

城市生活垃圾焚烧厂设计方案研究^{*}

张 益

(上海市环境工程设计科学研究院 上海 200232)

摘要: 本文章简要介绍了城市生活垃圾焚烧厂工艺参数、炉型结构、烟气处理、用地面积、设备配置、环境保护、工程投资和运行成本等内容选择原则和设计方案。

关键词: 生活垃圾;焚烧厂;设计方案

中图分类号: X705 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002 - 1264(2000)03 - 0026 - 02

Research of Design Scheme of Municipal Solid Waste Incineration Plant

ZHANG Yi

(Shanghai Institute of Design & Research in Environmental Engineering, Shanghai 200232)

Abstract: The paper briefly introduces the selection principles and design scheme of the technical parameters, furnace structure, flue gas treatment, area, equipment, environmental protection, project investment and operation cost of a municipal solid waste incineration plant.

Key words: municipal solid waste; incineration plant; design scheme

城市生活垃圾焚烧技术因符合无害化、减量化、资源化的垃圾处理技术政策,且具有处理速度快、减容效果好、占地面积小、环境影响小、选址难度低等优点,近年来在国外得到了较快发展。我国于 1988 年在深圳建成第一座生活垃圾焚烧厂。目前,珠海、广州、上海、北京、厦门等地均在筹建新的生活垃圾焚烧厂。但国内对生活垃圾焚烧厂设计技术的研究现状不能够适应于发展需要,而委托境外咨询机构设计,其提出的设计方案往往脱离具体国情。因此,研究符合我国国情的生活垃圾焚烧厂设计方案具有重要的现实意义。考虑到我国大多数城市的经济承受能力,以及发展民族环保产业的重要性,本文简要介绍以国产化设备为主的上海市生活垃圾焚烧厂的设计方案。

1 焚烧炉台数选择

生活垃圾焚烧厂内焚烧炉台数的合理范围为 2 - 4 台,考虑到目前国产化设备的生产能力,以 300 t/d 和 500 t/d 两种规模的生活垃圾焚烧厂为例,可供选用的焚烧炉配置方案共有 5 种,经比较单台焚烧炉的最佳规格为 150 t/d(见表 1)。

表 1 生活垃圾焚烧厂焚烧炉配置方案选用表

规模	300 t/d	500 t/d
2 台炉	150 t/d ×2	—
3 台炉	100 t/d ×3	150 t/d ×3
4 台炉	75 t/d ×4	150 t/d ×4

2 主要设计参数

2.1 进炉垃圾性质

含水率:45%(30% - 60%);密度:0.38 t/m³(0.30 - 0.45 t/m³);低位热值:6 000 kJ/kg(4 000 - 8 000 kJ/kg)

2.2 主要设计参数

垃圾处理量:300 t/d 和 500 t/d;单台焚烧炉垃圾处理量:150 t/d;垃圾存放时间:3 - 5 d;焚烧炉年正常工作时间:7 500 h;烟气停留时间:> 2 s;燃烧温度:850 - 950。

3 低热值生活垃圾焚烧工艺研究

我国的城市生活垃圾具有热值低、水分高、变化多的特点,焚烧时应采取以下工艺技术:(1)生活垃圾在池中堆放时间不少于 3 d;(2)适当增加干燥或燃烬段的炉排长度;(3)控制炉膛及二次燃烧室内的烟气温度不低于 850,烟气在炉膛及二次燃烧室内的停留时间不小于 2 s,并合理控制助燃空气的风量、温度和注入位置;(4)控制烟气中的 CO 浓度低于 60 mg/m³,O₂ 浓度不少于 6%;(5)炉排上的垃圾料层厚度保持在 400 - 800 mm 范围;(6)提高一次风温度,保持生活垃圾充分预热烘干;(7)燃烧室下部不设水冷壁,采用性能好的耐火材料;(8)生活垃圾渗沥水集中后另

^{*} 上海日处理 300t、500t 城市生活垃圾焚烧厂设计方案研究项目,获 1999 年上海市科技进步三等奖的重点科研成果。

收稿日期:1999 - 12 - 08

外处理,不宜向燃烧室回喷;(9)在生活垃圾焚烧厂中设置先进、完善和可靠的全套自动控制系统,使焚烧和净化工艺得以良好执行。

4 焚烧厂设计方案的研究

4.1 焚烧炉炉型选择

生活垃圾焚烧炉炉型选择涉及到技术、经济、环保等方面,以下意见可供设计时参考:(1)卧式焚烧炉优于立式焚烧炉;(2)炉排型焚烧炉优于回转窑和流化床焚烧炉;(3)往复式炉排优于链条式炉排;(4)明火燃烧方式优于焖火燃烧方式;(5)合金钢炉排优于球墨铸铁炉排。另外,生产厂家的综合实力、产品业绩、企业信誉、技术力量、设备价格、服务质量等也是选择焚烧炉炉型时应考虑的重要因素。

4.2 烟气净化系统选择

生活垃圾焚烧厂的烟气净化系统主要可分为干法、半干法和湿法3种,以下建议可供设计时参考:(1)湿法和半干法对污染物的去除效率高于干法;(2)湿法效果可靠,但需设废水处理系统,工程投资及运行费用较高;(3)半干法设计简单,工程投资较低,但对管理的要求较高;(4)干法操作简单,工程投资及运行费用均较低。

本设计方案推荐采用半干法工艺。

4.3 用地面积确定

在选取生活垃圾焚烧厂的用地面积时,涉及到工程规模、炉子台数、场地情况、余热利用、绿化面积和设施布局等,应作综合分析后才能确定。

本设计方案对于300 t/d和500 t/d的生活垃圾焚烧厂,其用地面积建议分别选取20 000 m²和27 000 m²。

4.4 设备配置方案

本设计方案共研究了4种生活垃圾焚烧厂的设备配置方案,简介如下:

方案一:全部采用国产设备,设备国产化率达到100%;方案二:炉排液压系统、半干式吸收塔中的喷雾反应器喷嘴、主要烟气监测设备从国外引进,其余均采用国产设备,设备国产化率达到90%以上;方案三:焚烧炉炉排、助燃器、半干式吸收塔、烟气监测设备、自控系统中的关键元件、计算机系统(包括软件)从国外引进,其余均采用国产设备,设备国产化率达到80%以上;方案四:焚烧炉炉排、助燃器、半干式吸收塔、烟气监测设备、自控系统、计算机系统(包括软件)、垃圾吊车、磁

性分选机、引风机、空气预热器、锅炉水处理装置等从国外引进,其余均采用国产设备,设备国产化率达到70%左右。

本文重点介绍方案二。

4.5 环境保护

4.5.1 废气 废气主要来自垃圾焚烧过程中产生的烟气,治理措施有:(1)烟气在燃烧温度高于850 ℃时的停留时间大于2 s;(2)采用半干法吸收塔使酸性气体得以高效净化;(3)选用除尘效率大于99%的除尘器去除颗粒物;(4)经处理后的烟气在高空排放,烟囱高度不低于60 m。

4.5.2 污水 污水有生活垃圾渗沥水、生活污水和生产废水,治理措施有:(1)渗沥水经预处理后集中外运处置或喷入焚烧炉内汽化;(2)生活和生产污水经预处理后,排入城市污水管网。

4.5.3 废渣 废渣主要为垃圾焚烧残渣和除尘器等的排灰,治理措施有:(1)焚烧炉排出的残渣可作为再生资源利用;(2)残渣中的废铁经磁选机选出后可回收;(3)飞灰收集在密闭容器内,定期送卫生填埋场无害化处理。

4.5.4 噪声 噪声源主要来自引风机、汽轮发电机等设备,控制措施有:(1)尽量选用低噪声设备;(2)对噪声较大的设备,分别采取消声、隔声、减振等措施;(3)垃圾车辆在通过居住区时,降低车速,少鸣或不鸣喇叭;(4)厂界噪声标准执行《工业厂界噪声标准》中的二级标准。

4.5.5 恶臭 恶臭主要来自生活垃圾,垃圾车在卸料过程中和垃圾在池内存放时会散发出恶臭,控制措施有:(1)垃圾车采用封闭式运输车;(2)在卸料平台的进出口处设置风幕门;(3)在垃圾池上方抽气作为助燃空气,使垃圾池内形成负压;(4)定期排空在垃圾池中残剩的垃圾;(5)设置自动卸料门使垃圾池密闭化;(6)种植绿化隔离带。

5 工程投资估算与处理成本估算

工程投资估算与处理成本估算见表2、表3。

表2 生活垃圾焚烧厂工程投资估算表 万元/吨

工程规模	300 t/d			500 t/d	
	150 t/d	×2100 t/d	×3 75 t/d	×4 150 t/d	×3150 t/d
土建费	1 615	1 795	1 915	2 080	2 367
设备费	6 680	7 851	8 906	9 524	12 500
其他费	1 720	1 826	1 918	2 309	2 523
预备费	2 186	2 514	2 799	3 040	3 607
总投资	12 201	13 986	15 538	16 953	20 997
吨投资额	40.67	46.62	51.79	37.67	35.00

(下转第30页)

协商,并结合每个方案的投资效益分析运用离散规划法,把吉林市总量控制污染物治理总费用确定为目标函数,约束条件为总削减量不低于总控制目标削减量,即 41 715 t/a。

最后确定最优方案:建设城市污水处理厂 1 座,可削减生活污水中 COD 26 000 t/a,同时还接纳吉林铁合金厂等 9 家企业处理后的工业废水,可削减 COD 385.6 t/a;扩大吉化污水处理厂污染负荷能力,增加接纳吉化公司染料厂等 7 家企业处理后的工业废水,可削减 COD 5 680.1 t/a;吉林纸业公司等 3 家企业经改善生产工艺、二级生化处理可削减 COD 10 211.2 t/a;吉林新中国糖厂等 6 家企业在不增加投资及运行费用的情况下,通过强化管理也可增加 COD 削减量 267.0 t/a。本方案共需投资 1.64 亿元,污染处理设施年平均费用增加 2 267 万元,即可削减 COD 排放总量 42 543.9 t/a。吉林市总量控制目标可以实现,哨口、松花江村断面水质可分别满足地面水五类和三类水体要求。

2.5 总量控制措施

总量控制实施的关键在于抓住新污染源的控制和环境综合整治 3 个环节。

2.5.1 现有污染源削减措施

根据本流域和行业特点,对超标排污单位采取限期治理措施;纳入总量控制计划的单位,扩建或技术改造时,必须坚持“以新代老”和“增产不增污”原则;推行环境最佳实用治理技术,确保污染防治的高技术含量;推行清洁生产技术,加速经济发展、生产方式由粗放型向集约型的转变。

2.5.2 新污染源控制措施

新建项目在满足本流域的总量控制要求下,同时符合国家和地方规定的污染物排放标准;对于新建项目必须进行清洁生产审计,其生产工艺和污染治理必须达到国内同行业先进水平;引进项目要达到国际先进水平;其环境影响评价要按区域环境容量,依据总量控制核定指标进行审批。

2.5.3 环境综合整治措施

环境综合整治措施包括城市污水处理设施建设、现有污水处理设施潜力开发和废水资源化 3 类:松花江流域建设或规划中的城市污水处理厂近 10 处,其中,长春市有 3 处,吉林市、松原市各 1 处,其余分布在该流域其它市镇;现有污水处理设施在目前可暂时不要求其进出水浓度达标,只注重其污染负荷削减量最大;同时强化管理,向管理要效益;污水经二级处理达标后可用于农田引灌和城市绿化,既进一步削减了松花江水系污染负荷,又缓解了水资源短缺的矛盾。

参考文献

- [1] 祝兴祥,夏青等.中国的排污许可证制度.北京:中国环境科学出版社,1991:53
- [2] 包存宽,尚金城.城市开发区区域污染物总量控制研究.见:中国环境科学学会.实施主要污染物总量控制的理论与实践.北京:中国环境科学出版社,1996:314-319
- [3] 包存宽,李彬,尚金城.水污染控制模式选择的研究.东北师大学报(自然科学版),1997;(2):110-115
- [4] 林巍,傅国伟,刘春华.基于公理体系的排污总量公平分配模型.环境科学,1996;17(3):35-37

作者简介:包存宽 男,1971 年生,博士研究生,主要研究区域环境规划原理与方法,已发表论文 12 篇。

(上接第 27 页)

表 3 生活垃圾焚烧厂处理成本估算表 元/吨

项目	事业成本	企业成本
水耗	1.48	1.48
油耗	1.20	1.20
石灰消耗	14.50	14.50
工资福利费	29.22	29.22
维修费	24.74	24.74
折旧费	-	62.91
管理费	16.88	14.24
环境监测费	1.77	1.77
处理成本	89.79	150.06
经营收入	-77.26	-77.26
运行成本	12.53	72.80

6 工程效益分析

6.1 垃圾焚烧厂是城市建设的重要基础设施,是以创造环境效益和社会效益为主的公益性工程。

6.2 同样不计折旧费,垃圾焚烧厂的运行成本低于垃圾卫生填埋场。

6.3 300 t/d 的垃圾焚烧厂仅需用地 2 hm²,如建设同样规模的生活垃圾卫生填埋场,使用年限也以 20 a 计,其用地至少需要 40 hm²。

6.4 垃圾焚烧厂能充分回收生活垃圾中的能源。回收的能量除满足垃圾焚烧厂自用外,尚可向电网供电,经济效益明显。

6.5 通过采取有效措施后,垃圾焚烧厂产生的废气、污水、废渣、噪声和恶臭等均不会危害周围环境和造成二次污染。

6.6 垃圾焚烧厂建成后对改善环卫工作条件,提高环卫管理水平,促进环卫科技发展均将起到积极作用。

作者简介:张益 男,1961 年 7 月出生,江苏无锡人,大学文化,高级工程师,从事生活垃圾填埋、堆肥、焚烧和资源利用的科研、设计和管理。现为上海市环境工程设计科学研究院副院长兼总工程师,上海市政协委员,上海市生活垃圾处理技术研究发展中心主任,上海市政府采购咨询专家,上海市建设系统专业技术学科带头人,上海市环境卫生管理局科技委常委。