



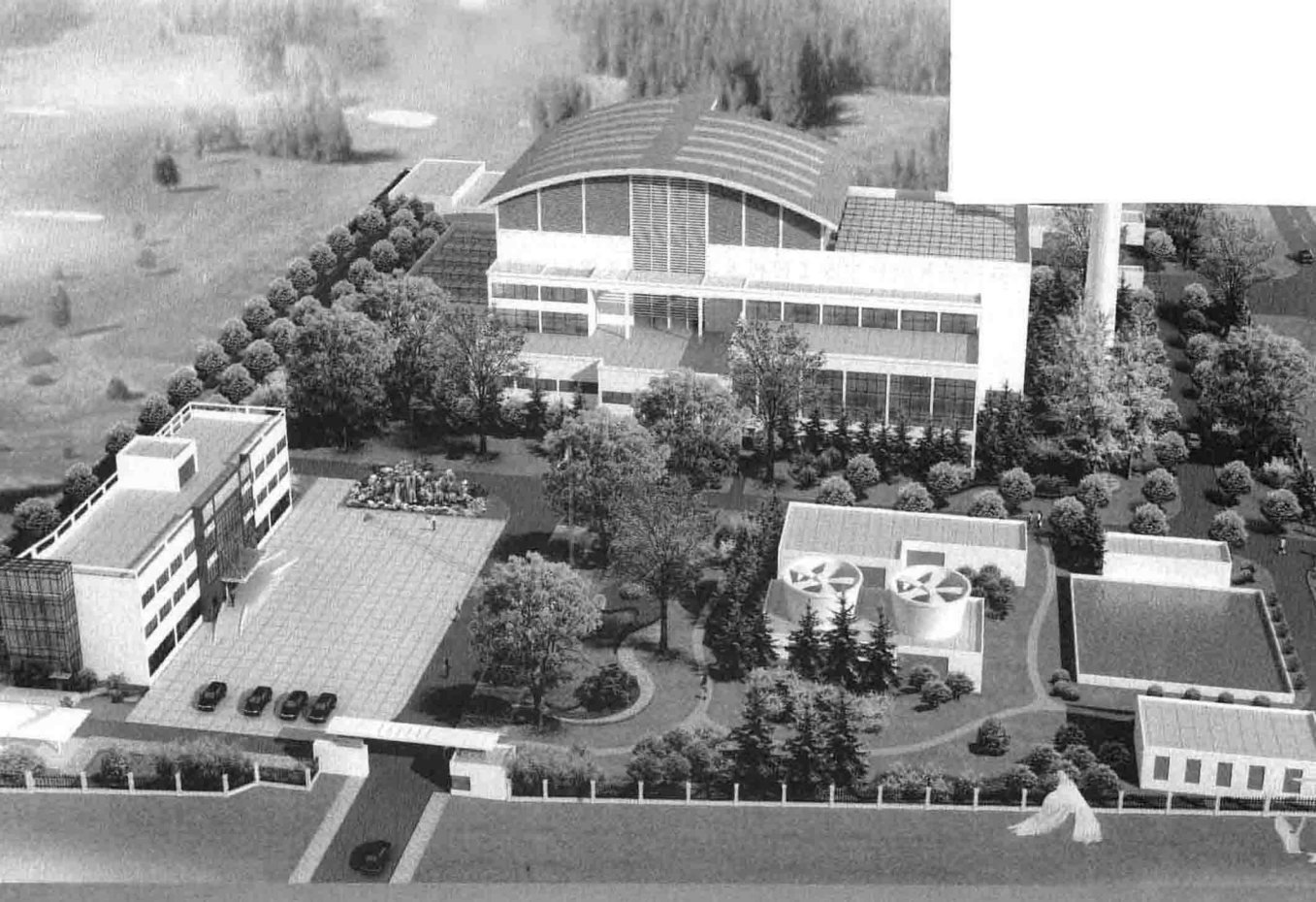
# 生活垃圾焚烧发电厂 建设运营技术与实务

陈震 编著

SHENHUO LAJI FENSHAO FADIANCHANG  
JIANSHE YUNYING JISHU YU GUANLI SHIWU



化学工业出版社



# 生活垃圾焚烧发电厂 建设运营技术与实务

陈震 编著

SHENGHUO LAJI FENSHAO FADIANCHANG  
JIANSHE YUNYING JISHU YU GUANLI SHIWU



化学工业出版社

·北京·

本书论述了我国生活垃圾处理现状与发展趋势,选择××生活垃圾焚烧发电厂为案例,分析了生活垃圾焚烧发电厂的工艺技术,针对生活垃圾焚烧发电厂建设运营技术与管理的实务部分进行阐述,总结了生活垃圾焚烧发电厂的建设管理经验以及运营管理经验。

本书适合从事生活垃圾焚烧处理的工程技术人员、有关管理人员阅读和参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

生活垃圾焚烧发电厂建设运营技术与管理实务/陈震编著. —北京:化学工业出版社,2014.7

ISBN 978-7-122-20763-0

I. ①生… II. ①陈… III. ①垃圾焚化-火电厂-运营管理-研究-中国 IV. ①F426.61

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第106036号

---

责任编辑:左晨燕  
责任校对:吴静

文字编辑:刘莉珺  
装帧设计:张辉

---

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张14 $\frac{1}{4}$  字数375千字 2014年9月北京第1版第1次印刷

---

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

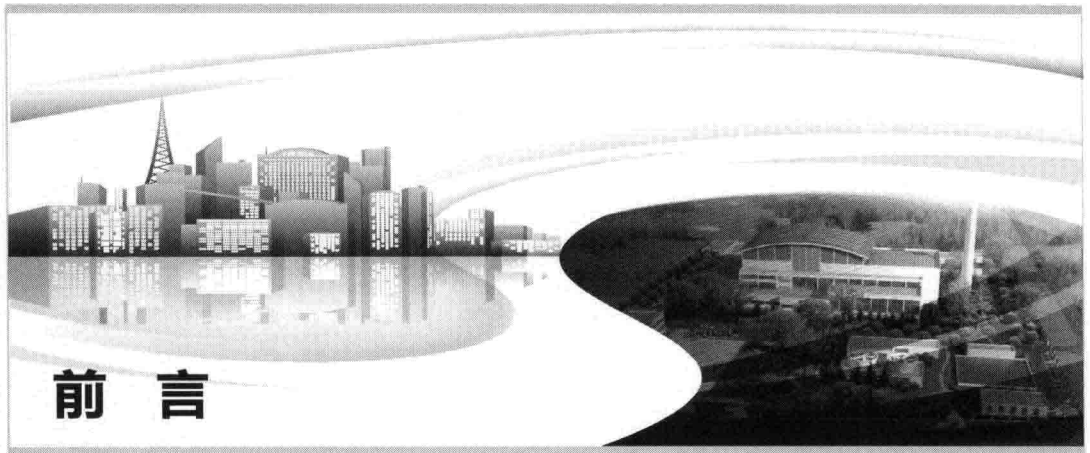
网址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定 价:80.00元

版权所有 违者必究



有人生活的地方，就会产生生活垃圾，产生垃圾容易，处理垃圾较难。生活垃圾处理工作是城镇管理和环境保护的重要内容，是社会文明程度的重要标志，是改善民生的公益事业。

伴随我国人口的增长、经济总量的不断提升和城镇化进程的推进，垃圾的出路在我国大部分城镇已变得矛盾突出。在倡导建设环境友好型和资源节约型社会的今天，寻找垃圾的有效出路成了城镇绕不过的管理课题。我们只有不懈地处理好源源不断的生活垃圾，才能做到人与自然和谐相处，才能建设好美丽中国，才能实现中华民族的永续发展。

目前生活垃圾处理常用的三种方式是卫生填埋、堆肥和焚烧发电，焚烧发电方式除了能较好地实现生活垃圾的无害化、减量化和资源化处理外，还能节省大量的垃圾填埋土地。在我国经济发达且土地资源稀缺的东南沿海地区，生活垃圾的大部分已经由焚烧发电取代了卫生填埋等其他方式。生活垃圾焚烧发电项目作为国家鼓励的环保新能源产业中的生物质发电项目、综合利用项目以及可再生能源项目正在蓬勃发展。

生活垃圾焚烧发电厂属于技术密集型和资本密集型企业，其环保问题越来越受到社会的关注，生活垃圾焚烧发电厂只有不断地提高建设运营技术和管理水平，做到环保上信得过才能取信于民，才能持续提升生活垃圾焚烧发电的生命力。

生活垃圾焚烧发电厂的建设和运营是一个系统工程，牵扯的面很广，专业性也很强；要想少走些弯路而建设运营好生活垃圾焚烧发电厂，最好多借鉴些已建成的生活垃圾焚烧发电厂的技术和管理实战经验，可是这方面的参考书籍较为缺乏。

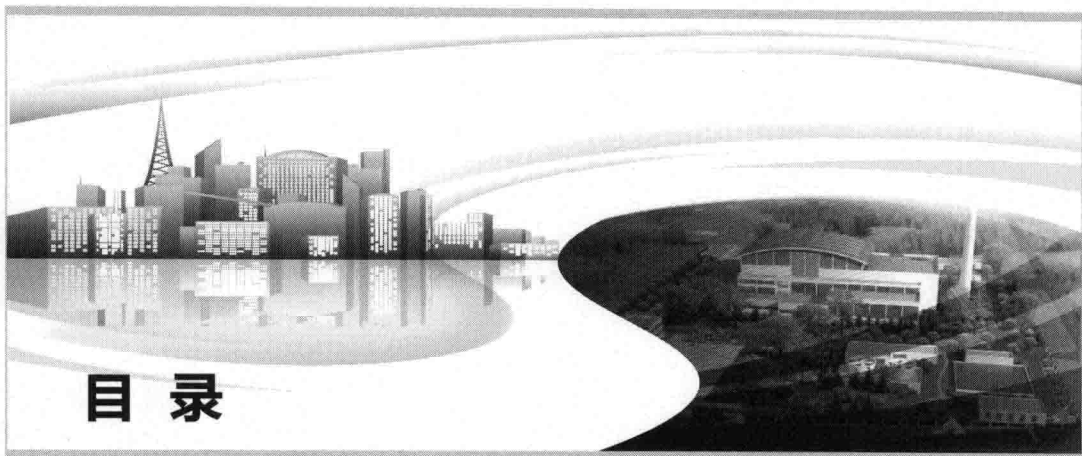
作者长期从事电厂工程建设和电厂生产运营，尤其是作为生活垃圾焚烧发电厂总经理兼总工程师的身份，全面负责快速建设和多年运营，积累了较丰富的技术与管理实战经验，在工作闲暇之余，把这些经验体会与有关资料相结合而编著成书，意在为从事生活垃圾焚烧发电行业的技术与管理人员，以及政府有关职能部门的监管人员提供些参考。

本书依托有关理论和资料作为研究支撑，论述了我国生活垃圾处理现状与发展趋势，并以实际案例分析了生活垃圾焚烧发电厂的工艺技术，总结了生活垃圾焚烧发电厂的建设管理及运营管理实战经验。由于作者的水平有限，书中难免有不足之处，敬请广大读者批评指正。

本书所引用的文献资料在参考文献或文中尽可能列出，但由于作者在撰写时出现的疏忽，某些文献资料可能被遗漏，敬请有关原作者谅解，在此表示感谢。

本书由同济大学环境科学与工程学院教授兼博士生导师赵由才主审。

编著者  
2014年6月



<b>第一章 我国生活垃圾处理趋势与焚烧发电工艺技术</b> .....	1
第一节 我国城市生活垃圾清运量现状.....	1
第二节 破解生活垃圾处理困局的方法.....	3
第三节 生活垃圾处理方式的发展趋势和焚烧发电的驱动力及阻力.....	7
第四节 生活垃圾焚烧发电厂工艺流程 .....	15
第五节 生活垃圾焚烧发电厂环保工艺技术路线 .....	16
第六节 生活垃圾焚烧发电厂工艺技术案例 .....	27
<b>第二章 生活垃圾焚烧发电厂建设管理</b> .....	51
第一节 生活垃圾焚烧发电厂建设原则 .....	51
第二节 生活垃圾焚烧发电厂前期筹建 .....	55
第三节 生活垃圾焚烧发电厂工程施工 .....	63
第四节 生活垃圾焚烧发电厂生产准备.....	133
第五节 生活垃圾焚烧发电厂竣工验收.....	166
第六节 生活垃圾焚烧发电厂建设绩效考核案例.....	167
<b>第三章 生活垃圾焚烧发电厂运营管理</b> .....	174
第一节 生活垃圾焚烧发电厂运营原则.....	174
第二节 生活垃圾焚烧发电厂安全第一.....	178
第三节 生活垃圾焚烧发电厂环保运营.....	194
第四节 生活垃圾焚烧发电厂经济运行.....	197
第五节 生活垃圾焚烧发电厂精细化管理.....	208
第六节 生活垃圾焚烧发电厂运营绩效考核案例.....	218
<b>参考文献</b> .....	229



# 第一章 我国生活垃圾处理趋势 与焚烧发电工艺技术

## 第一节 我国城市生活垃圾清运量现状

固体废物是指在生产、生活和其他活动中产生的丧失原有利用价值，或虽未丧失利用价值但被抛弃或者放弃的固态、半固态和置于容器中的气态物品、物质以及法律、行政法规规定纳入固体废物管理的物品、物质。

生活垃圾是指城市居民生活垃圾、行政事业单位垃圾、商业垃圾、集贸市场垃圾、公共厕所纸垃圾以及街道清扫垃圾。

生活垃圾处理是城市管理和公共服务的重要组成部分，是建设资源节约型和环境友好型社会，实施治污减排，确保城市公共卫生安全，提高人居环境质量和生态文明水平，实现城市科学发展的一项重要工作。城镇生活垃圾处理是城镇管理和环境保护的重要内容，是社会文明程度的重要标志，关系人民群众的切身利益。

近年来，我国城市生活垃圾收运网络日趋完善，垃圾处理能力不断提高，城市环境总体上有了较大改善。但也要看到，由于城镇化快速发展，城市生活垃圾急增，垃圾处理能力相对不足，一些城市面临寻找垃圾出路的困境，影响了城镇环境和社会稳定。各地区、各有关部门要充分认识加强城市生活垃圾处理的重要性和紧迫性，进一步统一思想，提高认识，全面落实各项政策措施，推进城市生活垃圾处理工作，创造良好的环境，建设好美丽中国，实现中华民族的永续发展。

### 一、全国城市生活垃圾清运量逐年递增

城镇生活垃圾处理是城镇管理和环境保护的重要内容，是社会文明程度的重要标志，关系人民群众的切身利益。近年来，我国城镇生活垃圾收运网络日趋完善，生活垃圾处理设施数量和能力快速增长，城镇环境总体上有了较大改善。截至 2010 年底，全国设市城市和县城生活垃圾年清运量 2.21 亿吨，生活垃圾无害化处理率 63.5%，其中设市城市 77.9%，县城 27.4%。比 30 年前即 1980 年的 0.31 亿吨增长了 7 倍，使得我国生活垃圾处理难度越来越大。我国城市生活垃圾清运量增长趋势（1980~2010 年）见图 1-1。

2010 年全国城市生活垃圾清运量 2.21 亿吨只是城市环卫部门生活垃圾清运统计量，还不

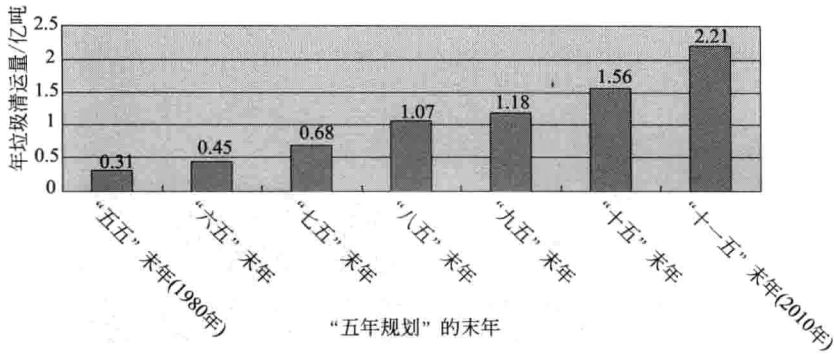


图 1-1 我国城市生活垃圾清运量增长趋势 (1980~2010 年)

包括城市和乡村许多随便乱填乱倒的未清运垃圾，即生活垃圾清运量小于产生量。伴随我国城市化的进程，城镇总规模不断扩大，以前散落在农村田间地头的生活垃圾伴随农民进城，这部分垃圾将向城市集中。伴随建设美丽中国的深入，城镇生活垃圾收运体系会不断健全，乱填乱倒的未清运垃圾将得到较好清运。另外伴随中国人口的增加，生活垃圾的产生总量还会增加，直到人口不再增加为止。综合上述三方面因素，我国生活垃圾清运量还将会在较长时期内攀升。

## 二、各地区生活垃圾处理工作的压力不均衡

由于经济发展水平、城市化规模、人口数量以及流动人口等因素的不同，各省、自治区、直辖市的城市生活垃圾的清运量相差甚远，发达地区生活垃圾清运量一般比欠发达地区多很多（见图 1-2）。2009 年度垃圾清运量 1.57 亿吨，其中广东过 1000 万吨而遥遥领先，山东、江苏、浙江接近 1000 万吨，西藏最少仅 23 万吨。可见我国各地区生活垃圾处理工作的地区压力不均衡，尤其是在我国经济发达和土地资源稀缺的城市和东南沿海地区，生活垃圾的处理矛盾已经变得异常突出，已演变为必须解决的民生问题。

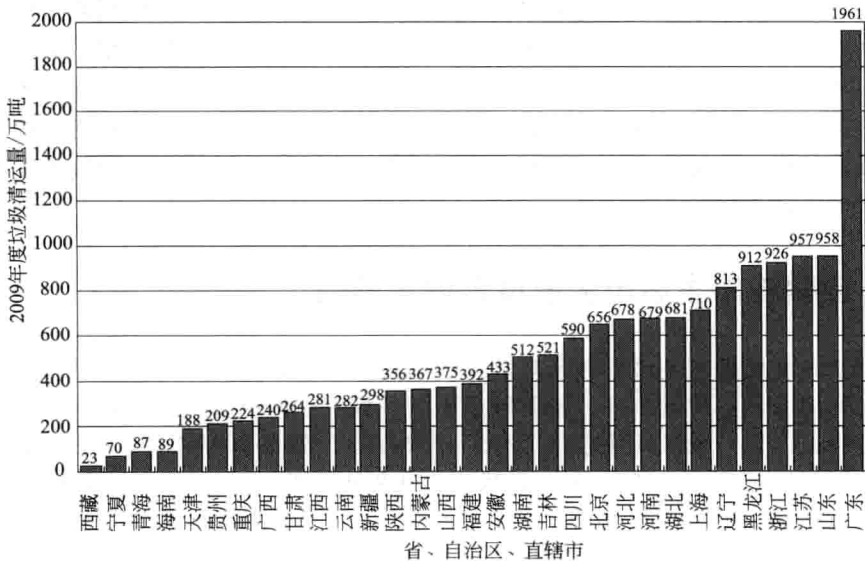


图 1-2 2009 年度各省、自治区、直辖市城市生活垃圾清运量

## 第二节 破解生活垃圾处理困局的方法

### 一、垃圾处理原则

生活垃圾处理应以保障公共环境卫生、人体健康和防止环境污染为宗旨，遵循“减量化、资源化、无害化”的原则，要把无害化处理放在第一位。

### 二、目前生活垃圾处理常用的三种方式

目前城镇生活垃圾处理常用的三种方式有卫生填埋、堆肥和焚烧发电。

#### 1. 卫生填埋

填埋处理是传统的垃圾处理方法。早期填埋处理是无序的、分散的废弃填埋，即在自然条件下，利用坑、塘、洼地，将垃圾集中堆置在一起，不加遮盖，不进行无害化处理的堆埋方式。后来卫生填埋法是寻找一块空置的土地，将垃圾置于防渗透层之上压实后覆土填埋，利用生物化学原理在自然条件下使天然有机物分解，对分解产生的渗沥液和沼气（填埋气体）进行收集处理，以期不产生公害，这种方法目前在世界上采用得最多。

垃圾卫生填埋的优点为：最初投资低，适用性强，可接纳各种城市生活废物，处理能力大；建设投资除征地费不好确定外，一般而言，生产性投资较少，运行费用低，不受垃圾成分变化的影响，如有适当的土地可资利用，垃圾填埋处理是一种最为经济的城市垃圾处理方式。因此，在经济相对落后的内地中小城市，近期内仍将以卫生填埋作为城市垃圾处理的主要技术方式。

卫生填埋需要占用大量的土地资源，厂址选择较为困难。考虑到交通、水文、地质、地形等因素，许多城市甚至近郊也很难找到合适的场址，而被迫舍近求远。填埋场占地较多是一大缺点，最好利用地价较低的沟谷荒坡，筑坝拦截，封场后还可复耕、还林。

卫生填埋另一个难题是渗滤液的处理。生活垃圾经雨水浸泡渗出的黑液为高浓度有害液体， $BOD_5$ 浓度较高，其污染度是粪便的3~5倍，一旦渗漏，对地下水、土质和大气易造成污染。随着《生活垃圾污染物控制标准》（GB 16889—2008）的实施，对渗滤液处理后各种污染物的排放浓度作了更加严格的限制，处理成本大幅增加。

目前，发达国家正在逐步减少原生垃圾的填埋量，尤其在欧盟各国，已强调垃圾填埋只能是最终的处置手段，而且只能是无机物垃圾，在2005年以后，有机物大于5%的垃圾不能进入填埋场。

此种方法比较简单、成熟、投资稍低，是目前用得较多的垃圾处理方法。它适用于卫生填埋场地丰富或经济发展水平较低的地区。

#### 2. 堆肥

垃圾堆肥处理是将生活垃圾堆积成堆发酵，借助垃圾中微生物分解的能力，将有机物分解成无机养分。经过堆肥处理后，生活垃圾变成卫生的、无味的腐殖质，这既解决了垃圾的出路问题，又可达到资源化的目的，但是生活垃圾堆肥养分含量低，堆肥的规模不宜太大。



这种方法对以厨余等成分为主的垃圾有较大的作用，但原生生活垃圾中无机物和难以生化降解的橡胶、塑料、合成纤维等中的有机物还有较大的数量，必须分拣后才可以采用堆肥法。而且，未经分拣堆肥，制成的肥料重金属含量多少仍为未知数，若重金属含量高，则有机肥市场狭窄。

在我国城市垃圾处理中，堆肥方式是最早也是在早期阶段使用最多的方式，那时，大部分垃圾堆肥处理场采用敞开式静态堆肥。20世纪80年代以来，我国陆续开发了机械化程度较高的动态堆肥技术。目前，从普及程度看，堆肥处理在国内城市各种垃圾处理方式中，是仅次于填埋方式的一种重要方式。针对我国固体废物的特点，我国多家研究机构研究开发出多种有机固体废物的堆肥技术，并发展包括配套的预处理技术、堆肥技术在内的城市垃圾综合集成处理工艺技术。

我国城市混合收集的垃圾杂质含量高，为保证产品质量采用复杂的分离过程，导致产品成本过高，如果没有政府的补贴，很难正常运行下去。而垃圾中含有的玻璃成分，很难完全分离，为堆肥产品的应用带来限制。一般堆肥场的粗堆肥产品只能作为土壤改良剂，销路取决于堆肥场所在地区土壤条件的适宜性。在黏性土壤地区，特别是南方的红黄黏土、砖红黏土、紫色土地区有较好的销路。堆肥场产品的经济服务半径一般较小，同时肥效较差，因此堆肥产品通常只能就近销售。而利用其制造的复合肥，也在与一般化肥和复合肥的竞争中不占优势。堆肥产品销售有其季节性，而垃圾堆肥处理则是连续性的，生产与销售之间存在的这种“时间差”，将使垃圾堆肥厂的运行带来困难。堆肥产品很难达到无害化的要求，不能保证彻底杀灭病菌以避免二次污染，同时，难以克服重金属成分的迁移问题。

目前，有些人误将垃圾资源化与垃圾堆肥化等同起来了。国内新近出现的多数堆肥化处理场，缺乏对堆肥产品的市场潜力进行认真、科学的分析。仅仅从不定期运行的、简易小型的垃圾堆肥场堆肥产品有销路，就断定大型垃圾堆肥场产品能销售出去。实际上，尽管发达国家严格实行了垃圾分类，杜绝了危险废物的混入，且政府配套法规鼓励利用生物肥料，但国外利用堆肥处理城市垃圾所占比例并不大，而且多数堆肥场主要是利用分类收集的厨房废物、庭院废物和粪便作为原料，用混合垃圾堆肥的实例并不多。而在城市居民环保意识不高、垃圾分类收集尚未有效执行的我国，一些小城镇可能适用堆肥方式处理垃圾，但堆肥处理技术不能盲目到处推广。

### 3. 焚烧发电

垃圾焚烧发电处理在我国属新发展的处理工艺，是通过对垃圾焚烧进行化学分解的过程，将垃圾体中的有机物化学能转化为热能，能实现垃圾处理减量化、资源化和无害化的要求。垃圾焚烧并不是孤立的，必须与垃圾填埋方式相结合，也就是说垃圾焚烧不能脱离填埋方式而独立存在。这是因为，焚烧后产生的飞灰一般经过固化处理后再进行填埋。但从处理方式的角度考虑，采用垃圾焚烧方式较垃圾填埋方式更具无害化处理效率高、减量化明显、可实现资源的再生利用、污染易控等优势，但也存在投资较高、工艺较复杂，运行成本较高的缺点。

焚烧发电是目前处理生活垃圾的有效途径之一。焚烧技术的主要特点是：①无害化彻底，高温燃烧可使垃圾中有害物质得到完全分解，完善可靠的烟气净化系统可以将烟气中污染物的含量处理到环保部门要求的范围内；②减容、减量效果好，使体积减少80%~90%，重量减少70%以上；③有利于资源再利用，燃烧产生的热量可用于发电或供热；④焚烧技术比较成熟，焚烧过程采用DCS控制，可保证燃烧过程处于最佳工况，所以二次污染小；⑤综合效果好，由于污染低、占地面积小，可靠近城市建厂，既节约用地、又减少运输成本，选址相对容易。

因此，在具备经济条件、垃圾热值条件和缺乏卫生填埋场地资源的地区，焚烧处理技术在全世界得到了迅速发展。

每吨入厂生活垃圾能产生上网电量约 240 千瓦时, 2010 年全国生活垃圾清运量 2.21 亿吨可产生上网电量 530 亿千瓦时; 若同类型小火电机组按供电标煤耗 500g/(kW·h) 计算, 则 2010 年垃圾清运量能产生上网的电量, 相当于 1.06 亿吨标煤或相当于 1.5 亿吨 5000kcal<sup>①</sup>/kg 原煤产生的上网电量, 垃圾焚烧发电可谓“变废为宝”。

把三种垃圾处理方式从技术可靠性、工程规模、选址难易、占地面积、投资、处理成本、适用条件、管理水平、产品市场、最终处置、地下水污染、大气污染、环保措施、主要风险和国外发展状况等方面进行比较, 见表 1-1。为了解决单一处理方式的不足, 生活垃圾根据实际情况需要采用综合处理方式。

所谓综合处理, 就是将多种生活垃圾处理处置技术以适当的方式有机地结合在一起, 优势互补形成完整的处理系统, 每种处理技术或设施处理适宜的生活垃圾组分, 从而改善生活垃圾处理的效果, 降低生活垃圾处理的费用。

表 1-1 城市生活垃圾三种处理方式的比较分析

比较项目	卫生填埋	堆肥	焚烧发电
技术可靠性	可靠, 属传统方法	较可靠, 在我国有实际经验	可靠, 在国外属成熟技术, 在国内也基本成熟
工程规模	一般很大	连续式 300t/d	单台炉一般 150~750t/d
选址难易	选址极难, 特别在市区极为困难。要考虑地形、地质条件, 防止地下水和大气污染, 要远离市区, 运输距离远	较易, 仅需避开居民密集区, 气味影响半径小于 200m, 运输距离适中	选址难, 居民太敏感。实际上影响较小, 可以靠近市区建设, 运输距离较近
占地面积	大, 一般 500m <sup>2</sup> /t	中, 一般 110~150m <sup>2</sup> /t	小, 像永远填不满的填埋场。处理能力一般 100m <sup>2</sup> /t
投资/(万元/t)	18~27	26~36	40~70
建设工期/月	9~12	12~18	12~20
运营成本/(元/t)	35~55	50~80	60~160
操作安全性	较好	较好	较好
适用条件	无严格要求	生物可降解有机物 > 40%	入厂垃圾低位热值 > 900kcal/kg 时, 不需添加辅助燃料
管理水平	一般	较高	很高
产品市场	沼气可发电	产品市场有一定困难	市场前景好
最终处置	属最终处置	入厂垃圾 30%~40% 的非堆肥物填埋	占入厂垃圾 3%~5% 的飞灰固体废物, 需固化后到填埋场填埋
地下水污染	场地防渗投资大	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, 设除臭装置和隔离带	须加强对烟气指标控制, 可达标排放

① 1cal=4.2J, 下同。

续表

比较项目	卫生填埋	堆肥	焚烧发电
环保措施	场地防渗、分层压实、填埋气导排、渗滤液处理	粉尘处理、污水处理、残渣处理、臭气防治	烟气处理、污水处理、灰渣处理、臭气防治
主要风险	沼气爆炸、场地渗漏、渗滤液污染	因生产成本过高或堆肥质量不佳而销路不好	卸料大厅运卸车辆注意安全,运营管管理不力会导致污染
国外发展状况	所占比重越来越小	受市场销路制约	发达国家和国土资源小的国家提倡

### 三、生活垃圾三种处理方式在我国分别所占的比重

从全国城市 2001~2009 年生活垃圾三类无害化日处理能力发展趋势看(见图 1-3),卫生填埋始终是垃圾处理的主要手段并且所占比重较稳定,占到总处理能力的 80%左右;堆肥处理所占比重逐年有所下降,由 2001 年的 11%下降到 2009 年的 2%,在我国逐渐被边缘化;而焚烧发电所占比重在逐年上升,由 2001 年的 3%上升到 2009 年的 20%左右,焚烧发电处理方式在我国发展势头迅猛。

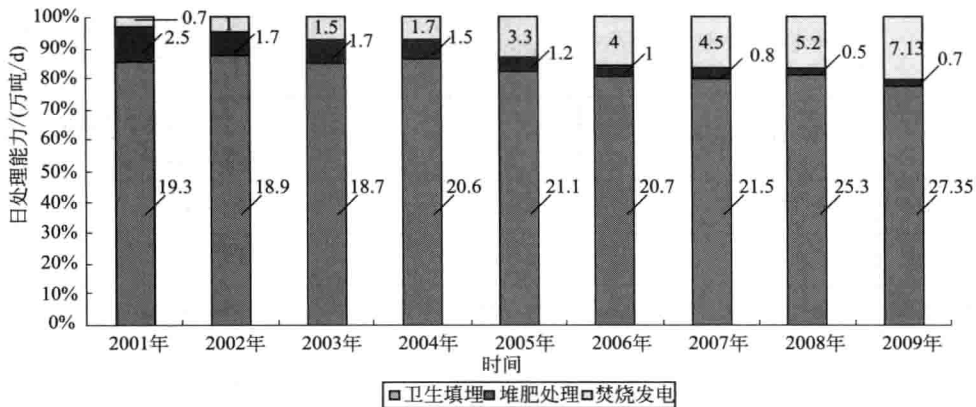


图 1-3 全国城市生活垃圾三种无害化日处理能力发展趋势(2001~2009 年)

### 四、生活垃圾三种主要处理方式在我国的分布

2009 年我国共有生活垃圾无害化处理场 852 座,其中城市有 566 座,占比 66.43%。城市无害化处理率 71.31%,已完成“十一五”70%的目标;县城的垃圾无害化处理率 14.84%,与“十一五”30%的目标还有很大差距。我国“十二五”规划要求提高城镇垃圾处理能力,城市生活垃圾无害化处理率要达到 80%。

通过对 2009 年我国城市生活垃圾三种无害化日处理能力分类分析(见图 1-4),卫生填埋场在各地的数量在 2~45 座之间,共计 447 座,从多到少依次是:山东、河南、浙江、江苏、四川、广东等。焚烧发电厂共计 96 座,在浙江、广东、江苏较多,这三地的数量占到全国总数的 54%,其中垃圾焚烧发电厂最多的省份浙江省共 21 个,占全国焚烧厂总数的

22%，可见经济发达、人口密度大和土地资源稀缺的东南沿海地区，是现阶段垃圾焚烧发电处理的密集区域。堆肥处理场仅有 13 座，河南、河北相对较多。

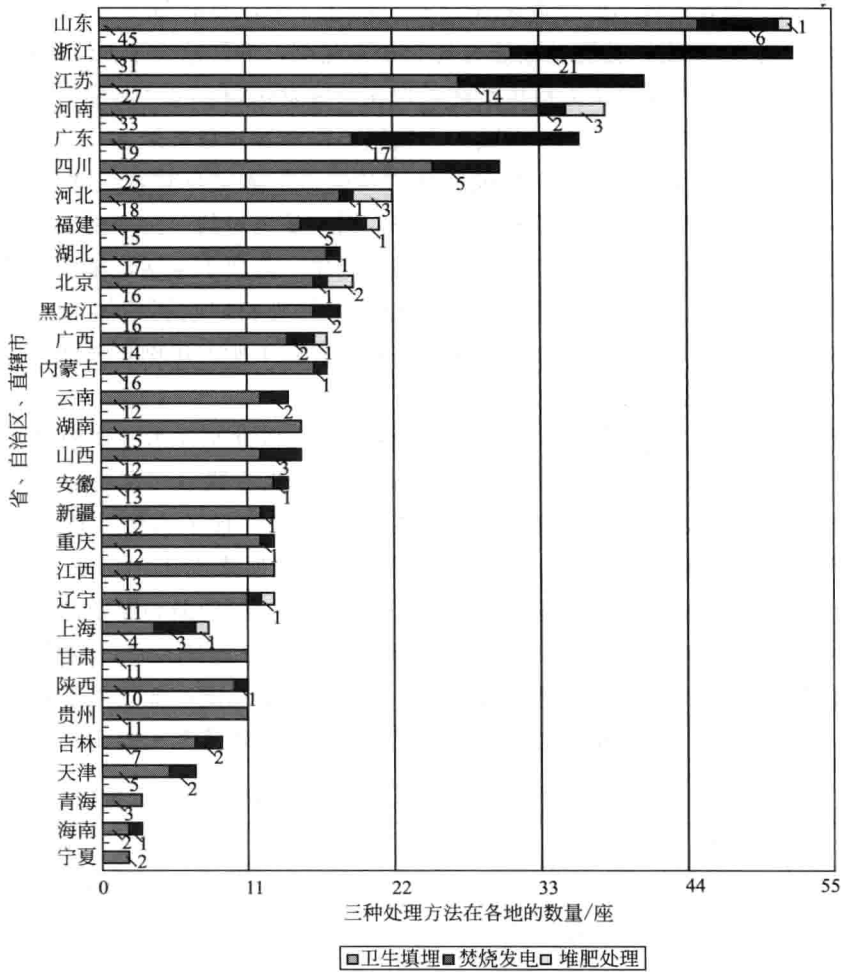


图 1-4 2009 年度省、自治区、直辖市城市生活垃圾三种处理的数量

### 第三节 生活垃圾处理方式的发展趋势和焚烧发电的驱动力及阻力

#### 一、生活垃圾处理方式的发展趋势

垃圾焚烧发电技术的进步使得垃圾焚烧处理的应用得到了大幅提高，成为了欧美和日本等发达国家以及中国台湾地区处理城市垃圾的一种重要方法，世界各国目前已拥有数千座城市垃圾焚烧厂。由于技术成熟，污染得到有效控制，基本消除臭味问题，大多数垃圾焚烧厂都建在城市服务区，以降低运输费用和有利于热能的回收利用，其中一些甚至建在居民区和

商业区。国外垃圾发电发展较快的是美国、德国和日本。截至 2008 年底，美国垃圾发电厂有 425 座，总容量达 8523MW，居世界第一位；居第二位的是德国，已有垃圾发电厂 372 座，总容量达 7421MW；日本的垃圾焚烧发电厂达 215 座，总容量达 5639MW；而此时中国的垃圾发电厂仅有 90 座，焚烧处理能力为 5.2 万吨/d，折合总容量 542MW。

但近年来，国内曾出现过认为垃圾焚烧处理在一些发达国家呈“萎缩”之势的论断，认为发达国家目前垃圾焚烧的比例正日渐减少，我国不能借鉴垃圾焚烧这一“落后工艺”来进行垃圾处理，这也成为目前国内对于垃圾处理“焚烧派”和“反烧派”主要争议的问题之一。据分析，垃圾焚烧“萎缩”只能说是相对的，而不是绝对的，其主要表现在：西方发达国家人口增长率低，部分国家甚至出现人口负增长现象，造成了生活垃圾产生量增长率比较低，同时由于国民环保意识的不断增强，国家的垃圾分类和回收利用体系也得到进一步完善，垃圾回收率逐年提高，这就使垃圾焚烧在各处理方式中所占比例相对减少，可以说所谓西方国家垃圾焚烧“萎缩说”是不全面的。

有些专家在讲座或讨论时谈到日本焚烧厂数量减少，以此来作为日本限制垃圾焚烧的例证。事实上，日本的垃圾焚烧厂个数在减少的同时，其焚烧总能力却在增加。日本在 1975~2004 年的 30 年间“上大压小”，在不断关闭落后焚烧炉，增加了大型焚烧炉，其焚烧处置能力不断上升，但是其焚烧过程的二噁英排放总量却不到原来的 1/80，因此，关闭落后的焚烧厂，兴建大型现代化的焚烧厂是降低垃圾焚烧二噁英排放的最为有效的途径之一。

1988 年我国第一座垃圾焚烧发电厂在深圳市清水河得以建成投产，与发达国家相比垃圾焚烧发电在我国起步较晚、发展规模尚小，我国垃圾焚烧发电产业仍处于发展中阶段。

在“十一五”期间，全国城镇生活垃圾处理主要指标实现情况见表 1-2。

表 1-2 “十一五”期间全国城镇生活垃圾处理主要指标实现情况

主要指标		地区	2005 年	2010 年	“十一五” 规划目标	目标 完成情况
1. 无害化处理率/%	城镇		34.8	63.5	60	3.5
	设市城市		51.7	77.9	70	7.9
	县城		7.2	27.4	30	-2.6
2. 无害化处理设施数量/座	城镇		614	1076		
	设市城市		397	628	新增 520	-289
	县城		217	448		
其中	卫生填埋场	城镇	503	919		
		设市城市	304	498		
		县城	199	421		
	垃圾焚烧厂	城镇	48	119		
		设市城市	42	104		
		县城	6	15		
	其他	城镇	63	38		
		设市城市	51	26		
		县城	12	12		

续表

主要指标		地区	2005年	2010年	“十一五” 规划目标	目标 完成情况
3. 无害化处理能力/(t/d)		城镇	236548	456917	新增 320000	-99631
		设市城市	210578	387607	新增 253000	-75971
		县城	25970	69310	新增 67000	-23660
其中	卫生填埋场	城镇	184740	352038		
		设市城市	160662	289957		
		县城	24078	62081		
	垃圾焚烧厂	城镇	26075	89625		
		设市城市	25460	84940		
		县城	615	4685		
	其他	城镇	25733	15254		
		设市城市	24456	12710		
		县城	1277	2544		

我国“十二五”期间，规划新增生活垃圾无害化处理能力为 58 万吨/d，其中，设市城市新增能力为 39.8 万吨/d，县城新增能力为 18.2 万吨/d。到 2015 年，全国形成城镇生活垃圾无害化处理能力为 87.1 万吨/d，基本形成与生活垃圾产生量相匹配的无害化处理能力规模，其中，设市城市处理能力为 65.3 万吨/d，县城处理能力为 21.8 万吨/d；生活垃圾无害化处理能力中选用焚烧技术的城市达到 35%，东部地区选用焚烧技术的城市达到 48%。“十二五”规划全国城镇生活垃圾处理设施采用技术情况见表 1-3。

表 1-3 “十二五”规划全国城镇生活垃圾处理设施采用技术情况

序号	地区	2010年						2015年					
		处理设施规模/(t/d)			所占比例/%			处理设施规模/(t/d)			所占比例/%		
		填埋	焚烧	其他	填埋	焚烧	其他	填埋	焚烧	其他	填埋	焚烧	其他
	全国	352038	89625	15254	77	20	3	513748	307155	50588	59	35	6
1	北京	12080	2200	2400	73	13	14	8746	12900	7250	30	45	25
2	天津	6400	1800	0	78	22	0	7500	6900	1500	47	43	10
3	河北	15249	2450	1100	81	13	6	18729	8640	3920	60	28	12
4	山西	9595	2800	0	77	23	0	11239	7030	1305	57	36	7
5	内蒙古	10394	0	1247	89	0	11	14835	4400	1247	72	22	6
6	辽宁	19053	0	600	97	0	3	32106	6340	4341	75	15	10
7	吉林	4801	2040	0	70	30	0	13961	6340	500	67	31	2
8	黑龙江	10403	500	600	91	4	5	22507	3200	2190	81	11	8
9	上海	5750	2575	2220	55	24	21	9400	19475	4520	28	58	14
10	江苏	24168	15192	0	61	39	0	26598	31242	1000	45	53	2
11	浙江	22062	18535	755	53	45	2	22614	37085	755	38	61	1
12	安徽	7851	1750	0	82	18	0	19286	5650	0	77	23	0
13	福建	12074	7285	0	62	38	0	12263	16495	1400	41	55	4
14	江西	6241	0	0	100	0	0	12080	4000	3503	62	20	18
15	山东	31835	8580	1302	76	21	3	38283	31280	5552	51	42	7

续表

序号	地区	2010年						2015年					
		处理设施规模/(t/d)			所占比例/%			处理设施规模/(t/d)			所占比例/%		
		填埋	焚烧	其他	填埋	焚烧	其他	填埋	焚烧	其他	填埋	焚烧	其他
16	河南	27076	2400	560	90	8	2	38690	7000	560	84	15	1
17	湖北	13159	1000	400	90	7	3	18898	7200	1130	69	27	4
18	湖南	13593	0	0	100	0	0	25862	7900	870	75	23	3
19	广东	22373	11743	0	66	34	0	33043	41493	0	44	56	0
20	广西	9438	1240	400	85	11	4	9944	7270	500	56	41	3
21	海南	1589	225	0	88	12	0	1014	1825	0	36	64	0
22	重庆	8809	1200	0	88	12	0	8901	11000	0	45	55	0
23	四川	16649	2740	1300	81	13	6	27041	5240	1300	80	16	4
24	贵州	5897	0	0	100	0	0	19430	0	0	100	0	0
25	云南	7706	2870	1510	64	24	12	16521	6450	4405	60	24	16
26	西藏							796	0	0	100	0	0
27	陕西	13359	500	860	91	3	6	18916	7200	1640	68	26	6
28	甘肃	3793	0	0	100	0	0	6649	1800	1200	69	19	12
29	青海	1441	0	0	100	0	0	2079	0	0	100	0	0
30	宁夏	2905	0	0	100	0	0	3025	800	0	79	21	0
31	新疆	6295	0	0	100	0	0	10560	1000	0	91	9	0
32	新疆生产建设兵团							2232	0	0	100	0	0

生活垃圾处理技术的选择，应本着因地制宜的原则，坚持资源化优先，选择安全可靠、先进环保、省地节能、经济适用的处理技术。东部地区、经济发达地区和土地资源短缺、人口基数大的城市，要减少原生生活垃圾填埋量，优先采用焚烧处理技术；其他具备条件的地区，可通过区域共建共享等方式采用焚烧处理技术。卫生填埋处理技术作为生活垃圾的最终处置方式是每个地区所必须具备的保障手段，在具备卫生填埋场地资源和自然条件适宜的地区，可将卫生填埋作为生活垃圾处理的基本方案。生活垃圾管理水平较高的地区可采用生物处理技术。在充分论证的基础上，鼓励积极开展水泥窑协同处理等技术的试点示范。有条件的地区，宜集成多种处理技术统筹解决生活垃圾处理问题。

考虑不同区域的实际情况，坚持集中处理与分散处理相结合，交通相对便利的地区，鼓励采取集中建设处理设施的模式，逐步统筹城镇生活垃圾处理设施的规划和建设，交通相对便利乡镇的生活垃圾，优先考虑纳入城市生活垃圾处理系统。

目前在我国经济发达和土地资源稀缺的大城市和东部沿海地区，在破解生活垃圾处理困局的三种方法中，垃圾焚烧发电处理方式已经首当其冲，并有向全国蔓延之势。截至2012年底我国投入运行的生活垃圾发电厂有142座，采用炉排炉技术的77座，采用流化床技术的59座，采用其他技术的6座，总处理规模12.4万吨/d。

在我国“十二五”期间乃至以后较长时间内，生活垃圾焚烧发电产业将是黄金发展期，焚烧发电在生活垃圾无害化处理中的比重将不断提高，焚烧发电与卫生填埋相结合，甚至以焚烧为主以填埋为辅的综合处理方式，将成为我国生活垃圾处理的发展趋势。

垃圾焚烧发电厂在规划时，应打破行政地域，起码由地级以上城市进行统筹布局，处理规模上应“上大压小”。用“上大压小”的方法既可减少垃圾电厂数量，又可提高垃圾处理总量。生活垃圾焚烧发电厂大型化、规模化是发展方向，中小城镇应突破行政区界限进行大区域统筹规划，来兴建大型现代化的焚烧厂，这样做利大于弊，分析如下。

① 垃圾焚烧发电厂目前选址较难，有的项目其周围 300m 范围内不允许有环境敏感点。有的项目环评批复文件规定：当地政府应做好厂界外 1000m 范围内规划控制工作，该范围内今后也不得新建学校、医院、居民住宅等环境敏感目标。在垃圾处理总量不减少的前提下，以“上大压小”来减少垃圾电厂数量，可节约大量土地。

② 相邻近的几个区域联合选址，等于减少了重复建设，这样能节省政府对此类项目各方面的批验精力，同时节约筹建成本，可谓省钱省力。

③ 大型现代化的焚烧厂由于设备技术先进，是降低垃圾焚烧二噁英排放的最为有效的途径之一；垃圾焚烧发电厂规模越大，政府职能部门监控的垃圾焚烧发电厂个数就相应减少，对环保运营情况更容易监控，使得垃圾焚烧发电厂更加环保可控。

④ 垃圾焚烧发电厂规模越大，电厂运营的经济效益就会越高，在环保投入上能够更有保证。

⑤ 垃圾焚烧发电厂规模大也有不足之处，就是距离较远的区域的垃圾运输成本增加。

## 二、生活垃圾焚烧发电的驱动力

### 1. 现实急需

改革开放 30 多年来，中国城市化率不断提高，城市人口不断增长，现在我国垃圾填埋堆存量已经达到 66 亿吨，侵占了 75 万亩土地。近 200 个城市再无适当的土地填埋，且有的填埋垃圾中的有毒物质还渗透到地下和河流之中。垃圾围城之时，政府急需找到合理的方式突围。

若建一个生活垃圾焚烧发电厂，等于在这一区域建了一个永远填不满的卫生填埋场，这将节约大量的填埋土地，并且以生活垃圾为燃料进行发电和供热将带来经济效益和社会效益。在土地资源稀缺的发达地区，当下找不出比生活垃圾焚烧发电更好的处理方式，焚烧发电不仅较好地达到了生活垃圾无害化、减量化和资源化的处理要求，而且有较大的处理能力，如果再与卫生填埋相结合，能够满足巨量生活垃圾的处理难题。

### 2. 政策使然

生活垃圾焚烧发电产业归属于国家战略性新兴产业及重点鼓励领域，属于民生项目、公益项目、基础设施项目、环保项目、新能源项目、生物质发电项目、综合利用项目、循环经济项目以及可再生能源项目，政府在政策上大力扶持，详见表 1-4。

表 1-4 生活垃圾焚烧发电行业重要政策

时 间	政策名称	相关摘要
2001 年 1 月	《财政部国家税务总局关于部分资源综合利用及其他产品增值税政策问题的通知》	自 2001 年 1 月 1 日起，对利用城市生活垃圾生产的电力实行增值税即征即退的政策
2002 年	《关于实行城市生活垃圾处理收费制度促进垃圾处理产业化的通知》	推进产业化，并对产业化项目给予适当补助
2004 年 7 月	《国务院关于投资体制改革的决定》	鼓励社会投资。放宽社会资本的投资领域，允许社会资本进入法律法规未禁止进入的基础设施、公用事业及其他行业和领域



续表

时 间	政策名称	相关摘要
2005年2月	《中华人民共和国可再生能源法》	可再生能源是指风能、太阳能、水能、生物质能、地热能、海洋能等非化石能源,其中生物质能是指利用自然界的植物、粪便以及城乡有机废物转化成的能源。全额收购其电网覆盖范围内可再生能源并网发电项目的上网电量,并为可再生能源发电提供上网服务
2006年9月	《国家鼓励的资源综合利用认定管理办法》	垃圾焚烧发电采用流化床锅炉掺烧原煤的,垃圾使用量应不低于入炉燃料的80%(重量比)
2007年7月	《电网企业全额收购可再生能源电量监管办法》	电网企业全额收购可再生能源电量
2009年6月	《国务院关于印发节能减排综合性工作方案的通知》	要全面推进生活垃圾分类体系建设,充分回收垃圾中的废旧能源,鼓励垃圾焚烧发电和供热、填埋气体发电,积极推进城乡垃圾无害化处理,实现垃圾减量化、资源化和无害化
2010年7月	《中国资源综合利用技术政策大纲》	研发城市生活垃圾、污泥高效焚烧和烟气处理技术
2010年12月	《关于“十二五”期间环保产业发展的意见》	推广生活垃圾焚烧发电技术
2012年	《关于完善垃圾焚烧发电价格政策的通知》	自2012年4月,垃圾焚烧发电价格全国统一一至0.65元/千瓦时

### 3. 市场化运作模式成熟

在垃圾焚烧发电项目中,目前大量采取BOT特许经营的模式,可以通过资本的引入,大大地降低地方政府的财政预算,从而将节省的部分经费投入到其他领域建设中。作为最为传统的市政公用事业,垃圾处理领域也改变了政府单一的投、融资渠道,而走向了投资主体多元化和融资渠道多样化的发展道路。

垃圾焚烧发电BOT(build-operate-transfer)项目,即“建设-运营-移交”项目。是由市场中具有垃圾焚烧发电业务能力的国有公司或者私人公司作为项目发起人,从政府获得建设垃圾焚烧发电厂的特许权后,由其负责组建垃圾焚烧发电项目公司,承担项目的融资、设计、建造、运营和移交,整个特许期内垃圾焚烧发电项目公司通过垃圾焚烧发电厂的运营,获得垃圾焚烧补贴费或处理费和上网发电费来收回投资、偿还债务并赚取利润,在特许期届满后,需要把一个运行状况良好的垃圾焚烧发电厂无偿地移交给政府,从而达到双方共赢的合作局面。

## 三、生活垃圾焚烧发电的阻力

### 1. 阻力来源

阻力多来自于原垃圾产业链里的一些既得利益者、电厂周边房地产等企事业单位和附近部分老百姓的反对,造成垃圾焚烧发电项目在筹建阶段群众难、选址难和环评难。

### 2. 形成原因

① 在未焚烧发电之前,生活垃圾以其他的方式也在处置,已形成了许多既得利益者,如填埋场的拾荒大军、废旧物资回收站、堆肥企业、沼气发电企业和填埋企业等。

这些单位和个人以生活垃圾营生,努力保持原来处理方式的利益格局,而生活垃圾一旦