

我国城市垃圾处理技术装备市场水平 与发展趋势的探讨

建设部环境卫生工程技术研究中心

徐文龙 徐海云 曹丽云

近年来,我国经济高速发展,城市数量及城市人口显著增加,城市规模和范围不断扩大。随着我国城市化的进程,城市垃圾的产量在迅速增长,城市垃圾的构成也日益复杂,随之而来的城市垃圾的污染问题也越来越突出。1990年全国生活垃圾清运量为6767万吨,至2000年已达1.18亿吨(见图1)

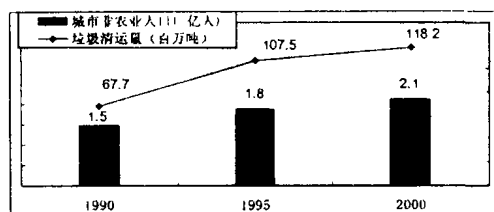


图1 1990—2000年城市非农业人口
与生活垃圾清运量

由于我国经济发展的总体水平还比较低,如何用有限的投入去解决城市垃圾处理问题是许多城市面临的选择和挑战。为提高城市垃圾处理水平,城市垃圾处理的投入一直保持较快增长,从环卫建设固定资产投资增长可充分说明这一点。“八五”期间累计共投入45.25亿元;“九五”期间累计共投入161.8亿元,是“八五”期间累计投入的3.6倍;2000年达到54.54亿元,是1995年的4倍,年平均增长率为32%;从同期的市政公用设施固定资产投资状况比较分析中也可看

出,环卫建设固定资产投资占市政公用设施固定资产投资的比例也有明显增加(见图2)。

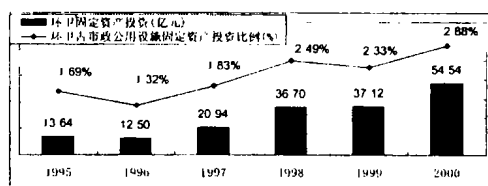


图2 1985—2000年环卫建设
固定资产投资状况

随着人们环保意识的提高以及环卫事业体制改革的进行,我国的城市垃圾处理行业开始逐渐走向市场化和产业化,出现了一批从事垃圾清扫收运、处理技术开发、处理工程设计、处理设施建设及运营管理和处理技术装备研制、开发及生产的环保企业。其中从事城市垃圾处理技术装备研制、开发和生产的企业的总产值约占整个环保产业总产值的1/3。由于技术装备水平的高低直接关系到能不能为城市垃圾处理提供有效的技术支持,同时也关系到城市垃圾处理的投资效益问题,因此,其在城市垃圾处理产业中占有举足轻重的地位。

根据有关部门2000年的调查统计结果,全国从事固体废物处理设备生产的企业共有

128 家,其中年销售产值在 200 万元以上的重点企业有 89 家,占企业总数的 69.5%。表 1 和图 3 对我国城市垃圾处理设备生产企业数量与产品结构进行了统计分析,表明目前我国城市垃圾处理设备生产企业以生产焚烧设备为主,数量占统计企业总数的 33.48%,销售份额占城市垃圾处理设备销售总额的 48.8%;生产垃圾清运设备的企业也占一定比例,达到 20.60%;生产填埋设备及填埋场专用材料的企业则较少。

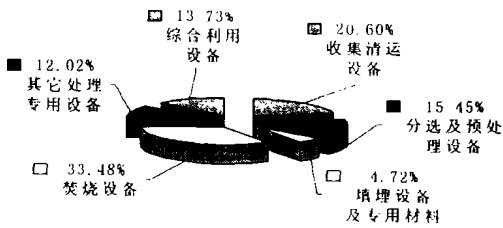


图 3 城市垃圾处理设备生产企业产品结构统计分析图

表 1 城市垃圾处理设备生产企业数量与产品结构统计分析

企业生产设备类型	设备类别	企业数量	占参加统计企业总数的比例
垃圾收集清运设备	输送设备	44	18.88%
	存储设备	4	1.72%
垃圾分选及预处理设备	分选设备	15	6.44%
	破碎设备	9	3.86%
	压缩设备	12	5.15%
填埋设备及专用材料	填埋设备	8	3.43%
	填埋场专用材料	3	1.29%
焚烧设备	焚烧设备	78	33.48%
其它垃圾处理专用设备	堆肥设备	16	6.87%
	固化设备	8	3.43%
	消毒设备	4	1.72%
垃圾综合利用设备	废物回收设备	8	3.43%
	废物回收转化设备	24	10.30%

1、垃圾收集清运技术装备水平与发展趋势

垃圾收集清运过程处于垃圾物流的“中游”,包括垃圾收集、路面清扫、垃圾运输等环

节,涉及的产品设备主要有垃圾袋、垃圾桶(箱)、垃圾运输车、扫路机、冲洗车、粪便车,以及转运站设备等。

根据 1999 年城市建设统计年报,全国城

市垃圾收集清运车辆总数达到 37274 辆,占环卫行业机械总数的 84%,其中垃圾运输车 28093 辆,扫路车 1791 辆,冲洗车 2383 辆。图 4 为 1986~1998 年我国城市环卫机械设备统计值。预计“十五”期间,平均每年垃圾收集清运车辆将增长 2000~3000 辆,增加的车辆主要为垃圾运输车及清扫车。另外,每年还需更新垃圾运输车 3000 辆左右。按每辆车 20 万元计,则“十五”期间垃圾收集清运车辆每年的市场总额将达到 10~12 亿元。

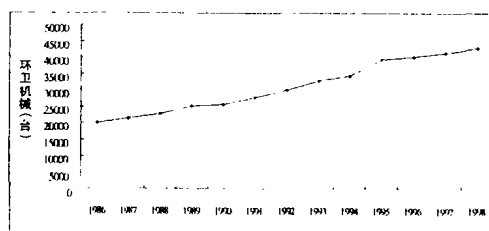


图 4 1986~1998 年我国城市环卫机械设备统计值

对于垃圾转运站,由于压缩式转运站可以提高垃圾转运的效率,而且可以有效地控制二次污染,因此压缩式转运站具有较好的发展前景。

2、垃圾分选与预处理技术装备水平与发展趋势

对城市垃圾进行填埋、堆肥、焚烧或资源化处理时,通常要先进行一定的分选和预处理,主要包括压缩、破碎、分选等环节。

对城市垃圾进行分选和预处理是为后续处理服务的,分选和预处理技术装备的发展应朝着提高机械化、自动化水平和处理效率,形成标准化、系列化产品的方向发展。

3、垃圾卫生填埋技术装备水平与发展趋势

卫生填埋是我国城市垃圾处理不可缺少的主要方式,其关键技术包括填埋场的防渗、渗滤液处理、填埋气体控制与回收利用,以及

运行过程中的填埋作业等。图 5 所示的是全国 35 个重点调研城市不同垃圾处理方式所占的比例。

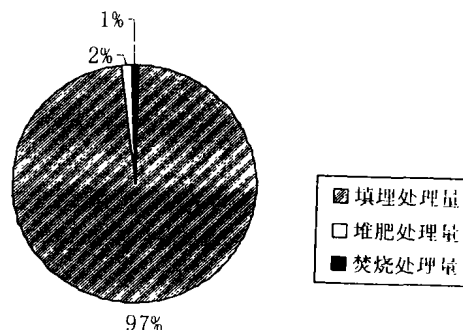


图 5 全国 35 个重点调研城市垃圾处理方式在实际处理总量中所占的比例

卫生填埋场所使用的产品和设备主要有填埋场防渗材料、排水材料、覆盖材料,以及填埋作业机械、填埋气体回收利用成套设备等。其中填埋作业机械主要有压实机和推土机。推土机属于通用设备,是我国目前填埋场使用的主要作业机械,填埋场专用压实机则应用相对较少。

从我国城市垃圾成分的特点以及实际处理水平来看,卫生填埋在较长时间内仍将是我国城市垃圾的主要处理方式。为了满足越来越严格的环境保护标准和工程建设标准,新建填埋场大多将采用 HDPE 膜进行水平防渗,填埋场防渗材料的生产将具有广阔的市场前景。填埋场渗滤液收集和处理将得到加强,并逐渐开展填埋气体回收利用,以保障填埋场安全,减轻大气污染,实现资源回收。为充分利用填埋空间,垃圾压实专用机械将普遍采用,以提高填埋场的使用年限。

目前普遍采用的填埋场人工防渗材料是 HDPE 膜,国内只有北京雪花集团北京塑料制品厂可以生产。该厂于 1993 年引进了意大利进口生产设备,采用吹膜工艺生产,其技

技术指标与国外相同生产工艺生产的同类产品相差无几。但因各种原因短期内还无法取代进口膜在国内工程中的优势地位。

国产压实机的生产工艺与国外相比仍有一定差距,因发动机功率小和自重偏低等原因,垃圾的压实度较进口压实机为低,相应的其它技术指标也还有一定差距。目前三明4YF32型国产压实机的技术指标已与宝马系列接近,但因各种原因,目前在国内还未得到广泛应用。图6是全国35个重点调研城市采用不同防渗方式填埋场的比例。

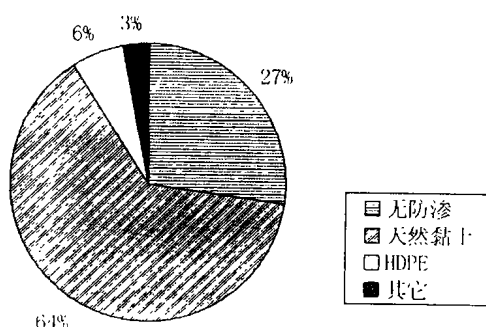


图6 采用不同防渗方式的填埋场的比例

经过近几年的努力,我国垃圾渗滤液处理技术与装备的研究与开发已有了相当的发展,建成了一批达到三级标准的渗滤液处理厂,但总体上讲技术与装备水平与发达国家差距较大,特别是能达到一、二级标准的渗滤液处理技术大多处于试验研究阶段。因此渗滤液处理技术与装备的开发有着广阔前景。图7是全国35个重点调研城市采用不同渗滤液处理方式填埋场的比例。

为逐渐把卫生填埋从单纯的处理手段转化为资源的综合利用处理方法,我国已着手研究填埋场沼气利用技术,填埋气体回收利用成套设备、新型填埋覆盖材料,并制定了相关政策,因此该类产品的研制开发具有良好的市场潜力。

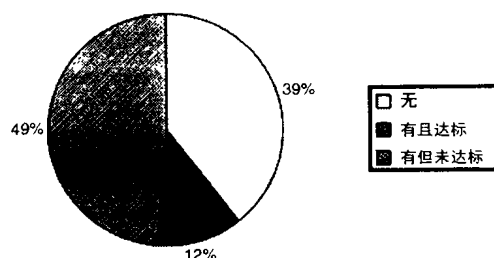


图7 采用不同渗滤液处理方式的填埋场的比例

与卫生填埋相关的技术装备重点发展的方向应为:

- (1)生产 HDPE 膜等防渗材料,开发研制新型填埋场防渗、排水材料及覆盖材料;
- (2)研究和开发填埋压实机等填埋专用作业设备,进一步提高填埋作业机械的工作效能;
- (3)进行填埋气体回收利用成套设备的研制;
- (4)开发研制渗滤液处理的技术和设备。

根据我国有关部门的规划,“十五”重点工程项目中包括 94 座以上垃圾卫生填埋场的新建或扩建,按国家有关强制标准要求,绝大部分填埋场都将采用人工防渗材料对填埋场底及调节池进行防渗处理,防渗材料的需求量很大。若这些填埋场均采用 HDPE 膜,按平均每座填埋场需铺膜 20 万 m^2 估算,约需 1.5~2.0mm 厚 HDPE 膜近 2000 万 m^2 ;按国产膜材料价格 22 元/ m^2 、施工价格 4 元/ m^2 计,则有近 5 亿元人民币的市场份额。如果大部分采用国外防渗材料,则有近 8 亿人民币的市场份额。

根据有关填埋机具占总投资(不包括征地费等)的比例约为 10~20%;“十五”重点工程项目中垃圾填埋项目或结合其它处理工艺的填埋项目总投资约 65~80 亿元,则包括

压实机在内的填埋机具的市场份额约为 6.5 ~ 16 亿人民币。

4. 垃圾焚烧技术装备水平与发展趋势

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。目前,发达国家采用的城市垃圾焚烧系统主要有以下几种类型。此外应用较少的工艺还有流化床焚烧工艺、热解等。

焚烧系统的主体设备是焚烧炉,主要有炉排炉、回转窑炉、流化床焚烧炉等形式,常用于城市垃圾焚烧的是炉排炉。

垃圾焚烧处理是我国城市垃圾处理的重要发展方向,现在制约我国垃圾焚烧技术发展的主要因素是建设投资、垃圾特性及处理技术要求,其中建设投资是关键因素。我国的垃圾焚烧处理装备经过十多年的发展,已有了较大的进步。目前我国自行开发的焚烧技术主要有三类:一类为固定床焚烧炉和链条炉排式焚烧炉,一类为流化床技术,一类是小型往复炉排炉。固定床焚烧炉和链条炉排式焚烧炉投资低,但燃烧温度低,不能有效地破坏垃圾中的有毒有害物质,不是垃圾焚烧炉发展的主流方向。流化床焚烧炉具有燃烧效率高、燃烧彻底、投资相对较低等特点,成为许多单位研究和开发的重点,但也存在垃圾需预处理、需添加辅助燃料等问题。小型往复炉排炉虽然燃烧效果和稳定性较好,但大型往复炉排炉的开发尚有许多技术问题。值得注意的是,我国在发展垃圾焚烧的同时更要重视城市垃圾的分类收集,以提高垃圾焚烧的适用性。过分强调研制开发适合于焚烧低热值、高水分垃圾的焚烧炉,是不符合可持续发展方向的。对于那些能够焚烧西瓜皮、果皮、菜叶和灰渣的焚烧炉没有研究的必要,也没有发展的必要。

焚烧系统的一个重要组成部分是烟气处理系统,发达国家烟气处理系统的造价已经接近或超过焚烧炉本体的造价。随着我国城市垃圾焚烧事业的发展,新型高效低成本的烟气处理设备将成为重要的发展方向。

在未来 10 年(2003 ~ 2012 年),焚烧处理占处理总量的比例可由目前约 1 ~ 3% 上升到 7 ~ 13%。图 8 是我国城市垃圾焚烧处理比例预测示意图。

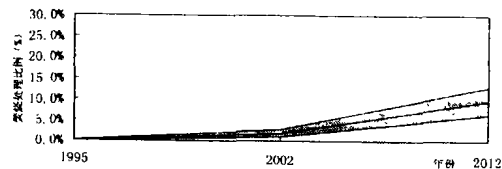


图 8 我国城市生活垃圾焚烧处理比例预测

垃圾焚烧处理技术是多种技术的集成,而且与国家的能源政策以及垃圾处理的其他方式等都有密切关系,应通过制定有关政策加以规范。与垃圾焚烧相关的技术装备重点发展的方向应为:

(1) 对于我国的城市垃圾焚烧厂,特别是大型生活垃圾焚烧厂,炉排炉应该是首选炉型,应进一步开展垃圾炉排炉的研制,提高国产化水平及产品性能;

(2) 流化床焚烧炉可作为焚烧经过预分选处理的垃圾衍生燃料(RDF)的主要设备,应有计划的重点研制开发;

(3) 对于小型垃圾焚烧厂,可进行组合式焚烧系统(Modular system)的开发研制;

(4) 加紧研制耐高温腐蚀的金属材料,研究减轻 HCL 高温腐蚀的方法,提高锅炉系统的效率,增加发电能力;

(5) 发展新型高效低成本的烟气处理设备。

“十五”重点工程项目中焚烧或结合其它处理工艺的焚烧项目总投资约 80~90 亿元。据统计,垃圾焚烧处理厂设备投资约占总投资(不含征地费等)的 60—70%,其中焚烧炉本体占设备投资的比例约为 50~55%;则焚烧主体设备的市场份额约为 24~35 亿人民币,包括烟气处理、余热利用及其它配套设备等在内的设备市场份额约为 24~28 亿元。

5. 垃圾生化处理技术装备水平与发展趋势

城市垃圾生化处理技术包括高温好氧堆肥以及厌氧消化处理等技术。根据堆肥供氧方式和物料流动形式,目前国内外常用的城市垃圾堆肥系统有:自然通风静态堆肥、强制通风静态堆肥、机械翻堆条形堆肥、密闭式机械化翻堆堆肥和卧式发酵滚筒(Dano 滚筒)。

我国在“七五”和“八五”期间相继开展了机械化程度较高的动态高温堆肥研究和开发,并取得了积极成果,但机械化高温堆肥由于处理成本较高而难以推广应用。静态堆肥虽然处理成本低,但由于其堆肥过程无法控制,特别是对周围环境影响较大,其应用也受到一定的限制。图 9 是全国 140 座城市生活垃圾堆肥处理比例变化统计图,可以看出我国垃圾堆肥场的数量和总处理能力都在不断增长,但相对于城市垃圾处理的发展速度,堆肥处理所占的比例处于下降趋势。

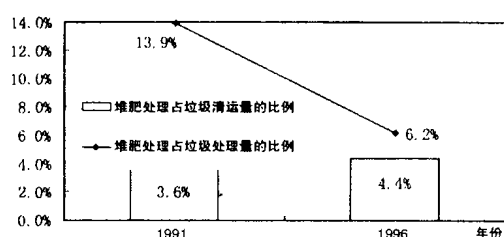


图 9 全国 140 座城市生活垃圾堆肥处理比例变化统计图

随着我国经济的发展,居民生活水平和

气化率的提高,城市垃圾中灰渣的含量将显著下降,厨余类有机物将成为垃圾的主要成份。对于厨余类有机物,无论是从环境保护,还是从资源循环利用的角度,最佳的处理方式就是使其转化为稳定的有机质,使其来源于自然回归于自然。从这方面讲,我国城市垃圾的堆肥处理有很大的发展需求和潜力。

当前影响我国垃圾堆肥处理的关键因素是垃圾分类收集和垃圾收费制度的建立。由于我国当前垃圾堆肥处理投入少,机械化水平低,堆肥质量差,肥效低,生产的多是粗堆肥,售价也很低,不能补偿堆肥处理的成本,这都限制了堆肥技术在我国的应用和发展。因此,如何提高堆肥机械化水平和堆肥产品质量,是摆在我们面前的重要课题。图 10 是全国 35 个重点调研城市各种堆肥处理工艺处理的垃圾量所占的比例。

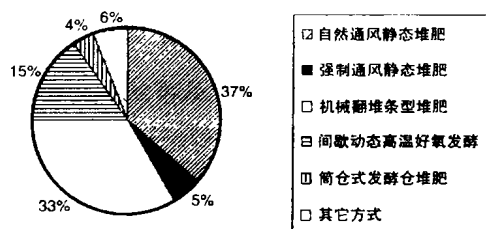


图 10 各种堆肥处理工艺处理的垃圾量所占的比例

与堆肥遭遇的困境相比,近几年有机垃圾厌氧消化产沼气技术在国内外方兴未艾,虽然还未在实际工程中得到应用,但已有部分城市进行了厌氧消化处理工程的可行性研究工作,如上海、厦门、北京、深圳等地,市场前景良好。厌氧消化所需主要设备包括厌氧消化反应器、水力分离装置、气体回收利用设备等。

此外,一种生活垃圾高温好氧分解工艺近年来也在美国、加拿大等地有所应用,该技

术的核心包括两个部分:1)有机物与无机物的水力分离;2)浆化的有机物在高温好氧条件下进行分解发酵。在匀浆化状态下生物发酵过程的各种参数可以得到有效地控制,从而提高发酵的效率和产品的质量,但也存在动力消耗大、运行成本高等问题,在我国的适用性还有待进一步研究论证。

“十五”重点工程项目中堆肥或结合其它处理工艺的堆肥项目总投资约 7.5 ~ 10 亿元,按好氧堆肥厂考虑,设备投资约占总投资的 30%,则堆肥设备的市场份额约为 2.2 ~ 3 亿人民币。

6. 城市垃圾处理设备及产品发展的影响因素

目前我国的垃圾处理乃至环卫行业的投资主要来自政府,而政府的投入是有限的,特别是在垃圾不收费的条件下,即使通过政府投资建成了垃圾处理设施,往往其运行也是很困难的。因此,从某种意义上说,垃圾收费状况决定了垃圾处理设备及产品市场及发育。

6.1 建立垃圾收费制度,为垃圾处理市场化、产业化创造条件。

建立符合市场经济规律的合理垃圾收费制度是垃圾处理管理体系改革的首要内容。

垃圾处理市场的市场规模与产生垃圾者的支付水平有着直接联系。发达国家垃圾费年支出占家庭年收入的 0.3% 左右,如果以垃圾费年支出也占家庭年收入的 0.3% 来计算我国垃圾费收入水平,按人均年收入 6000—15000 元计算,人均年垃圾费支付为 18—45 元,因而,根据我国城市居民的收入水平,是有能力支付一定数量的垃圾费用于城市垃圾收运和处理的。特别是对于居民收入水平较高的地区,完全具有垃圾费的支付能力。

6.2 分类收集对城市垃圾处理的影响

分类收集是解决我国目前垃圾处理技术发展的关键因素之一。

首先与兴建大型垃圾填埋场相比较,分类收集所需经费较低。在分类收集的基础上,进行分类处理,可创造更大的社会效益、环境效益和经济效益。

其次,由于人民生活水平越来越高,生活垃圾也是一个潜在的重要资源,而且我国城市生活垃圾成分变化很快,可回收成分越来越多。分类收集是关系到可持续发展的基础工作,与建设垃圾处理设施相比,具有更远的意义和效益。

第三,分类收集有利于垃圾堆肥、焚烧和填埋处理。

6.3 加强政府指导,提高垃圾处理装备水平

目前,我国垃圾处理的科研、设计和有关的企业部门都处于十分分散的状态,规模小且实力弱,既无力与国外同类企业竞争,也难以开发和生产适合国内市场需要的技术和产品。我国垃圾处理的技术水平要比发达国家落后二十至三十年以上,积极发展与国外有关的技术合作与交流,引进、消化和吸收国外生活垃圾处理的先进技术和设备,是提高我国垃圾处理水平的有效途径。此外,鼓励和支持私人或企业参与垃圾处理工程开发和经营,开展跨地区、跨部门的技术经济合作,培育和发展大垃圾处理企业或集团,增强企业开发和经营能力,也是促进垃圾处理产业发展的重要因素。

总之,在未来的几年里,我国垃圾处理设备和市场还处在发育阶段,是利用产业结构调整,培育和壮大垃圾处理设备及产品市场的关键阶段。