

城市生活垃圾 处理工程

屈超蜀 唐炜柏 代 贵 编著

重庆大学出版社

城市生活垃圾处理工程

屈超蜀 唐炜柏 代 贵 编著

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书作者立足于我国国情,结合国内外已实施的技术,从技术原理、设备装置直到整个垃圾处理工程实施进行了较充分的叙述,并提供了必要的计算和可靠的技术参数。全书共8章,叙述了城市垃圾问题及其构成和特性,对城市生活垃圾的填埋处理、堆肥处理、焚烧处理及其热解作了较详细的阐述,并对城市生活垃圾系统中的机械设备和垃圾处理厂的建设作了论述。

本书可供城建、环保专业作教材使用,也可供环卫领域的科研人员、管理人员及相关专业的工程技术人员参考。

城市生活垃圾处理工程

屈超蜀 唐炜柏 代 贵 编著

责任编辑 何光杰 刘茂林

*

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

重庆花溪印制厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:11.5 字数:287千

1994年7月第1版 1994年7月第1次印刷

印数:1-2500

ISBN 7-5624-0919-6/X·8 定价:10.00元

(川)新登字 020 号

前 言

随着社会经济的发展,城市在不断扩大,城市人口在不断增多,城市生活垃圾产量也在迅速增加。据我国 1992 年正式公布的数据,目前全国城市人均年产垃圾 440kg,而且每年城市生活垃圾总量还在以 8~10% 的速度增长。然而,全国城市生活垃圾的处理率才 2.3%。对生活垃圾的处理,绝大多数城市仍然采用在城郊征用大片土地集中倾倒的处置模式,致使土壤、水体、大气受到严重污染,蚊蝇、老鼠、细菌大量孳生,成了传播疾病的祸源。由于垃圾不作处理,一些地方目前连征地堆放都成了问题,许多城市形成了“垃圾围城”的严重局面。城市生活垃圾污染已成为社会一大公害,成为世界各国环境的突出问题之一。

要解决这一社会问题,除了政府的重视、资金的投入、政策法规的约束外,其中很重要的一项因素是垃圾的处理技术问题。就目前我国环卫领域的技术水平来讲,可以说还是很低的,急待充实和提高,其中比较系统的专著也极少,因此,这本《城市生活垃圾处理工程》正好作为充饥之作奉献给我国的城建环卫领域。

本书立足于我国国情,结合国内外已实施的技术,从技术原理、设备装置直到整个垃圾处理工程实施都作了较充分的叙述,并提供了必要的计算和可靠的技术参数。本书根据国内外垃圾处理技术发展的最新动态,特别对热力处理方法的焚烧技术作了详细的论述,这里包含了作者 10 余年对热力法处理垃圾的研究成果,而且对公众所关心的二次污染问题也作了较详细的分析;在分选设备章节里,本书有大量的设备图解和分析,这些在国内同类书籍中尚未见有如此翔实的内容。本书的另一大特点在于它的实用性,这也是作者在多年多个垃圾处理工程中积累的一些经验的表述,可用它来实施一些技术和工程问题。

本书的第一、五、六、八章由屈超蜀教授编写;第二、三、四章由代贵讲师编写;第七章由唐炜柏教授编写,全书由屈超蜀教授统稿。

由于此领域所涉及的学科太多,错误之处难免,望读者不吝赐教。

作 者

1993 年 10 月 27 日

目 录

第一章 概 论	(1)
§ 1-1 城市垃圾问题	(1)
§ 1-2 城市垃圾的处理途径及发展趋势	(4)
§ 1-3 解决我国城市垃圾治理问题的方针、困难及对策	(8)
第二章 城市垃圾构成及特性	(11)
§ 2-1 城市垃圾构成和分类	(11)
§ 2-2 城市垃圾产量及构成分析	(13)
§ 2-3 城市垃圾物理特性分析	(20)
§ 2-4 垃圾的化学特性及分析	(23)
§ 2-5 垃圾理化特性测试方法	(31)
第三章 填埋处理	(36)
§ 3-1 概述	(36)
§ 3-2 填埋场选址及规划	(37)
§ 3-3 渗滤液的产生及处理	(41)
§ 3-4 填埋气的导出及回用	(44)
§ 3-5 填埋工艺	(46)
第四章 堆肥处理	(52)
§ 4-1 概述	(52)
§ 4-2 堆肥原理	(54)
§ 4-3 堆肥工艺	(56)
§ 4-4 过程参数	(61)
§ 4-5 堆肥成品标准及施用标准	(64)
第五章 焚烧处理	(67)
§ 5-1 概述	(67)
§ 5-2 城市生活垃圾的热工特性及可焚烧性	(69)
§ 5-3 焚烧过程	(72)
§ 5-4 焚烧过程的物质平衡	(75)
§ 5-5 烟气分析和运行状态的过剩空气系数确定	(79)
§ 5-6 焚烧炉的热平衡	(81)
§ 5-7 几种典型的垃圾焚烧炉	(84)
§ 5-8 焚烧处理的排放物及其污染	(90)
§ 5-9 烟气净化	(99)

第六章 热解	(105)
§ 6-1 热解原理	(106)
§ 6-2 热解工艺的分类及各类的基本特征	(109)
§ 6-3 影响热解的主要参数	(110)
第七章 垃圾处理系统中的机械设备	(114)
§ 7-1 概述	(114)
§ 7-2 破碎设备	(115)
§ 7-3 分选的作用及筛分原理	(127)
§ 7-4 常用的几种筛分设备	(132)
§ 7-5 垃圾的物性分选	(149)
第八章 垃圾处理厂的建设	(162)
§ 8-1 工程建设概要	(162)
§ 8-2 厂址选择及环境影响	(164)
§ 8-3 处理工艺的设计	(168)
§ 8-4 垃圾处理成本及综合效益	(170)
主要参考文献	(173)

第一章 概 论

§ 1-1 城市垃圾问题

随着社会经济的发展,全世界的城市都在不断扩大,城市人口也在迅速增加。通过生产、流通、生活等各种环节,输入城市的生产原料、生活物质、能源等被转换成有用的东西,同时也不可避免地产生出许多废物。虽然废物中有些物质还可再用,但已失去原有使用价值,或暂时无价值,只有成为废弃之物。废物中,除生产产生的工业废物和建筑产生的建筑废物外,剩下的就是生活废物了。生活废物中,除粪便外,其余城市废物统称为“城市固体废物 MSW (Municipal Solid Waste) 或俗称为垃圾 (Refuse)。垃圾是城市的必然产物。

垃圾有其两重性:一是危害性,二是可用性。

一、垃圾的危害性

随着我国经济建设的迅速发展,城市人口也在迅速发展,2亿左右的城镇人口,目前产生的生活垃圾量已超过1亿吨/年。由于统计的方式不同,其绝对数量虽然不尽一致,但在1991年底已达到年产量1亿吨是可信的。而据各方面统计,都认为我国城市垃圾的产量在近几年来年增长速度是10%。由于对城市垃圾的收集、清运、管理不善,纳入与实施了组织清运的垃圾量才达到7~8千万吨/年。而这些清运出城的垃圾,绝大多数是运到城郊裸露堆放,未加任何处理。

处理与处置是两个不同的概念。处理是需经过物理、化学或生物作用后,对原生垃圾起码应无害化的转变和进一步利用。而处置是一种安排,可以是临时性的,也可以是永久性的。而不涉及处理与否。因此,那种裸露堆放,或找个场地将垃圾集中堆放并不是处理,而只能是处置,其结果是将分散的垃圾变成了集中污染源。我国城市垃圾处理率至1992年底仍在2%左右,这说明我国在城市垃圾处理方面还相当落后。虽然,近年来(1986年以后)政府对垃圾问题给予了从未有过的重视,然而,由于城建基础设施欠债太多,也由于认识不足以及财政、技术等诸方面的原因,使得直到1992年,还仍处在这个很低的水平上。

垃圾造成的环境和社会问题大体可归为以下几个方面。

1. 对环境的污染 各个城市大大小小的垃圾堆,实际上是若干污染源。它们对水源、土壤、大气造成了直接的污染。

(1) 水源污染:垃圾堆放场棕黑色渗出液,是堆放场经生物降解后富营养化的高氮高磷液体,并溶解和携带了大量含汞、镉、铅、砷、铬等元素的化合物,以及苯、酚等有害有机物。细菌总数和各种传染病菌超过一般水源几十倍到几千倍。BOD和COD数值高达 10^4 数量级。据测定,这种渗出液从小沟到大沟,从溪流到江河,从地面到地下,严重污染着地表和地下水源,特别是垃圾堆放场附近的水源。像北京市的沙质土壤以及水源结构,一旦造成地下水源污染,其后果是相当严重的。昆明市滇池污染,部分原因是垃圾场地的污染。成都市洪河垃圾场的渗出

液曾严重污染周围农田、水源,也都是垃圾堆放场渗出液的恶果。须知,水资源是地球上一切生物赖以生存的基本条件。我国是严重缺水的国家之一,据统计,我国可利用的水量约为 1.2 万亿 t/年,按人口平均还不到 1000t/(人·年),水资源分布的不均匀,再加上农田、工业用水占大部分,且不说给发展经济带来的问题,一些地方就是生活用水也成了严峻的问题。因此,保护水资源不被污染十分重要。

(2)农田、土壤的污染:一是直接被原生垃圾污染,另一种是未经处理的垃圾,只经筛分就施放于农田,造成土壤结构的破坏和变性(砂化和碱化),另外就是大量的含重金属的元素、塑料和苯、酚等有机物的污染,再加上寄生虫卵等,这些污染物质通过作物、蔬菜,以及通过吃草牲畜对有害物质的富集,返回人体造成不利影响。如南京市曾施用了未经处理的城市垃圾的土壤,每克含 23.8 万个大肠杆菌,198 个蛔虫卵,其中活卵占 80%,而未施用垃圾的土壤蛔虫卵只有 11 个。

(3)大气污染:垃圾堆放场特有的恶臭,已造成附近居民强烈的反感情绪。尤其是夏、秋两季,雨后蒸发出的恶臭,严重影响周围居民的身心健康。垃圾堆放场的另一种大气污染形式是垃圾中的微粒尘土和病原体,吹风时,微粒尘土和病原体就进入大气中,播扬在较远的地方。这对城郊较小的广为分布的垃圾堆来说尤为严重。在北方地区春季多风季节,这种污染形式很突出。

2. 大量蚊蝇、老鼠、病原体的孳生传播,潜伏着未知的暴发性时疫的危险。垃圾不处理而采用露天堆放是孳生蚊蝇、老鼠和病原体的良好环境,也是暴发时疫的祸根。在一些垃圾堆放场附近,春、夏、秋三季苍蝇之多已到了令人发怵程度。更令人吃惊的是,有些灭蝇药物在喷洒一段时间之后,苍蝇竟然有了相当的抗药性,这不能不令人警惕!英国几次鼠疫大流行,就直接与垃圾处理不当有关。1988 年上海“甲肝”流行,虽然祸首不是垃圾,而归罪于粪便的不当处理,然而这种病原体的孳生传播渠道及其引起的危害,确实可作前车之鉴。

特别要指出的是垃圾场无管理控制的可用物回收问题:捡破烂对资源的回用,无疑于国于民都有好处,然而,极原始的手捡和在一点卫生条件都不考虑的情况下,捡破烂的人就成了直接受害对象,和危险的带菌传播者。(一个较大的垃圾堆放场,每天都有几百人在捡破烂)。

3. 土地问题 当前,全国许多城市的垃圾堆放场占地和需征场地已成了市政当局非常头痛的问题。这是由于长期以来,城市生活垃圾未经处理、减容,只是集中倾倒所造成的。假若以目前集中倾倒的垃圾按 6000 万吨/年计算,堆积容重以 $0.6\text{t}/\text{m}^3$,堆放高度 10m,则每年需作垃圾堆置场的占地就多达 $1 \times 10^7 \text{m}^2$ 。这些场地又不可能离城区太远,而且也不可能所有的城郊都有闲耕的山沟洼地,因此,不得不征用相当多的宝贵田土。垃圾年复一年不断产生,若不解决处理和减容,则垃圾势必每年都要侵吞一大片土地。众所周知,我国是地少(可耕地)人多的国家,人均占有土地仅 1000m^2 ,良田好土人均只有 333.3m^2 ,在人口密集区,还达不到这个数字。

关于垃圾堆放场占地还有另一难题。即使政府出面征地,要解决的问题也不少。谁愿意将自己的家门或周围环境当作垃圾堆放场?一系列问题相继产生,征地费用愈来愈贵,何况还要拆迁、安置、赔产等等一系列问题都需解决。

4. 市政的沉重包袱 垃圾没有处理已成了许多市长,或市政主管部门的沉重包袱。北京市是一座很漂亮的城市,然而迄今垃圾处理还未形成规模,以致每天 7000t 的垃圾,堆放在城郊三、四环一圈,形成 5000 个左右大小的垃圾堆。南京市城郊公路两侧堆放垃圾 20000 多吨,秦淮河内曾倾倒了几十万立方米的垃圾,当被迫清理时,一次性耗资就达数千万元。像重庆市

这样的沿江城市,有许多垃圾堆置于江沿,靠每年的洪水来“处理”。这种“垃圾围城”的局面在国内许多中等以上的城市已形成严峻形势。

由于近郊垃圾场的容量日趋饱和,垃圾产量和清运量只会有增无减,要开辟新的垃圾堆放场必然距市区越来越远。大连市曾打算在距市区 30km 的珊瑚礁修建海边填埋场,考虑经济运输,就不得不在市内设置中间压缩转运场。路途远,势必增加车辆和运费。据大多数城市环卫处的统计,目前,每年环卫费用的开支,大部分是清运费,或者就只够清运费。另一个与此有关的问题是,我国公路通流量已非常紧张,迫使有的货运、客运都转移到夜间,如果垃圾清运的距离过长,占用道路的时间也会加剧。例如,北京每天清运 7000t,上海每天 8000t,按一般 5t/台的垃圾车次,即每天分别为 1400 台次和 1600 台次的往返。因此,垃圾如不在近郊处理场实行处理,只是清运的负担也都很沉重。

5. 社会的文明和公众的情绪 一个好的环境对人们生活和工作都有很大的影响,清洁优美的城市是精神文明建设的一个重要方面。生活环境清洁优美,人们会感到朝气蓬勃,开朗向上。而且,对于吸引国内、外的观光旅游者,以及活跃商品贸易等也是一个有利因素。有人讲,不懂得垃圾管理的民族不能算是一个文明的民族。当然不懂得垃圾管理或不重视垃圾问题的国家就算不上是一个文明的国家。一个市容环卫很差的就不能称为精神文明城市。因此,从精神文明建设的这个要求来讲,城市的垃圾也必需进行处理。从 1990 年开始的每两年一次的全国城市市容环卫评比检查,对一个城市的垃圾处理就给了比重较大的分值,这也是对各市市政基础设施建设的督促。

近年来,随着人民生活水平的提高,以及对环境保护意识的加强,群众中经常为垃圾处置不妥而造成不满情绪。一些城市的人大、政协近年的提案和有关质询,约 10% 都是有关环境方面的。

就上面概括的几点,使人感到垃圾问题必须尽快解决的紧迫性。虽然从党的十一届三中全会以来,党和政府对日益突出的城市垃圾污染问题给予了高度重视,如增加经费,调整管理关系,制定了城市垃圾综合治理的有关政策,提出了要求,城市垃圾综合治理也纳入了城市建设总体规划等。然而,这个领域的现状要适应国内垃圾综合治理的重任和未来更高要求的发展,无论从认识水平、财力和技术力量几方面都还有相当的差距。本书的目的,就是通过以实用技术为主要介绍对象,来提高和深化人们对垃圾综合处理的全面认识,结合实际,用好有限的资金,把城市垃圾治理好、利用好。

二、可用性

可用性,即垃圾的资源属性。世界上没有绝对的废物。废物的概念是失去原有使用价值而被弃置的物质,而不是永远没有使用价值。所以,废物是一个相对的概念,一方面是时间的相对性,即现在不好利用的,过不了多久也许就能利用了;另一方面是空间的相对性,甲处的废物可能就是乙处的产品原料。生活垃圾也具有可用性。正是基于这种指导思想,在作城市垃圾综合处理时,不仅要无害化、减容减重,而且要考虑将垃圾尽可能在处理过程中变成新的资源或转换成能源。如填埋处理的整体方案是考虑造地? 造山? 以及产生沼气的利用;堆肥就是直接作为改造土地的物质和进一步作成复合有机肥的基质;焚烧或热解是将有机垃圾转换成热能或能源的处理方式。而无论何种垃圾处理方式,直接将可回用的物质,如金属、废玻璃、塑料、纸张等物质先进行分选回收,是再生资源的一个重要来源。而分选出的大量无机物质也可作建筑材

料。这些都是在进行垃圾处理工程设计时的基本思路。

在直接资源利用的映射面,还有一个容易忽略的问题,即资源的节约。“废物”的再利用就可节约原生资源。废钢铁、废玻璃、废旧织物等的利用,对保护资源、造福子孙都是一个贡献。再有,尽量将废物转化成资源,使最终处置量尽可能减少,也含有一种资源节约的内容。据统计,1958—1987年的30年中,全国商业系统废旧物质回收行业,共回收各类废旧物质2.18亿吨,总值455.7亿元。其中,废钢铁1.01亿吨,如果将其全部炼钢,可产钢8570万吨,可节约铁矿石2.02亿吨,节约焦炭5000万吨;收购造纸原料3196万吨,按80%用于造纸,可生产纸品1600万吨,相当于节约木材6000万立方米,节约烧碱832万吨。可见废旧物质回收再利用对社会的经济效益和对保护资源起着巨大的作用。因此,在处理垃圾的同时,在无害化的前提下,一定要充分考虑资源的综合利用。

§ 1-2 城市垃圾的处理途径及发展趋势

对于全世界城市垃圾的处理,虽然各国根据自己的国情和历史的沿袭而各有侧重,但就处理方法而论,归纳起来,主要有四种:填埋(Landfill)、堆肥(Composting)、焚烧(Incineration)和热解(Pyrolysis)。

一、填 埋

填埋既是一种处理方式,又是用其它处理方法不能处理的固态残余物的最终处置方式。填埋处理总的方法就是将固体废物在选定的适当场所,堆填一定厚度后,加上覆盖材料,让其经过相当长时间的物理、化学和生物作用,达到稳定,最后,再利用其填埋场地。

填埋可采用填坑、填海和造山三种方式。填埋处理除了与填埋场地的选择和城市总体规划有主要的关系外,在填埋处理的技术上,最重要的是对渗出液和产生的沼气的处理。随着社会的发展和技術上的进步,填埋技术已由一般填埋发展到卫生填埋,和更先进的压缩填埋。由于已发现早期一般填埋出现的渗出液污染和沼气突出地面所造成的危险,现在各国对填埋均要求按卫生填埋法实施。

填埋法的主要优点是:处理能力大,初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,大型填埋场还可利用其沼气能源,填埋场地可再利用等。但填埋法最大的问题是场地选择困难。不是所有城市近郊都能找到合适的填埋场地。就是对历来采用填埋法的国家来讲,再寻找合适的填埋场地也是越来越困难的。远离城市的填埋场将增加更多的运输费用。其次是随着环卫标准的提高,卫生填埋法或压缩填埋法的处理成本也会越来越高。

填埋法目前在全世界所占的比例虽然很大,但随着城市垃圾处理向热力处理方法发展,资源和能源回收工作的加强,以及填埋场选择的有限性,填埋法作为一种城市垃圾处理的基本方式所占的比例将会不断减小。例如英国,1985年的填埋量比例为85%,1986年下降到78%。美国1979年有垃圾填埋场18005处,1986年仅剩9300处。尽管如此,填埋法作为其他处理方法的最终处置方式,仍是不可替代的。

二、堆 肥

堆肥是堆肥处理的简称。堆肥处理的产物也称堆肥。堆肥处理是将固体废物中的有机物,主要是生物有机质,与一定比例的原无机物一起混合,控制一定条件,让其在自然界广为分布的细菌、放线菌、真菌等微生物作用下,其可降解的成分转化成稳定的腐殖物,成为可施于农田的土壤改良剂——堆肥。堆肥由于所含氮、磷、钾等成分较少,尚不能称之为肥料。但其有机质含量较高,亦可直接施于农田,改善土壤结构,保水固肥,提高农作物产量,若将其进一步加工,可得到质量较高的有机复合肥。

堆肥处理工艺一般可分为好氧堆肥与厌氧堆肥。在若干堆肥工艺中,常常又将二者结合起来,形成好氧-厌氧堆肥工艺。

厌氧堆肥的一个典型例子是中国传统的农家沤肥制作,即将农村中的青草、蒿秆物料、炉灶中的草木灰,掺合人畜粪尿,在田角地边码堆,然后用泥封闭,经数月后沤熟(即经生物化学作用基本降解),施播于田间,以增加土地的肥效。这是农家小规模厌氧堆肥。50年代至70年代,我国城市垃圾采用掺粪便进行高温堆肥,在一些地方也取得过显著效果。最近推广的天津市简易堆肥方法,实质上是将长期堆放场的陈旧垃圾(即已经厌氧发酵降解的腐熟垃圾),进行筛分,得到堆肥产品的方法。这种方法的推广价值主要是简易可行,解决城郊垃圾堆放场只进不出,场地越来越紧张的困难。同时,堆肥的利用也有利于大生态的良性循环。缺点是堆肥周期长,占地多、臭味大、降解不够充分、某些卫生指标尚未达到标准。

好氧堆肥是利用好氧微生物在充分供氧的条件下,迅速地实现有机物降解的工艺。这种工艺可利用现代技术和机械来实现。其特点是:降解较彻底,臭味小,高温发酵卫生指标好,堆肥周期短,但使用大量机械处理,处理费用较高。不过,国外的堆肥,几乎都采用此工艺。而我国的堆肥研究也正向这种快速高温堆肥方向努力。

对于堆肥处理,世界上有两种不同的意见和发展趋势。这与该国的经济发展水平和对生态的认识有关。以为堆肥发展前途不大的有美、英、日等国家。其主要原因有:这些国家农田多采用秸秆还田种植,土壤基本上不缺有机质,而且堆肥生产成本高(美国生产成本为25~50美元/t)根本无法与化肥竞争。更由于这些国家的垃圾构成中可燃有机物比例大、热值高,焚烧更为有利,加上堆肥中含有不少重金属、玻璃渣、塑料皮等,对农作物都是不利的,因此,上述国家的堆肥比例逐年下降。但在大多数发展中国家,包括中国在内,对堆肥处理方式确有较大兴趣,而且,近10年来还在发展。这是因为这些国家的垃圾构成中多数是低热值的植物,可回收的金属、纸张、塑料本身就少或早已捡走,所剩物既不易焚烧,国家又无力兴建庞大的高水准填埋场,只好采用简易堆肥较为恰当。再则,发展中国家,经济水平尚不能充分满足农业对化肥的需要,因此,堆肥尚有一定的市场,如果有一定政策性补贴,那么堆肥在这些国家还是有出路的。何况这种含较高有机质的堆肥还田对大生态还是有益的。

三、焚 烧

有机垃圾在高温、供氧充足的条件下,氧化生成惰性的气态物 CO_2 和 H_2O 等,而无机不可燃物则形成稳定的固态残渣。这种处理方式就是焚烧。世界卫生组织(WHO)对此给出了更实际的概括:焚烧就是通过高温燃烧,减少可燃废物,使之变成惰性残余物的处理方法。因此,焚烧从处理角度看,具有两上很重要的特性,即高温无害化和大的、迅速的减容能力。

与此同时,焚烧高热值的垃圾还可回收能源,这就使得焚烧处理近 10 年来在发达国家发展极为迅速。如日本,1976年焚烧处理量占 57%,1983年占 67.6%,而在 1989 年已达 71.8%。美国垃圾处理,原以填埋占绝大部分,焚烧仅占 5%,然而,近年来对焚烧处理非常重视。1990 年全美市长会议,决定将焚烧处理作为城市垃圾处理的主要方式。预计到本世纪末,美国焚烧处理量可达 35~40%,在 1990 年,美国焚烧量已达 3000~3500 万吨/年,相当于总量的 15%。纽约市计划投资 25 亿美元,在本世纪末前新建 8 座以焚烧制能为主的综合处理厂,使该市垃圾全部转为焚烧处理。近 10 年来,在英国一些大城市也相继建设了一批焚烧厂。如伦敦市,除原有的埃德蒙顿垃圾焚烧厂外,还准备新建一座,使该市的垃圾焚烧量达到 40%。现今世界上在垃圾制能方面居领先地位的是日本和西欧一些国家,北欧几个国家也在迅速发展。新加坡采用三个大型焚烧厂,就解决了城市生活垃圾的处理问题。

我国城市垃圾采用焚烧处理也有很早的历史,过去地方上的“惜字宫”,就是将废字纸进行焚烧处理的设备,只不过容量很小。目前,在国内采用焚烧处理方式的有深圳引进的、容量为 2 台、日处理 150t 的马丁式垃圾焚烧炉(三菱重工产品),它带有蒸发量为 13t/h 的蒸汽锅炉。目的是希望在垃圾焚烧技术的引进、消化、吸收、改进的基础上,尽快使我国能自己提供成套的焚烧设备。在国内采用焚烧处理的还有四川省乐山市垃圾处理厂,该厂的焚烧处理工艺及设备是由重庆大学设计研制的。它是将原生垃圾经机械分选后,送入固定炉排自然引风或机械引风的焚烧炉进行焚烧,不需辅助燃料,总处理能力为 100t/日原生垃圾,为国内首创,工艺路线合理,能耗低,投资少,见效快,适合于中、小城市的垃圾焚烧处理。除生活垃圾外,像医院垃圾这种特殊垃圾,采用焚烧法处理是必要的。我国鞍山市医院垃圾焚烧专用设备,结构简单,操作方便,投资省,能符合无害化的卫生要求,也是值得在国内大为推广的。

总之,根据世界发展趋势,结合国内垃圾结构变化,逐步发展我国城市垃圾焚烧处理也势在必行。

四、热解

热解是有机物在不完全燃烧条件下的热力分解。可得到可燃气、液态焦油和固态炭。这种热力处理方式可获得可储存和运输的能源,而且处理过程中的污染也较容易控制,似乎比直接焚烧更具有吸引力。根据国外资料,20 多年前(即 1973 年中东石油危机后)国外兴建了许多规模不等的热解处理厂,经过 10 年的研究、摸索,得出的结论是:成功的少,失败的多。一般都是由于技术问题。热解处理方式最大潜力是处理高热值的垃圾,如塑料、废轮胎以及金属和

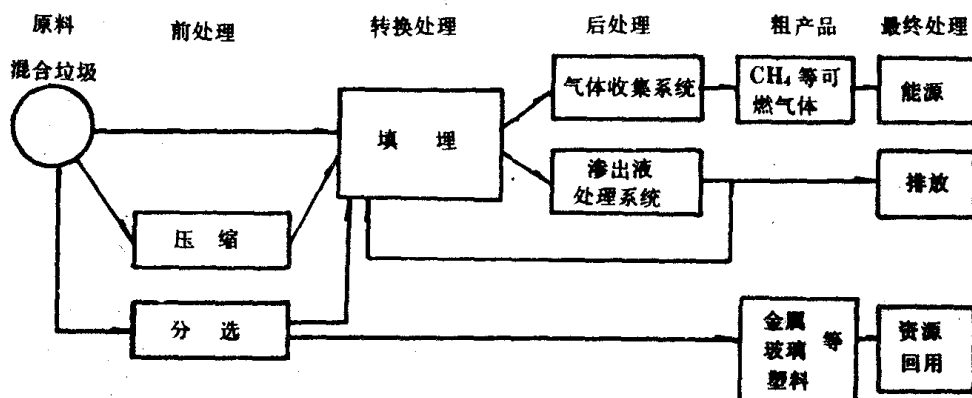


图 1-1 填埋处理工艺流程

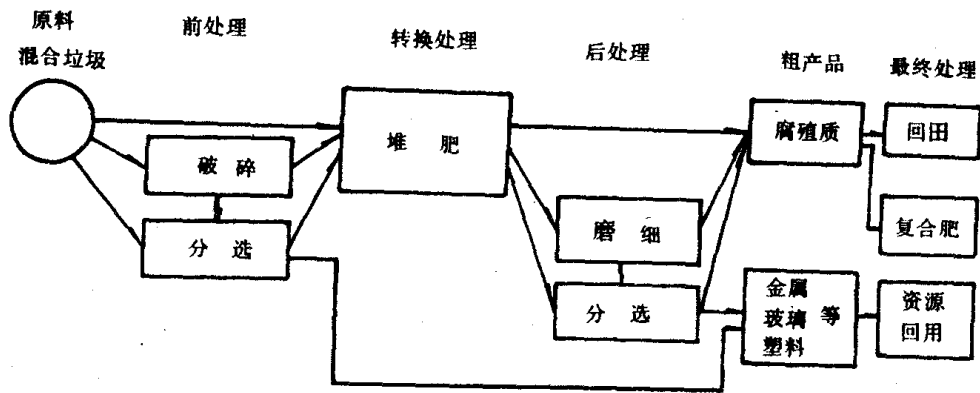


图 12 堆肥处理工艺流程

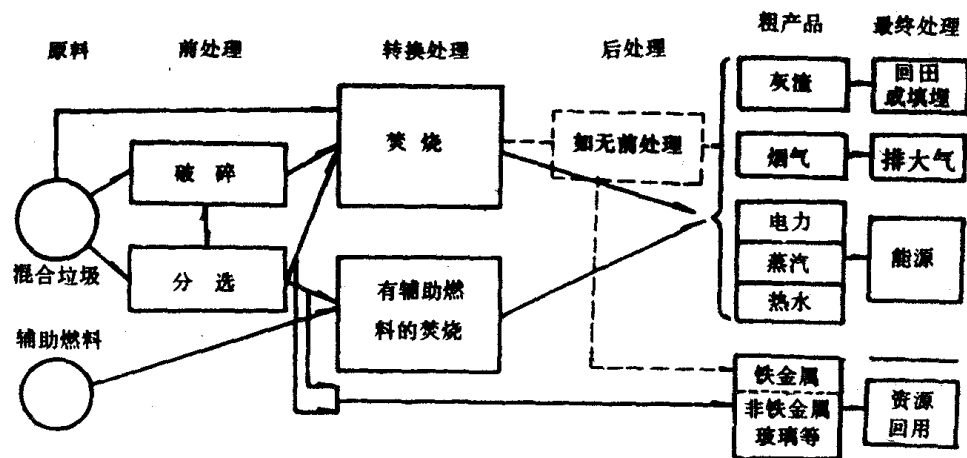


图 13 焚烧处理工艺流程

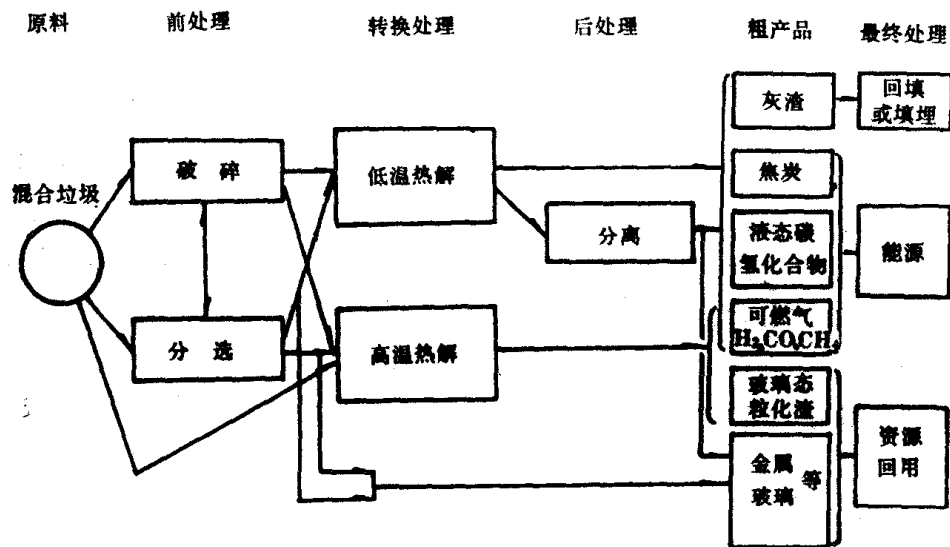


图 1-4 热解处理工艺流程

塑料的组合物等。采用高温热解可得到可燃气。采用较低温度(小于 $600^{\circ}C$)的热解工艺,主要产品是类似重油的液态产品。对于有些植物性秆、壳类的物料,采用低温热解,可得到不同等级的活性炭产品。对于低热值的生活垃圾而言,从回收能源的角度看,热解处理目前在技术经济

上尚不合算。

我国对热解处理的研究也仅局限在院校和科研机构的实验室里,尚未达到中试或工业性试验水平。

综上所述,可用图 1-1~1-4 把上述四种处理方法的工艺流程和最终物质去向表示出来,而每一种处理方法的详细内容则在第三、四、五、六章分别介绍。

§ 1-3 解决我国城市垃圾治理问题的方针、困难及对策

由于我国是一个发展中国家,环卫方面底子薄、基础差、财政投入少,更由于对城市垃圾问题的危害和治理认识不足,缺乏行之有效的方针、政策和严格的法律、法规,致使城市垃圾治理未得到应有的地位和与城市建设相应的发展。近年来,由于社会经济步伐加大,垃圾产量也相应增加。农村生产体制的改变,使原来由近郊农村集体经济来扩散、输送、消纳的城市粪便和垃圾,已得不到出路,因此,城市垃圾处理问题日益尖锐,甚至已形成了公害。

在党和国家的重视下,国家和各级政府都陆续制定了一些有关城市固体生活废弃物治理的方针和对策,对城市生活垃圾的综合治理起到了推动和督促的作用。

1983 年国家城乡建设环境保护部首先提出,到 1990 年城市垃圾粪便机械化清运率达到 70%,无害化处理率达到 40%;到 2000 年城市粪便清运完全实现机械化,城市垃圾粪便处理率达到 70%。

1984 年,为适应中国城市固体生活废弃物治理的需要,建设部又提出“我国城市垃圾治理在近期以卫生填埋和堆肥为主,有条件的城市可发展焚烧技术,提倡分类收集,医院垃圾统一管理,焚烧处理”的技术政策。

1986 年,国务院办公厅批转建设部和中央爱国卫生运动委员会关于《处理城市垃圾、改善城市环境卫生面貌》报告的通知指出:随着中国城市经济的发展,人民生活水平的提高,城市垃圾问题越来越突出,市郊农村环境污染日益严重,若不及早引起重视,势必成为社会公害。同时要求:要使垃圾从产生、收集、运输、处理到回收利用,都能够衔接配套、落到实处。

1986 年,国家环境保护委员会提出,中国城市垃圾应以无害化、减容化、资源化为最终治理目标。

1989 年,国家环境保护委员会拟定的《全国 2000 年环境保护规划纲要》(送审稿)中提出:到本世纪末,环境保护的主要任务是贯彻执行与经济社会发展相适应的环境保护战略,积极防止工业污染,大力保护和合理利用各种自然资源,努力开展对城乡环境污染的综合整治,加强生态环境的保护,把经济效益、社会效益和环境效益很好地结合起来,为社会主义现代化建设创建良好、适宜的环境。

《纲要》在对城市与重点经济区环境综合整治的污染控制指标中要求:……城市生活垃圾、粪便的无害化处置率,1995 年达到 30~40%,2000 年达到 50%以上。

然而,目前全国的城市垃圾处理率还在 2%左右!

困难和问题:当前存在的困难可归为以下三点:

(1)认识问题。这主要是一些地方政府和主管部门负责人的认识问题。认为垃圾问题是头疼麻烦的老问题,拖一拖问题不会太大,认为垃圾处理是花钱没有经济效益的事,资金现在不能用于此项目上,等以后财经条件好了再搞;认为垃圾处理没有经验,全国情况都差不多,等以

后有了成熟的经验,再搞不迟……如此等等。因此,垃圾处理问题,长期以来在许多城市都被搁置下来。许多城市宁可三五年征大片大地去作堆放场,任其污染,而不愿去作较彻底的处理;再不就是“头痛医头,脚疼医脚”,矛盾尖锐了,再花点钱去解决,这已有不少的例子。上述等等,都需要提高人们的认识,使人们认识到垃圾处理问题是一个历史和社会的责任感问题,是非搞不可的事情。用一句经常看到的标语来说是:“处理好垃圾问题,功在当代,造福子孙”。如果全国上下的认识都提高了,垃圾综合治理就好办了。

(2)财力问题。当前,我国社会主义经济建设在各个方面、各个领域都需要投入,需钱的地方太多。而且城市间发展又不平衡,要拿钱出来搞垃圾处理,有的城市确有实际困难。然而,我国地方财政情况各有差异,就一般而言,各个城市每年都有一定数目的城市维护费和城市配套设施费,有的城市还实施了“有偿服务”,如向饭店、宾馆、旅馆加收了“清洁费”……。如果将各种名目的费用加在一起,可用于城市环卫方面的经费还是有相当数目的。问题是市财政是否真的将此经费投入于此。目前我国环卫事业的费用相对于发达国家是比较少的,每年拨款只是日本的1/40,原联邦德国的1/62,英国的1/716,加拿大的1/116,我国在这方面的投入是太少了。按目前我国的物价(按1991年计)若除去征地,建设垃圾处理厂(场)前期的三通一平费用,只考虑直接用于处理场设备和生产建筑的基建投资,按处理一个人产生的垃圾计算,约为15~20元/人。即处理20万人口的生活设施投资约在300~400万元。按此,各地政府可估算出在二三年内,是否可逐年投资,下决心做好这件多年为之头疼的事。

(3)技术问题。不得不承认,在诸多行业中,环卫领域的技术人员是相当缺乏的。全国的环卫科研所(室),总共才30多个,专业人员约4000人,而且高、中级技术人员的比例并不大,专业很分散,还有很多人员是“转行”的,我国目前只有武汉城建学院设立了环境卫生工程专业,这是我国第一所正规培养从事城市垃圾处理的高级专门人才的大专院校。另外还有为数不多的几所中等专业学校。试想:一个11~12亿人口的大国,这个技术队伍能满足吗?一般人目前尚不能认识到垃圾的综合处理所涉及的面有多广,不能认识这是一个多学科的领域。在美国对垃圾处理厂(场)人员的水平要求,与在电厂和化工厂人员的要求是相当的。而我国,甚至许多大、中城市都拿不出一个对全市垃圾处理的总体规划,当然就更谈不上具体处理技术了。不少中等城市环卫部门连一个工程师都找不到。我们希望全社会都来关注此事,各行各业都来支援环卫。

上述三点概括了目前我国环卫领域的基本状况,即“认识不高,缺钱少技术”。这也决定了解决我国垃圾处理问题的对策应是:综合规划,远近结合,近期为主;结合国情,因地制宜;注重实效,突出重点。

还应强调,尽快地制定和完善有关城市垃圾综合治理的法律和法规,通过立法,使垃圾处理在法律监督和保证下进行。这是促进、加快我国城市垃圾综合治理的必要手段。与此同时,还应给出一些优惠政策,鼓励和促进垃圾处理事业的发展。国外在这方面是有成功经验的,应作借鉴。

尽管,在“七五”期间,全国在垃圾处理方面作了前所未有的大量工作,包括“七五”末,由国家科委社会发展司及建设部科技发展司共同组织的对我国城市垃圾处理技术的评估,虽然提出了22项可推广及试点推广的城市垃圾处理技术,涉及了基础研究开发、中间试验及常规生产的三个层次,基本覆盖了我国城市垃圾处理技术近年来的进展成果,但是,上述的各类制约因素仍深刻地影响着城市垃圾处理的发展。仅就处理技术而言,目前尚不能说我国已形成了具

有中国特色的综合处理模式。

从现在到本世纪末,全国城市垃圾处理的任务是相当严峻的。各城市在考虑垃圾处理场建设时,必将遇到许多技术问题。下列各点可作为技术经济方面的参考依据:

(1)根据市政财力实际,根据垃圾产量和构成实际,根据城市发展总体规划,精心设计,分步实施。

(2)对垃圾处理厂(场)的建设,一定要保证无害化(包括不产生二次污染),高的减容率和减量率(包括再生资源的消散和出路)。

(3)在处理工艺设计上,尽可能地将垃圾转化为有用物资,即将处理与资源利用紧密结合。

(4)设置前分选工艺,尽可能回收废旧物资,而且可减少后续处理量和处置量。

(5)根据垃圾构成特性,相应采取堆肥、焚烧的综合处理工艺,留下少量作安全填埋处理。对那些填埋处理条件很好,而又有经济条件的城市,才能采用全卫生填埋处理方式。非卫生填埋是不宜提倡的。

(6)对大城市宜采用分散的、建设规模较小的处理场。日处理上千吨规模的处理场,应作多方面的技术经济方案比较,择优确定。

在垃圾处理工程中,“处理”是核心,而设备是关键,设备的配置与工艺流程又密切相关。工艺流程与设备目前看来尚无固定模式。而研制生产最通用型的功能机械,如筛分、分选、运输机械等目前看来,是需要尽快发展的。历史和社会都严肃地向我们提出:一定要把中国的城市垃圾问题处理好!

第二章 城市垃圾构成及特性

城市垃圾是由许多单一物料构成的,它的特性是混杂的各种单一物料的宏观表现。因此,城市垃圾也势必受到各种单一物料特性及构成的影响。而单一物料的特性与其内在结构有关,相对来说变化不大,构成却随着社会环境因素的改变而不断变化。所以研究城市垃圾的构成及特性,就必须联系到社会环境诸因素,进行有机地分析,这样才能为城市垃圾处理的技术研究、实践和发展提供科学的城市垃圾理化特性。

§ 2-1 城市垃圾构成和分类

城市垃圾的形成可用城市垃圾流来描述。城市中生产、流通、生活、娱乐、教育、卫生等领域及其各个环节,所产生的固体废弃物统称为垃圾。这些已失去原有使用价值的物品每天都以各种渠道汇入城市垃圾主流中。其中,生产部门、医药卫生部门所产生的有毒、有害物品属于特种垃圾,按规定是不能进入城市垃圾主流的,而应予以专门处理;城市建筑行业中所产生的建筑废弃物,如废砖石、水泥砌块等也需单独处理,这类废弃物通常可根据城市统一规划用于填洼或筑路等。因此,进入城市垃圾流中的物品主要来自生活、流通、教育、娱乐领域及其各环节的废弃物,有时又明确定义为城市生活垃圾。其中所含的玻璃、金属、废纸、塑料、纤维等物质,称为可回收废品,可通过收运和处理过程,经分类重新进入生产领域。最后剩余的才是城市垃圾处理的主要对象,也是本节讨论的主要对象。城市垃圾中常见的物品有:

杂品类:

金属:罐头盒、废电池、各种金属制品等;

玻璃:碎玻璃、玻璃瓶;

塑料:塑料袋、塑料制品、塑料包装等;

织物:纺织物、服饰类;

草木:花草、落叶、枯枝、草制品等;

纸类:纸板、书籍、报纸、杂纸等;

砖瓦:陶瓷、砖、瓦、石等。

厨余类:

粮食:米、面制品;

蔬菜:各种蔬菜及不可食部分;

水果:各种水果及不可食部分;

动物:动物的皮、毛、骨等。

灰土类:

炉灰:各种民用炉尘所产生的炉灰渣;

清扫物:尘土及各种杂品的碎片。

城市垃圾构成如此复杂,因而难于对其理化特性进行定性和定量描述,这也给城市垃圾的