大的控氧焚烧技术,均未取得完全成功。

(2)国产炉排炉技术的发展:炉排炉技术在国内虽然仍由进口技术占垄断地位,但也开始由完全进口向消化、吸收国外技术,最终向自主开发的道路转变。

4.1.2 循环化流化床焚烧技术的发展

国内流化床焚烧炉技术的发展从一开始就是国产化的。主要研制单位有浙江大学、中国科学院、清华大学。

目前引进国外流化床炉技术的有哈尔滨市和太原市等,他们引进的日本荏原公司的流化床焚烧炉,单台规模为 200—300t/d。

此外,其他焚烧技术包括旋转窑炉、立窑式炉等,建厂数量很少。

中国正在对城市生活垃圾的管理和处理体制进行改革,倡导垃圾处理要进行产业化、市场化经营;价格低廉、运行可靠、运行成本低、处理效果好的国产技术和设备越来越受到政府管理部门重视和市场的认同。国内垃圾焚烧技术尚在起步和发展阶段,有自主研发

和引进消化两个大的方向,其技术和工艺水平要达到充分成熟还需要一个不短的历程,但由于适应国情、成本较低等优势,最终会成为主流的技术。

4.2 生活垃圾焚烧典型工艺及其分析

生活垃圾焚烧处理的基本工艺设备一般可以分为若干个子系统。部分子系统按工艺工序要求进行连接、耦合,构成实现工艺目的的运行设备系统;部分子系统嵌入于各相关子系统,协同运行;部分子系统相对独立于运行设备系统,为整体工艺设备服务。

基本子系统如下:生活垃圾接收设备、生活垃圾贮存设备、渗沥液处理设备、生活垃圾焚烧设备、炉渣输送设备、烟风系统设备、焚烧烟气冷却设备、给水制水设备、焚烧烟气处理设备、飞灰输送处置设备、烟囱与烟管、汽轮发电机组设备、公共电网上网设备、余热利用设备、事故冷却设备。

循环流化床燃烧技术因其独特的优点在煤燃烧领域大受推崇,同时也因其概念复杂,运行模式不直观,涉及多学科交叉等问题,一直不易被广大用户和非专业人员真正理解。

循环流化床技术由于适用于劣质燃料,具有燃烧效率高、初始排放量小等诸多优点,使之成为各种固体燃料燃烧的首选技术。从理论上说,用于生活垃圾的焚烧是一个很好的选择,也是完全行得通的,可以最大限度地实现垃圾清洁燃烧所需的“3T(Temperature, Time and Turbulence)”原则:足够高的温度($\geq 850^{\circ}\text{C}$),足够长的停留时间($> 2\text{s}$)和强烈的扰动混合。在循环流化床燃烧炉中,采取适合垃圾燃料特性的分级燃烧措施,可以有效地实现高效燃烧,如保证炉渣的热灼减率低于 1%,同时烟气中 CO 的含量仅有 50—80mg/Nm³,而且烟气中 NO_x 的含量也很低(可高达 80—120mg/Nm³)。需要说明的是,尽管目标和原则相同,燃煤和垃圾焚烧的分级燃烧方法在实现时是有显著差别的。

清华大学从 1994 年开始研究、开发生态垃圾焚烧技术,其代表性技术是以炉排循环床复合炉型的大中型生活垃圾焚烧炉(处理量 150—500t/d),它使用了六项专利技术和多项自主开发的专有技术或工艺。清华大学炉排—循环床焚烧炉的工艺系统见图 7。

中国垃圾焚烧炉主要以炉排炉和循环流化床为主,其中炉排炉以引进设备和技术为主,国产炉排为辅。循环流化床主要为国产技术,少量为引进技术。

据中国新能源网上资料统计(2007 年),炉排炉与流化床焚烧厂的规模之比约为 43970:24570

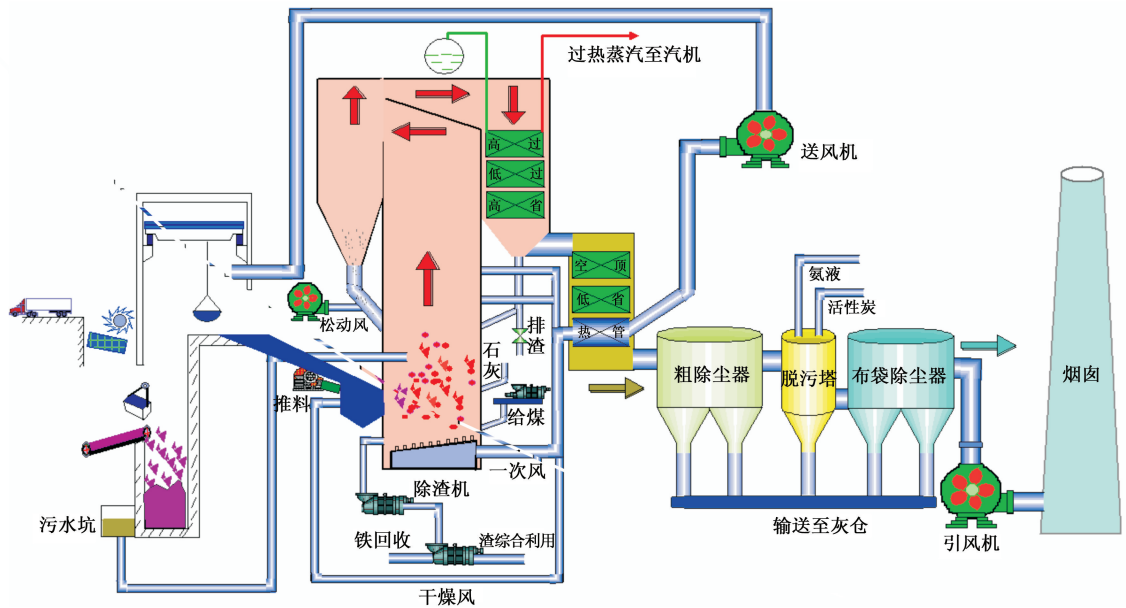


图7 清华大学炉排—循环床焚烧炉工艺系统示意图

(63:37),数量之比约为 47:28(64:36),具体如表 4 所示。

表 4 垃圾焚烧厂炉型分类统计

类型	数量/台	规模/(t·d ⁻¹)	比例	
炉排炉	引进设备焚烧厂	30	31235	45%
	引进技术焚烧厂	7	6050	9%
	国产炉排焚烧厂	10	6685	10%
流化床	流化床焚烧厂	28	24570	36%
合计	75	68540	100%	

目前应用比较广泛的垃圾焚烧炉主要有机械炉排焚烧炉和循环流化床焚烧炉。循环流化床焚烧技术不仅结构简单,维修容易,初投资和运行成本都较低,而且热传递好,燃烧充分,能量综合利用率高,能够很好处理中国目前的低热值、高水分的生活垃圾,是建造垃圾焚烧电厂的理想首选。而炉排炉在进一步国产化和提高其处理规模和技术性能的条件下,对水分较低、垃圾品质相对稳定的城市,也是一种较好的选择。

气化熔融是上世纪 90 年代新提出的用于生活垃圾处理的技术,原来曾成功地应用于危险废物的处理,特点是排放性能优异,尾气排放水平可大大低于目前中国国家标准限值,很可能是未来垃圾处理清洁化的首选。目前日本、美国和欧洲已有工业示范,中国仅有科研部门在做前期研究。从目前看,这类技术的主要缺点是处理成本很高,工艺系统复杂。

5 生活垃圾资源化政策分析

5.1 我国目前生活垃圾焚烧产业政策现状

(1) 产业指导和管理政策

2005 年全国人大通过了《中华人民共和国可再生能源法》、《可再生能源产业发展指导目录》(国家发改委,发改能源[2005]2517 号)、《国家鼓励的资源综合利用认定管理办法》(国家发改委、财政部、税务总局,发改环资[2006]1864 号)、《生物质能开发利用的环境影响评价办法》(试行)(国家环保总局、国家发改委,环发[2006]82 号)、《环境保护部、国家发改委、国家能源局关于进一步加强生物质发电项目环境影响评价管理工作的通知》(环发[2008]82 号)。

(2) 电价补贴

《可再生能源发电价格和费用分摊管理试行办法》(国家发改委,特急发改价格[2006]7 号)提出:生物质发电项目上网电价实行政府定价的,由国务院价格主管部门分地区制定标杆电价,电价标准由各省(自治区、直辖市)2005 年脱硫燃煤机组标杆上网电价加补贴电价组成。补贴电价标准为每千瓦时 0.25 元。发电项目自投产之日起,15 年内享受补贴电价;运行满 15 年后,取消补贴电价。

5.2 各种生活垃圾焚烧发电政策的特点及问题

事实上,中国自 1994 年以来在垃圾发电的产业结构、产业技术、产业投资、产业税收等方面制定了许多政策法规,这些政策法规的特点可以涵盖为:

(1) 国家对垃圾发电的产业政策,首先是从结构定位上将它确定为一个新能源产业,一个环保产业,一个要重点扶持的产业,而且要产业化;其内容广泛涉及垃圾焚烧处理技术,环保排放标准,鼓励和扶持垃圾焚烧发电等各个方面。

(2) 在相关政策和规章制度逐步完善的情况下,允许和鼓励各类企业参与竞争,以公开、公平、公正为原则,通过招标将垃圾焚烧发电厂的建设和运行管理权交给符合条件、有信誉、有保证的企业来建设和运行管理。

(3) 突出按市场化运作的规律,利用经济杠杆来鼓励、保护项目企业的合法权益。国家针对垃圾发电的主要优惠政策:一是发电量全部收购,二是免除增值税的征收,并在所得税上享受减免政策,三是国家会以垃圾处理补贴的方式向企业支付服务费。

(4) 加强政府的监管职能,按照垃圾焚烧有关技术参数和污染物排放控制标准实行业务监管,以环境效益、社会效益为垃圾发电产业的发展方向。

然而,尽管垃圾焚烧发电政策有了如上所述的很大发展,但仍存在着一些不足,如缺少产业的中近期、中远期发展规划,产业政策缺乏先导性,产业的扶持优惠政策缺少刚性等。

5.3 政策建议

综上所述,中国垃圾发电产业政策主体已经成型,但是还存在诸多不足,仍需进一步完善。

(1) 制定和完善垃圾焚烧“新技术”应用管理机制
建议国家建立完善的垃圾处理技术评估体系,设立专项垃圾处理新技术设备应用基金,一方面大力支持垃圾处理新技术设备的开发和应用,同时避免盲目使用和重复使用不成熟的垃圾处理“新技术”和“新设备”带来的损失。

(2) 完善垃圾焚烧计量和核定措施,加强监管
随着垃圾热值的增长以及技术的发展,有必要对资源利用优惠政策进行严格的监管。建议开发用劣质煤或其他非优质能量去助燃城市垃圾的技术,限定允许采用劣质燃料助燃的城市垃圾热值上限,如 5000kJ/kg,以限制垃圾焚烧对燃料的依赖性和对优质燃料的消耗量,建议对助燃燃料的热值上限值加以限定,而不是简单限定助燃煤量。

(3) 以焚烧垃圾量来核定垃圾电价补贴
建议仍采用现有的辅助燃料量限制措施作为垃圾焚烧炉的建设核准条件,在对垃圾焚烧的发电量补贴时不是全部发电量均享受政策补贴,而是以焚烧的垃圾量作为关联计量指标,实行区域性的垃圾

发电量补贴(如深圳地区核定每焚烧 1 吨垃圾上网供电 350kWh,每 kWh 补贴 0.25 元),地区性的垃圾发电量补贴以地区垃圾的平均品质核算,可以每年或每 3 年调整一次。

(4) 进一步研究焚烧飞灰处理政策

目前我国的垃圾焚烧排放标准把垃圾焚烧飞灰无条件作为危险废物处理,大幅度加大了垃圾焚烧发电厂的运行成本,若严格执行这个标准,将难以以自负盈亏企业模式运作。建议国家进一步研究对焚烧飞灰的政策,将监测毒性超标的飞灰作为危险废物处理,毒性不超标的飞灰作一般废物处理。

6 结论

无论如何强调垃圾的资源化,都不应该忘记其前提是无害化和减量化。通过本文的简单讨论,可以得到下述结论:

(1) 垃圾的分类收集、回收利用是垃圾资源化的基本保证和未来的出路;

(2) 目前从垃圾中进行规模化的资源回收(如塑料制油、堆肥等)要十分慎重;

(3) 在当前和未来相当长的时间内,回收垃圾中的能源是切实可行的;

(4) 我国的垃圾能源化需要更完善的政策配套支持。

参考文献

- [1] 张衍国,李清海等.垃圾清洁焚烧发电技术.北京:中国水利水电出版社,2004 [Zhang Y G, Li Q H *et al.* MSW clean incineration technology for power. Beijing: China WaterPower Press, 2004(in Chinese)]
- [2] 中华人民共和国国家统计局编.2008 中国统计年鉴.北京:中国统计出版社,2008 [National bureau of statistics of China. China statistical yearbook 2008. Beijing: China Statistical Press, 2008(in Chinese)]
- [3] 王仲颖,李俊峰等著.中国可再生能源产业发展报告(2007).北京:化学工业出版社,2007.11 [Wang Z Y, Li J F *et al.* China RE Industry Development Report (2007). Beijing: Chemical Industry Press, 2007.11(in Chinese)]
- [4] 方梦祥,金滔,周劲松编.能源与环境系统工程概论.中国电力出版社,2006.1 [Fang M X, Jin T, Zhou J S. Introduction of Energy and Environmental System Engineering. China Power Press, 2006.1(in Chinese)]
- [5] 黄亚军.环境卫生工程,2007,15(6):54 [Huang Y J. Environmental Sanitation Engineering, 2007, 15(6): 54(in Chinese)]