

我国城市垃圾处理及资源化 技术现状与展望

徐文龙 徐海云

(建设部环境卫生工程研究中心, 北京, 100029)

摘 要 本文在分析我国城市垃圾处理及资源化技术现状的基础上, 提出我国城市垃圾处理及资源化技术的发展方向及对策。

关键词 城市垃圾; 垃圾处理; 资源化

随着城市建设的发展、居民生活水平的提高, 城市生活垃圾产量与日俱增。这些垃圾不但污染环境、破坏城市景观, 而且还传播疾病、威胁人类的生命安全。因此, 治理城市垃圾是我国和世界各大城市面临的重大环境问题。

1 我国城市垃圾处理及资源化技术现状

1.1 基本概况

近10多年来, 特别是改革开放以来, 我国城市环境卫生行业有了较大的发展, 城市垃圾处理水平不断提高。据1997年对全国660多个城市统计, 全国共有环卫职工约42万人, 拥有各类环卫机械近41万台, 年清运城市垃圾粪便14 027万t, 垃圾粪便处理率为55.4%。全国主要城市都建立了环境卫生科研机构, 开展了城市垃圾处理技术、设备的研究工作。仅1991~1995年国家就拨款近千万元、贷款数千万元用于开展城市垃圾堆肥、填埋、焚烧及资源技术研究和专用设备的研制、开发及示范项目的建设。统计资料表明, 1979~1997年, 全国城市道路清扫面积平均年增长速度约为11%, 城市垃圾清运车辆平均年增长速度约为13%, 城市生活垃圾量平均年增长速度约为9%(图1), 进入90年代, 我国城市垃圾粪便处理率逐年大幅度提高, 1997年垃圾粪便无害化处理率达到55.4%(图2)。

但是, 我国城市垃圾处理及资源化技术总体水平还较低, 缺乏新工艺、新技术的综合开发和工程化经验及能力。其主要表现在: ①城市垃圾收运机械及辅助生产设备陈旧, 机械化作业水平低, 已不能适应城市垃圾处理及资源化产业的发展要求。②我国城市垃圾处理技术尚处于研究、开发阶段, 有待进一步发展和提高。③城市垃圾处理与资源化设施、设备不足, 生产效率低, 尚未形成规模化生产。现有的垃圾处理设施和能力远不能满足当前城市垃圾处理的要求, 而且设备不配套、品种单一, 不能满足不同层次、不同地区的要求。④城市垃圾处理的投入较低, 处理的标准和水平有待进一步提高。近些年, 我国新增的垃圾无害化处理能力的单

收稿日期: 1997-03-06

作者简介: 徐文龙, 高级工程师, 建设部环境卫生工程研究中心副主任, 城市建设研究院环境卫生工程研究所所长。

位投资平均还不足 1.5 万元/t·日。虽然我国城市垃圾无害化处理发展较快,但现有城市生活垃圾约有 80 %以上呈简易填埋处理。

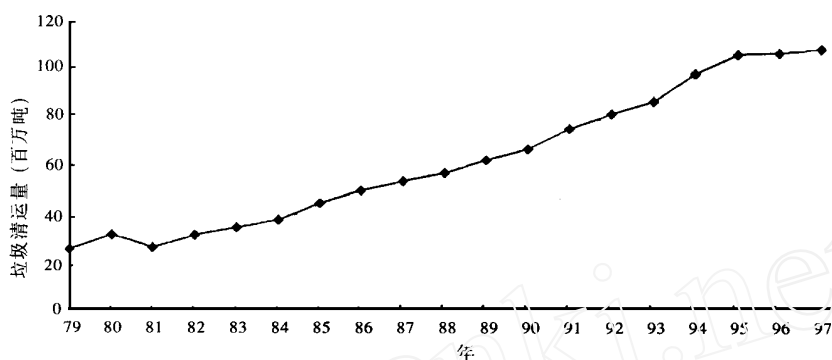


图 1 1979~1997 年我国城市生活垃圾清运量

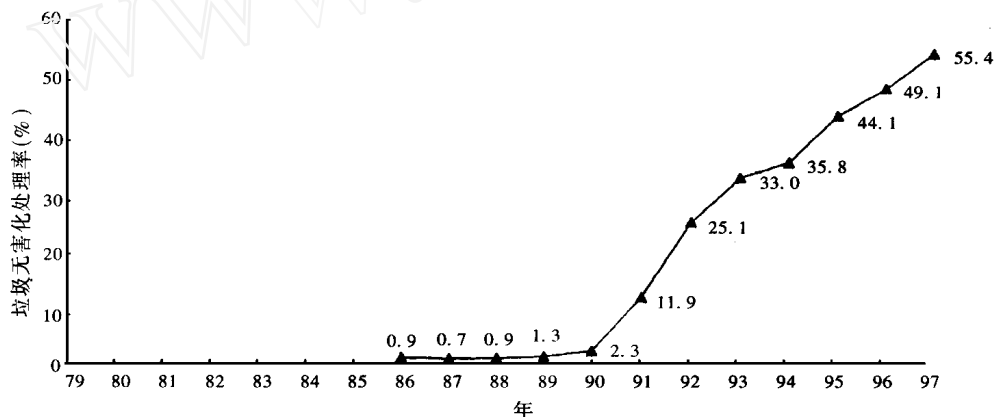


图 2 1979~1997 年我国城市垃圾无害化处理率

1.2 我国城市垃圾处理技术现状

1.2.1 城市垃圾的收集

我国多数城市(除医院垃圾外)大都采用混合收集方法进行垃圾收集。所采用的收集作业方式和设备主要有以下几种:固定式垃圾箱、垃圾台贮存收集;活动式垃圾箱、垃圾台收集;垃圾桶收集;塑料袋收集;密闭集装箱收集及地面垃圾站收集等方式。但是,无论是采用哪种收集方式都不同程度地存在着一个共同的问题:垃圾暴露,污染环境,有碍市容观瞻,影响人们的身体健康。特别是由于混合垃圾中的煤灰含量大,装车作业时尘土飞场,二次污染十分严重。其次,由于采用混合收集垃圾方式,致使一些可回收的废弃物进入城市垃圾的混合收集过程。这样不但增加了垃圾收集量 and 处理难度,同时也耗费了大量人力物力,十分不利于垃圾的处理和资源化利用。

1.2.2 城市垃圾运输

从整体看,我国城市垃圾机械化收运率比较低,不仅环卫工人劳动强度大,手工操作较多,而且机具不足,设备性能差。据报导,全国大约有 40 %的环卫清运车辆已经老化需要更新,每

年约有 1 000 万 t 的城市垃圾不能及时运往处理场地。目前城市垃圾运输工作面临的迫切任务是:提高机械化作业水平和卫生水平,配备足够的密闭垃圾运输车和配套的收集容器,尽快地解决垃圾运输过程中的飘散和散发臭味的问题,逐步向标准化、系列化和科学化管理过渡。

1.2.3 城市垃圾处理

我国目前采用的垃圾处理与资源化技术主要是卫生填埋、堆肥、焚烧与资源再生利用等技术方法,现按工艺分述如下:

(1) 填埋技术。长期以来,我国绝大部分城市都是采用露天堆放、自然填沟和填坑等方式处理城市垃圾,只能达到对垃圾的一般性厌氧填埋处理。这种带有盲目性的非卫生填埋,不但侵占了宝贵的土地资源,而且对环境造成了潜在的影响和危害。特别是填埋场的渗滤液,由于没有进行必要的收集和集中净化处理,已导致水资源和环境重污染。近几年来,这一问题逐步得到重视,我国垃圾填埋场建设日趋完善,一批具有较高水平的垃圾填埋场相继建成或正在筹建之中。如广州、杭州、苏州、成都、北京等城市都相继建成了较为完善的卫生填埋场。

(2) 堆肥技术。近年来,我国的垃圾堆肥技术发展很快。从 80 年代初起,我国开始应用“二次发酵工艺”,由于采取了强制通风、好氧发酵,使一次发酵周期缩短为 10 天,堆肥生产趋向工厂化。但是,它们大都属于静态间歇式堆肥工艺,生产受到一定限制。动态堆肥技术的试验研究,取得了一定成果,但由于成本较高,推广和应用难于进行。

我国是一个农业大国,垃圾堆肥技术具有广阔的发展前景,也是实现垃圾资源化的一条重要途径。与发达国家相比,我国的垃圾堆肥处理投入少,机械化水平低,堆肥质量差,肥效低。由此影响堆肥产品的销路,同时也限制了堆肥技术的发展。因此,如何通过推行分类收集与提高堆肥机械化水平来提高堆肥产品质量和降低堆肥处理成本,是摆在我们面前的重要课题。

(3) 焚烧技术。我国城市垃圾焚烧技术的研究起步于 80 年代中期,“八五”期间被列为国家科技攻关项目。有关研究单位和企业,不但对国内外城市垃圾焚烧技术发展的现状和趋势进行了广泛的研究和实际考察,而且对垃圾焚烧关键技术进行了深入细致的分析、探讨和研究,并结合示范工程对引进的马丁炉炉型进行了国产化研究。从整体上讲,我国采用焚烧技术处理城市垃圾尚处于起步阶段。由于我国许多地区人口密度高,特别是东部地区的许多城市,土地资源缺乏,焚烧处理会逐步成为这些地区生活垃圾处理的主要手段。

目前,我国仅有深圳等极少数城市采用了焚烧技术,北海、厦门、广州、沈阳、上海、北京等城市也开始进行城市垃圾焚烧厂的设计与建设。焚烧技术在我国发展较慢的主要原因是我国城市垃圾混合收集、垃圾中的可燃物含量较低,特别是受经济技术条件的限制,大多数城市难以在较短的时间内广泛采用焚烧方法处理城市垃圾。

(4) 资源化技术。“七五”、“八五”期间,我国有关科研单位在该领域已取得了一定的成绩。特别是垃圾制建材、垃圾制沼气、垃圾热解、气化等技术已取得可喜成果。

2 我国城市垃圾处理及资源化技术展望

随着城市化进程的加快,我国城市人口将迅速增加。根据城市市政公用事业“九五”计划和 2010 年规划目标要求,2000 年、2010 年城市生活垃圾无害化处理率将分别达到 55 %~

60 %、85 %~90 % (见附表)。由此可看出今后相当长一个时期我国城市垃圾处理的任务十分繁重。

附表 中国城市生活垃圾无害化处理量预测

年 份	2000	2010
生活垃圾量(万吨)	15 100	24 000
无害化处理率(%)	55~60	85~90
无害化处理能力(万吨/日)	22.8~24.8	55.9~59.2

生活垃圾成分取决于该地区的生活方式和生活水平。一个地区城市垃圾成分的主要决定因素有燃气普及率与集中供热普及率、季节差异、分区收集和分类收集程度等。我国城市燃气普及率 1996 年已达到 75.7 %, 预计 2010 年将达到 90 % 左右。随着居民燃气化程度的提高, 生活垃圾中高热值可燃物含量会逐步增加。从 1991 年至 1996 年我国近百个城市生活垃圾成分统计表明, 五年间塑料、废纸、织物和竹木平均含量增加近 40 %, 其中以塑料增加幅度最大, 超过 50 %。我国城市生活垃圾由于还没有采用分类收集, 混合收集的生活垃圾成份主要特点是灰分(主要是煤灰)含量高。若逐步推行垃圾分区、分类收集可有效改变垃圾成份。生活垃圾中无机成份含量将逐步降低, 有机成份含量进一步提高。

城市垃圾处理技术的选择和发展, 主要取决于其垃圾成分、经济条件及当地的地质、环境等条件。由于各国的国情不同, 因而对垃圾及资源化利用所采取的技术路线、技术措施和方法亦有所不同。但是, 无论采取何种技术方法, 其总的发展目标是朝着垃圾处理的无害化、减量化和资源化方向发展。当前世界各国在努力实现城市垃圾处理无害化、减量化的同时, 更加注重城市垃圾处理的资源化。因为垃圾资源化处理是社会可持续发展的重要体现。

2.1 垃圾收集

近期内, 我国城市垃圾收集工作的发展目标是卫生化, 并做到及时清除, 垃圾收集率达到 100 %。到 2000 年末, 全国城市垃圾容器化收集率平均应达到 85 %, 其中特大城市和大城市应达到 95 %, 中小城市不低于 80 %。

根据国外城市垃圾收集的实践和经验, 现阶段, 我国城市垃圾收集工作应向定时、袋装化方向发展, 有条件的城市可根据具体情况逐步实现分类收集。

2.2 垃圾运输

目前我国大部分城市尚未建立起从垃圾收集到运输的合理收运体系, 在垃圾运输作业时, 环卫工人劳动强度大, 生产效率低。当前的迫切任务是: 在现有人力物力条件下, 迅速提高垃圾收运机具的性能, 选择最佳的运输路线和运输方式, 最快、最经济和卫生地把城市垃圾运输到处理场(厂), 实现城市垃圾运输机械化、密闭化的发展目标。

2.3 垃圾处理

“七五”、“八五”期间, 一些城市因地制宜对城市垃圾堆肥、填埋、焚烧和资源利用等技术进行了较为广泛的探索, 并建立了一些示范工程。1991 年, 国家制订的《城市环境卫生当前产业政策实施办法》提出: 2000 年末城市垃圾无害化处理率达 60 %, 回收综合利用率达 40 % 的发展指标。

(1) 填埋技术。垃圾填埋处理技术是我国城市垃圾处理的主要方法。预计, 在近几年内将会有一批设施较为完善、标准较高的垃圾填埋场相继建成。为了获取能源, 保证填埋场的安

全运营,减少火灾发生的危险和补偿垃圾填埋工程建设费用,我国环卫科研工作者已着手研究填埋场沼气利用技术,填埋场沼气利用是在传统填埋场基础上发展起来的一种新的工艺,这项技术更有利于垃圾的资源化处理。该技术的推广应用具有广泛的前景。

(2) 堆肥技术。尽管堆肥工艺技术在我国有了一定发展,但由于该工艺简单、技术要求低、适宜于厨余类有机质垃圾的处理。因此预计在将来相当长的一段时间内,垃圾堆肥技术在中小城市具有推广应用价值。当前发展我国城市垃圾堆肥处理技术的首要任务是:在逐步分类收集的基础上,进一步提高堆肥生产的机械化水平和质量,提高垃圾堆肥产品中的腐殖质和速效养分含量,克服堆肥产品滞销和堆肥厂面临倒闭的局面,使堆肥产品成为产业上的良好肥料,成为我国实现垃圾资源化处理的有效途径。同时,要研究生产专用肥料,利用垃圾堆肥半成品,研制复合生物有机肥。因为这种肥料施用定额小、肥效大、经济价值高。

(3) 焚烧技术。随着我国城市建设的发展、经济技术水平的提高和垃圾中可燃成分的增加,一般经过分类、分选等预处理后,垃圾热值已接近发达国家城市垃圾热值,我国一些城市,特别是沿海经济发达地区的一些城市已具备了发展垃圾焚烧技术的基础。预计近10年内,我国采用焚烧技术处理垃圾的城市将会迅速增加,焚烧技术将会有较快的发展。因此,从现在起就应加强焚烧技术的研究和关键设备的研制工作,预计“九五”末,我国3%的城市垃圾将采用焚烧技术处理。

(4) 其他垃圾处理与资源化技术。目前正处在试验性阶段的垃圾处理新技术还有垃圾热解、气化、垃圾制建材等。预计这些技术将进行规模化的工程试验,并逐步推广应用。

3 我国城市垃圾处理及资源化的主要对策

3.1 建立垃圾收费制度,为垃圾处理市场化、产业化创造条件

目前由于垃圾处理收费制度在我国还没有建立,垃圾处理经费没有稳定的资金来源,主要依靠市政府的财政拨款;垃圾处理设施的运行和管理大多是政府行为,一方面垃圾处理设施的技术标准很难落实,另一方面垃圾处理设施的政府监督作用大大削弱。随着人们环境意识的不断提高,“污染者付费”的原则已逐渐被人们认可和接受。例如,从自来水费中加收一定的污水处理费用在我国许多城市已开始实施,并取得积极的效果。由于垃圾本身不便计量,也不便于建立一个直接计量系统,因而需要研究并确立垃圾收费制度,实行“产垃圾付费”,也就是说产生垃圾的居民或单位支付一定的垃圾处理费,为垃圾处理建立稳定的资金来源。这样不仅使垃圾处理走向良性运行,而且也是从经济上制约垃圾产生,鼓励回收利用的有效途径。

3.2 建立垃圾收集分区、分类收集体系,鼓励垃圾资源回收

发达国家经验表明,垃圾分类收集是实现垃圾资源化的最有效途径。通过垃圾分类收集,不仅可直接回收大量废旧原料,如废纸、废塑料、废玻璃等,实现垃圾减量化,而且可以减少垃圾运输费用,大大简化垃圾处理工艺,降低垃圾处理成本。当然分类收集本身也要花费很多人力物力,由于受生活条件、生活习惯等因素的影响,在管理上也有一定的难度。因此,分类收集也需要结合实际经济技术条件和垃圾处理状况,本着先易后难、先简单后复杂的原则逐步实施。例如,对有垃圾焚烧厂的城市,应该首先实行分区收集,即对灰渣含量低、可燃物含量高的

街区垃圾进行单独收集并进行焚烧处理,再逐步推行可燃物分类收集进行焚烧处理。对于垃圾中煤灰含量高的城市,可实行煤灰单独收集,进行填埋处理或直接回收利用。对于采用堆肥处理为主要方式的城市,可实行生物降解的有机垃圾(如厨余垃圾)单独收集进行堆肥处理。

我国经济发展水平还比较低,地区差异也较大,主要通过人工回收、分检垃圾中可回收的物资。每个居民区的垃圾处理场或堆置场都有一定数量自发组织的垃圾“回收工”,他们根据废旧物市场需要,回收、分检废旧物资,这是发展中国家的垃圾资源回收的重要特征,也是目前我国城市生活垃圾资源化的主要途径之一,今后应进一步规范废旧物市场,扶持和鼓励资源回收企业的发展。

3.3 加强技术经济合作,发展垃圾处理民族产业

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,难以开发和生产适合国内市场需要的技术和产品。政府应鼓励和支持私人或企业参与垃圾处理工程开发和经营,积极鼓励跨地区、跨部门的技术经济合作,培育和发展大的垃圾处理企业或集团,增强企业开发和经营能力,促进垃圾处理产业的发展。

我国垃圾处理的技术水平要比发达国家落后 20~30 年以上,积极发展与国外有关单位的技术合作与交流,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。

(编辑:田 红)

参 考 文 献

- [1] 建设部计划财务司. 城市建设统计年报,1979~1995
- [2] 国家统计局综合处. 中国城市统计年鉴. 1985~1992
- [3] 中国 21 世纪议程—中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书. 北京: 中国环境科学出版社,1994
- [4] 建设部城市建设研究院. 城市市政公用事业“九五”计划和 2010 年规划预测研究,1994
- [5] 全国城市环境卫生科技情报网中心站. 全国城市环境卫生基础状况调查,1992 年 6 月
- [6] Murray E. Haight: "Municipal Solid Waste Management Making Decisions in the Face of Uncertainty" 1991

THE PRESENT SITUATION AND PROSPECT OF MSW TREATMENT AND THE RECYCLE OF RESOURCES TECHNOLOGIES IN CHINA

Xu Wenlong Xu Haiyun

(Environmental Sanitation Engineering and Technology Research Center, The Ministry of Construction)

Abstracts On the base of analysing the present situation of MSW treatment and the recycle of resources technologies in China, this paper puts forward the countermeasures and ways of development of the MSW treatment and the recycle of resources technologies in China.

Key Words municipal solid waste(MSW); waste treatment; resource recovery