

城市生活垃圾直接气化 熔融焚烧过程控制

王海瑞 王 华 编著



冶金工业出版社

<http://www.cnmp.com.cn>

城市生活垃圾直接气化 熔融焚烧过程控制

王海瑞 王 华 编著

北 京
冶金工业出版社
2008

内 容 提 要

本书采用理论研究与实际应用相结合的方法,重点阐述了城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程模糊控制器的设计与仿真,并讨论了城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程智能控制器的自动生成方法。全书共6章,主要包括:城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程控制对象分析,城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程控制系统构成,城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程模糊控制策略,城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程智能控制器,基于GA和BP神经网络的二噁英软测量方法等。

本书主要适用于从事城市生活垃圾焚烧过程控制与能源工程、热能工程以及环境工程行业的科技人员,也可供高等院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程控制/王海瑞,
王华编著. —北京:冶金工业出版社,2008. 1

ISBN 978-7-5024-4419-8

I. 城… II. ①王…②王… III. 城市—垃圾焚化—
过程控制 IV. X799.305

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第184113号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷39号,邮编100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 postmaster@cnmip.com.cn

责任编辑 刘 源 程志宏 美术编辑 张媛媛 版式设计 张 青

责任校对 白 迅 责任印制 丁小晶

ISBN 978-7-5024-4419-8

北京百善印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2008年1月第1版;2008年1月第1次印刷

850mm×1168mm 1/32;5.875印张;157千字;177页;3000册

20.00元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街46号(100711) 电话:(010)65289081

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

冶金工业出版社部分图书推荐

书 名	定价(元)
工业固体废物处理与资源化	39.00
环境污染控制工程	49.00
钢铁冶金的环保与节能	39.00
水污染控制工程(第2版)	32.80
创建资源节约型环境友好型钢铁企业	60.00
解读质量管理	35.00
水资源系统运行与优化调度	10.00
固体矿产资源技术政策研究	40.00
金属矿山尾矿综合利用与资源化	16.00
可持续发展的环境压力指标及其应用	18.00
矿山事故分析及系统安全管理	28.00
重大事故应急救援系统及预案导论	38.00
煤矿安全技术与管理	29.00
工业企业防震减灾工作指南	55.00
工程地震勘探	22.00
工业防毒技术	38.00
爆破安全技术知识问答	29.00
现代海洋经济理论	28.00
危险评价方法及其应用	47.00
铁合金生产实用技术手册	149.00
材料加工新技术与新工艺	26.00
有色金属熔炼与铸锭	23.00
稀有金属冶金学	34.80
球墨铸铁管及管件技术手册	35.00
真空技术	50.00

前 言

人类只有一个地球,既不能以掠夺的方式发展经济,也不能走所谓的“零增长”道路而放弃发展。人类是否有光明的前途,关键在于能否协调好人与自然的关系。从1987年世界环境与发展委员会发表的《我们共同的未来》到1992年世界环境与发展大会通过的《21世纪议程》和《气候变化框架公约》,都提出了可持续发展的概念,通过牺牲资源与环境,采用高消耗和先污染后治理的方式来追求经济数量增长的传统发展模式只会使世界环境处于越来越危险的境地。人类应运用科技力量,致力于环境保护,走“洁净生产”和“绿色技术”的发展道路。

城市生活垃圾是一种不断增长的资源与财富,是“放错地点的原料”,因此,有效利用城市生活垃圾是解决资源和能源短缺矛盾的有效途径。然而长期以来,我国的城市生活垃圾大都未经处理便直接运往城郊堆放或作简易填埋处理。不仅占用了大量土地,形成了生活垃圾包围城市的局面,而且由于处置过程的环境保护措施不完善,导致填埋场所周围的大气、地表水、地下水和土壤环境被严重污染破坏。直到20世纪90年代,我国城市生活垃圾的无害化处理率才开始快速增长。到1996年,我国城市生活垃圾的无害化处理率达到49.1%,其中,卫生填埋处理占总量的78.2%,堆肥占19.8%,焚烧约占2%。节约能源、保护环境是国家产业政策的核心,确保城市生活垃圾焚烧过程始终处于最优状态,可最大限度地节约能源、保护环境,这也是本书编写的根本目的之所在。

城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程技术是一种先进的城市生活垃圾处理技术,具有稳定化、便利化、能源化、减容化、无害化、易应用化等优点。随着人们生活水平的提高,城市生

生活垃圾的产生量和热值都将大幅提高,加之国家环保法规的逐步完善,直接气化熔融焚烧技术作为可再生资源进行处理,是适应可持续发展战略要求的,该项技术必将成为未来城市生活垃圾处理的主流技术。所以城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程控制是控制理论在环境能源方面的主要应用领域。城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程控制是量大面广的特殊应用领域,每一个垃圾焚烧厂都应该有过程控制的支持。

本书阐述了适应于城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程的自适应模糊控制理论,试图找到最适合城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程实际应用的控制理论和方法。归纳起来,城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程的非线性特征主要有两点:一是动态特性随操作条件变化,二是大时间滞后。

本书针对动态特性和大时滞特性随特定变量变化的非线性过程,建立了基于遗传算法和神经网络的自适应智能控制器,以克服时滞影响,所获得的结果既有严格的理论证明,同时在工程应用中有实际的可操作性。

在阐述了城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程工艺以后,本书介绍了城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程控制系统的构成,这是容易被部分纯控制理论研究学者所忽视的方面。本书在介绍了模糊控制技术基础应用的基础上,建立了城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程模糊自适应控制策略,并设计了基于神经网络和遗传算法的城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程智能控制器。

城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程是典型的复杂过程,其变化规律仅靠一般的控制理论不能描述清楚,而完整的应用控制策略的建立和实施需要一个简洁明了的设计指导框架,所以本书在提出利用神经网络的非线性逼近能力模拟城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程的状态函数后,再利用遗传算法的全局搜索能力找到城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程的最

优状态函数。利用遗传算法对多目标控制进行优化,通过遗传算法自动获得具有动态特性的模糊控制规则。

节约能源、保护环境是国家产业政策的核心,也是未来控制理论应用的主要领域,通过城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程控制策略和控制器的研究,一方面能提炼出许多有意义的理论课题和研究思想;另一方面有可能取得商业成功,实现理论研究与实际应用的良性循环。

本书采用理论研究和实际相结合的方法,着重研究城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程模糊自适应控制策略,详细描述了模糊自适应控制器的建立以及城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程智能控制的实现,其内容如下:

首先,本书对城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程的机理进行了分析,在分析的基础上,确定了影响直接气化熔融温度波动的几个主要因素。根据城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程的实际情况提出了城市生活垃圾焚烧过程的智能控制策略。

其次,结合模糊控制技术建立了直接气化熔融过程模糊控制策略,通过对模糊控制技术的分析,提出采用模糊自适应控制策略对直接气化熔融焚烧过程的熔融区、第二燃烧室进行模糊自适应控制,通过仿真获得了模糊自适应控制系统比单纯的模糊控制系统具有较好的控制性能。结果表明城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程模糊自适应控制策略对系统控制性能的改善是明显的。

利用遗传算法、神经网络和模糊控制技术相结合生成了城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程的智能控制策略,并结合控制系统的仿真对智能控制策略进行优化。对新建立的城市生活垃圾直接气化熔融焚烧智能控制策略与常规控制策略进行了仿真对比。结果表明城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程智能控制策略可以明显地改善系统的控制性能,而且具有良好

的应用前景。

针对城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程可能带来环境的二次污染问题,本书提出了基于遗传算法的BP神经网络二噁英排放软测量模型,对二噁英排放软测量模型的结构和算法进行了详细阐述。并结合实际数据对软测量模型进行了仿真,仿真结果表明二噁英排放软测量模型可以反映焚烧过程二噁英的排放变化趋势。对该模型在城市生活垃圾直接气化熔融过程控制系统中的应用前景进行了分析,同时对该模型与传统城市生活垃圾焚烧控制策略的结合以及二噁英排放软测量模型在城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程智能控制策略中的应用问题也进行了相应的探讨。

本书是云南省科技攻关计划项目(项目编号:2001GG19)、云南省高校科学研究基金项目(项目编号:5Z1131G)、云南省高校科学研究基金项目(项目编号:5Z0529D)资助的研究成果之一,在此作者对云南省科技厅和云南省教育厅的大力支持表示由衷感谢。本书在编写过程中,还得到了昆明理工大学环境调和型能源新技术研究所和昆明理工大学信息工程及自动化学院全体同仁的支持和帮助,此外,书中部分内容借鉴了参考文献中的有关资料和数据,作者在此一并向这些文献的作者表示感谢。

由于作者水平有限,书中缺点和不足,敬请广大读者批评指正。

作 者

2007年7月

目 录

1 绪论	1
1.1 国内外城市生活垃圾热处理技术现状	5
1.1.1 城市生活垃圾的主要焚烧技术	5
1.1.2 国外城市生活垃圾焚烧技术的发展现状	8
1.1.3 国内城市生活垃圾焚烧技术的发展现状	10
1.2 国内外城市生活垃圾直接气化熔融焚烧技术	15
1.3 城市生活垃圾焚烧过程控制技术发展动态	19
2 城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程控制对象分析	23
2.1 引言	23
2.2 城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程工艺	23
2.2.1 城市生活垃圾直接气化熔融焚烧炉结构与特征	25
2.2.2 工艺原理	26
2.3 城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程的影响因素	30
2.4 城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程控制目标	32
3 城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程控制系统构成	35
3.1 引言	35
3.1.1 智能控制论的“三元交集”	35
3.1.2 智能控制论所面临的复杂性	35
3.2 智能控制理论的发展与应用	36
3.2.1 模糊控制的基本思想及模糊控制系统	36
3.2.2 神经网络理论	39
3.2.3 遗传算法基本原理	46

3.2.4	基于遗传算法的神经网络系统	49
3.3	城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程结构组成	52
3.3.1	城市生活垃圾进料设备	53
3.3.2	城市生活垃圾直接气化熔融焚烧处理系统	54
3.3.3	辅助燃烧设备	54
3.3.4	供排气设备	54
3.3.5	排灰设备	55
3.4	城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程控制系统 的构成	55
3.4.1	熔融区温度控制	55
3.4.2	第二燃烧室温度控制	56
3.4.3	余热锅炉控制	56
3.4.4	炉膛负压控制	57
3.4.5	炉内氧含量的控制	57
3.4.6	城市生活垃圾給料速度控制	57
4	城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程模糊控制策略	58
4.1	城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程的控制 影响因素	58
4.1.1	城市生活垃圾的预处理	60
4.1.2	城市生活垃圾給料控制	61
4.1.3	燃烧过程中的风量控制	61
4.1.4	城市生活垃圾直接气化熔融过程控制	62
4.1.5	可燃气体的燃烧控制(二次燃烧控制)	62
4.1.6	余热锅炉控制	63
4.2	熔融区温度模糊控制器的设计与实现	63
4.2.1	模糊控制器的结构及设计步骤	63
4.2.2	熔融区温度控制系统分析	65
4.2.3	输入/输出变量的确定	66
4.2.4	熔融区温度模糊控制器结构	67

4.2.5	熔融区温度模糊控制规则的设计	68
4.2.6	精确量的模糊化、量化因子及比例因子的 确定	74
4.2.7	仿真结果与试验分析	75
4.3	熔融区温度模糊自适应控制策略	76
4.3.1	模糊自适应控制理论控制方法比较	76
4.3.2	熔融区温度模糊自适应控制系统	79
4.3.3	熔融区温度模糊自适应控制算法	79
4.3.4	熔融区温度模糊自适应控制器的设计与实现 ...	85
4.3.5	仿真结果与试验分析	86
4.4	第二燃烧室自适应温度控制	88
4.4.1	第二燃烧室模糊控制器的设计	89
4.4.2	第二燃烧室温度模糊自适应控制器的建立	93
4.4.3	仿真结果与试验分析	94
4.5	余热锅炉控制系统	95
4.5.1	模糊三冲量水位控制原理	96
4.5.2	PID 参数模糊自适应控制器的设计	98
4.5.3	仿真结果与试验分析	102
5	城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程智能控制器	105
5.1	引言	105
5.2	城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程智能控制 系统构成	109
5.3	城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程状态函数 的确定	111
5.3.1	燃烧系统状态函数结构的确定	112
5.3.2	燃烧系统状态函数结构的优化算法	116
5.3.3	燃烧系统状态函数的仿真实现	118
5.4	城市生活垃圾直接气化熔融焚烧过程多目标 优化策略	121

5.4.1	多目标优化问题	121
5.4.2	多群体变异遗传算法	122
5.4.3	城市生活垃圾直接气化熔融的几种控制策略 ...	123
5.5	智能控制器基于遗传算法的控制规则自动生成	125
5.5.1	模糊推理方法	128
5.5.2	基于 GA 的智能控制器模糊规则自动生成 算法	129
5.5.3	直接气化熔融焚烧过程模糊规则的生成算法 ...	133
5.5.4	仿真结果与试验分析	134
6	基于 GA 和 BP 神经网络的二噁英软测量方法	138
6.1	二噁英软测量的意义	138
6.2	基于神经网络技术的软测量建模方法	141
6.3	城市生活垃圾焚烧过程中二噁英排放软测量算法	143
6.3.1	改进型神经网络结构及学习机理	144
6.3.2	参数选取及数据处理	149
6.3.3	模型应用	150
6.4	基于 GA-BP 算法的二噁英排放软测量算法	151
6.4.1	人工神经网络模型固有的局限	151
6.4.2	基于 GA 二噁英排放软测量模型的建立	154
6.4.3	基于 GA-BP 算法的二噁英排放软测量模型 ...	160
6.4.4	仿真结果与试验分析	161
	参考文献	165

1 绪 论

城市生活垃圾(MSW, Municipal Solid Waste)是指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^[1]。随着我国城市化进程的加快和人民生活水平的不断提高,城市生活垃圾的日产量正不断增加。城市生活垃圾的收集、运输和处理过程会产生大量对大气、土壤、水资源等造成污染有害成分,从而导致对城市景观的破坏和疾病的传播,威胁着城市居民的生命财产安全。目前,城市生活垃圾已成为社会公害之一,是我国和世界各大城市面临的重大环境问题^[2]。因此,改进现有城市生活垃圾处理技术与保护和改善生活环境、生态、防治污染、协调经济发展和环境保护等方面息息相关。

从世界范围来看,目前全球每年产生的各类垃圾近 100 亿 t。美国是生活垃圾产量大国,每年已超过 2 亿 t;而德国人均生活垃圾产量为 800 kg/a,成为世界上生活垃圾人均年产量最大的国家。

在我国,随着城市化进程的加快、城市数量的增多、城市规模扩大和人口增加,城市生活垃圾的产生量和堆积量都在迅速地增长。我国城市生活垃圾总量的大幅度增长主要是由于城市规模、数量、城市人口、经济发展水平和民用燃料结构等因素的变化。据统计,目前我国城市人均年产生生活垃圾 450~500 kg,200 万以上人口的城市人均日产生生活垃圾 0.62~0.98 kg,中小城市人均日产生生活垃圾 1.1~1.3 kg。我国 60%的城市生活垃圾集中产生在 50 万以上人口的重点城市,全国 2/3 以上的城市处于生活垃圾的包围之中,城市生活垃圾的处理已变成一项亟待解决的环境问题^[3,4]。

尽管直辖市和省会城市在生活垃圾产生量中占有重要比例,但中小城市生活垃圾产量的变化也不容忽视。我国城市生活垃

圾的产生量与城市人口的增长成正比例的关系,并且城市人口的数量是影响我国城市生活垃圾总量的最主要因素。

城市生活垃圾在产量迅速增加的同时,成分也在发生着重大的变化,具体表现为有机物的增加、可燃物的增多(热值增加)和可利用价值的增大。在我国,一般将城市生活垃圾分为有机物、无机物、纸、塑料、橡胶、布、木竹、玻璃、金属等9类。随着我国国民经济的快速增长和人民生活水平的不断提高,城市居民的生活方式也在不断改变,消费观念和消费意识的变化、包装工业的发展以及一次性商品的广泛应用,导致商品包装材料的过度浪费问题日趋严重,有机物(如塑料、橡胶等)在城市生活垃圾中的比例不断地增加,灰土、煤灰等无机物则随着管道煤气、罐装液化气等的广泛使用而不断降低;城市生活垃圾中的金属、纸张等可回收资源的比例也在不断增加,这不仅导致了城市生活垃圾产量的增加,同时也导致了资源的极大浪费。目前,我国城市生活垃圾构成一般为厨余占30%~55%、灰土占10%~50%、水分占40%~60%,热值为3349~6280 kJ/kg^[5]。

我国城市生活垃圾的特点是有机物、灰土、水分含量高而热值普遍偏低,一般有机物占30%~55%、灰土占10%~50%、水分占40%~60%、热值大多低于4000 kJ/kg^[6~8]。近几年来,我国城市生活垃圾的组成成分在总体上呈现出含水率下降,纸张、塑料、木质和纤维等有机成分增加,城市生活垃圾热值有所增加的趋势,这为城市生活垃圾的资源化利用创造了条件。根据城市生活垃圾产生源的不同,我国城市生活垃圾分为城市居民生活垃圾、街道保洁垃圾和集团垃圾三类^[9,10]。城市居民生活垃圾主要来自居民生活过程中的废弃物,主要由易腐有机物、煤灰、泥沙、塑料、纸类等构成。它在城市生活垃圾整体中不仅数量居首位,而且成分最复杂,其构成受时间和季节影响,变化大且极不均匀;街道保洁垃圾来自马路、街道和小巷路面的清扫,它的成分与城市居民生活垃圾相似,但是泥沙、枯枝落叶和商品包装物较多,易腐有机物较少,平均含水量较低,热值略高于居民生活垃圾;集团垃圾是

指机关、团体、学校、工厂和第三产业等在生活和工作过程中产生的废弃物,它的成分随着产地不同而变化。这类垃圾与城市居民生活垃圾相比,具有成分较单一稳定,平均含水量较低,易燃物特别是高热值的易燃物多的特点,它的低位热值一般为 6000~20000 kJ/kg。

城市生活垃圾是一种非均质的多种物质的混合物,不像单一物质那样具有自己固有的内部结构和外部特征,所以没有固定的物理性质,其物理性质一般随城市生活垃圾组成成分的性质和比例的变化而改变。

城市生活垃圾是多种物质组成的混合物,其化学特性与城市生活垃圾的各组成成分的化学性质有着密切的关系。对于垃圾堆肥处理技术,需要考虑的是城市生活垃圾的化学特性,如水分、有机质及元素组成等。对于垃圾热处理技术而言,主要考虑的是城市生活垃圾的化学特性,如水分、挥发性成分、固定碳、热值等,而主要元素为 C、H、O、N、S、Cl 等。

城市生活垃圾具有鲜明的时间和空间特征,是在错误时间放在错误地点的资源。当今社会能源短缺问题日益突出,社会的发展对能源的依赖也越来越强。城市生活垃圾则是一座隐藏在城市中的能源宝藏,人类已经开始意识到应该开发城市生活垃圾的潜能。从时间方面讲,城市生活垃圾仅仅是在目前的科学技术和经济条件下无法加以利用,但随着时间的推移、科学技术的发展以及人们要求的变化,今天的废物可能成为明天的资源。从空间角度看,废物仅仅相对于某一过程或某一方面没有使用价值,而并非在一切过程或一切方面都没有使用价值。一种过程的废物往往可以成为另一种过程的原料。城市生活垃圾的一些组分具有某些工业原料所具有的化学、物理特性,且较废水、废气易收集、运输及加工处理,因而可以回收利用。

城市生活垃圾是人类生活过程产出废物的终极状态。一些生活废物如厨余、纤维、金属等在使用完后被丢弃,成为城市生活垃圾,城市生活垃圾中含有有害物质和无害物质,是生活废物的富集终态。但是,这些“终态”废物中的物质,在长期的自然因素

作用下,其中含有的有害成分会重新散发到大气、水体和土壤中,故又成为大气、水体和土壤环境的污染“源头”。

城市生活垃圾对环境的污染不同于废水、废气和噪声。城市生活垃圾具有停留时间长、扩散性小等特征,它对环境的影响主要是通过大气、水和土壤进行的,其中污染成分的迁移转化是一个比较缓慢的过程。例如,城市生活垃圾中的重金属成分在城市生活垃圾堆积时,由于垃圾中的有机物在降雨或地下水的作用下,分解出酸碱溶液,使重金属在土壤和地下水中迁移。这种城市生活垃圾的危害可能在数年甚至数十年后才能被发现。从某种意义上说,城市生活垃圾对环境造成的危害可能要比废气、废水和噪声造成的危害要严重得多。

城市生活垃圾的露天堆放和填埋处理需要占用大量的土地资源。目前,我国的城市生活垃圾主要采取卫生填埋或露天堆放,共占垃圾处理总量的 79.2%。我国城市生活垃圾的产生量越大,累积的堆积量就越大,至 2001 年,我国城市生活垃圾的累积量已达 60 亿 t,在填埋处理占主导地位时,需要的土地面积也就越大,如此下去,势必危及到我国有限的耕地资源。在全国 666 座城市中,已有 200 多座城市陷入垃圾的包围之中。据报道,上海市范围内占地 50 m² 以上的城市生活垃圾堆放点近 2000 个,总占地面积约 530 km²。而全国城市生活垃圾占地面积超过 5 万 km²,城市生活垃圾任意侵占农田的现象在我国也相当普遍。

城市生活垃圾是由多种污染成分组成且长期存在于环境中的一种混合物质。在一定的条件下,城市生活垃圾会发生化学的、物理的或生物的转化,对周围的环境造成一定的影响。如果处理不当,城市生活垃圾中的污染成分就会通过水、气、土壤、食物链等途径污染环境,危害人体健康。城市生活垃圾对环境的影响主要表现在:

(1) 对大气环境的影响。城市生活垃圾中的细微颗粒等在自然风力的带动下随处飞扬,从而对大气环境造成污染。此外,一些城市生活垃圾中的有机废物在适当的湿度和温度下被微生物

分解,释放出有害气体,产生毒气和恶臭,造成地区性大气污染。

(2) 对水环境的影响。城市生活垃圾中不但含有病原性微生物,且在堆放的过程中还会产生大量的酸性和碱性有机污染物,并将城市生活垃圾中的重金属溶解出来,是集有机物、重金属和病原性微生物三位一体的污染源。

(3) 对土壤环境的影响。城市生活垃圾及其渗滤液中的有害物质会改变土壤的性质和结构,并对土壤中微生物的活动产生影响。城市生活垃圾中的有害物质可能会破坏土壤中原有的微生物,而大量繁殖的另外几种微生物又破坏了原有的生物链。此外,城市生活垃圾中有害成分还会在植物有机体内积蓄,通过食物链危及生态平衡和人类身体健康。

(4) 影响环境卫生、传播疾病。伴随着城市人口的增加,城市生活垃圾量也在不断增加。据对全国 300 个城市的统计,城市生活垃圾的清运量仅占城市生活垃圾产生量的 82% 左右。由于管理和环境意识淡薄,城市中的一些死角便成了垃圾堆放的“理想”场地,严重影响了环境卫生。到处可见的“白色污染”也对市容和景观产生“视觉污染”,不仅破坏了城市、风景点等的整体美感,而且损害了政府和国民的素质形象。同时,城市生活垃圾的随意堆放会导致许多疾病的病菌在城市生活垃圾堆中滋生、繁殖和蔓延,对人类健康构成潜在的危险。

1.1 国内外城市生活垃圾热处理技术现状

目前,城市生活垃圾的减量化、无害化和资源化是世界各国综合解决城市生活垃圾问题的基本原则和方针,我国政府颁布实施的《中华人民共和国固体废弃物污染环境防治法》明确指出了我国对固体废弃物防治应实行减量化、资源化、无害化的发展方向和原则。目前主要的城市生活垃圾处理技术有堆肥处理技术、卫生填埋技术、热处理技术三大类^[11~14]。

1.1.1 城市生活垃圾的主要焚烧技术

城市生活垃圾中的有机物可分为天然的和人工合成的两大