

技术方法

* 用层次分析法评价济南市生活垃圾处理方案

高发车,陈娟,杨秀祿

(济南市环境卫生科学研究所,山东 济南 250023)

摘要:以济南市生活垃圾处理技术为研究对象,根据济南市生活垃圾的特性,以选择科学合理的处理方案为目标层,构建层次结构模型。运用两两比较的方法,对指标进行归一化处理,对各个判断矩阵进行一致性检验以确定各准则层对目标层的权重以及各方案层对准则层的权重,并进行综合评价,对拟选用的4种生活垃圾的处理方案进行了比较。结果表明,采用经过分选后,对热值高的可燃烧物进行焚烧处理,对不可燃物以及焚烧残渣进行卫生填埋的方案为最优的方案。

关键词:层次分析法;生活垃圾;处理方案;济南市

中图分类号:X705

文献标识码:B

层次分析法是由 T. L. Saaty 在 1971 年提出,它将定性和定量结合起来,以系统化、层次化的方法对问题进行分析,能处理许多用传统的最优化技术无法着手的实际问题。其基本原理是:将决策问题分解为若干个层次,最上层为目标层,中间为准则层,最下层为方案层,通过两两比较的方法构造判断矩阵,确定各准则对目标的权重及各方案对每一准则的权重,进行一致性检验以确定获得的判断矩阵是否合理。应用矩阵运算最终确定方案层对目标层的权重,具有最大权重的方案即为最优方案。该文用层次分析法对济南市生活垃圾处理方案进行优选,在确定各个方案对准则的权重时,将可以量化的指标进行归一化处理,构造矩阵,获得最终的优化方案^[1-5]。

1 济南市生活垃圾现状

济南市目前日产生生活垃圾 2 600 t,高峰时达到 3 000 t/d。目前,生活垃圾采用一次性填埋处理,填埋场使用到 2010 年底封场。因此,研究和选择更加合理的生活垃圾处理方案有着重要的意义。通过现场采样和理化分析的方法获得有关济南市生活垃圾特性的基础数据(表 1)。

表 1 济南市生活垃圾成分分析

成分		2005	2006	2007	2008	2009
有机物 (%)	植物	45.2	46.41	55.79	57.00	55.18
	动物	3.71	3.46	3.55	2.93	3.26
	合计	48.91	49.87	59.34	59.93	58.44
可回收物 (%)	纸类	3.51	3.75	9.72	10.18	12.66
	塑料	6.89	7.16	6.98	7.13	9.76
	纺织物	1.61	1.38	2.52	1.29	1.89
	玻璃	0.74	0.58	0.57	0.77	1.03
	金属	0.16	0.16	0.29	0.25	0.35
	木竹	0.87	0.96	0.48	1.74	1.42
合计	13.78	13.99	20.56	21.36	27.11	
无机物 (%)	灰土	31.87	31.18	17.74	17.77	13.18
	砖瓦	4.9	4.73	2.21	1.66	0.95
	合计	36.77	35.91	19.95	19.43	14.13
其他 (%)	0.54	0.23	0.15	0.35	0.32	
含水率 (%)	41.3	40.5	54.42	51.06	49.75	
低位热值(kJ/kg)	3896	3952	4205	4253	4365	

注:济南市科学研究所研究室提供。

2 济南市生活垃圾处理分选方案分析

根据济南市生活垃圾的特征,构建济南市生活垃圾处理经济使用评判模型,目标层为济南市生活垃圾处理技术的科学性 A,准则层 B 和 C。拟采用 4 种方案对生活垃圾进行处理。即 D₁:全部填埋;D₂:分选,可焚烧物焚烧,对不能焚烧的物质和焚烧残渣进行填埋。D₃:分选,有机质堆肥,对不可堆肥物填

* 收稿日期:2010-11-08;修订日期:2010-12-08;编辑:曹丽丽

作者简介:高发车(1967—),男,山东莱芜人,高级工程师,主要从事环境卫生、环境工程、城市管理研究工作;E-mail:gaofache@126.com。

理。D₄:分选,可焚烧物焚烧,有机质堆肥,对不能焚烧和堆肥的物质及焚烧残渣进行填埋。采用两两比较的方法构建评判矩阵,采用专家打分的方法,确定评判矩阵的数值(表 2,表 3)。

表 2 济南市生活垃圾处理技术的科学性评价指标

目标层 A	准则层 B	
济南市生活垃圾处理技术的科学性 A	技术适用性 B ₁	占用地量 C ₁ 稳定化时间 C ₂ 减量化程度 C ₃
	经济适用性 B ₂	投资费用 C ₄ 处理成本 C ₅ 收益 C ₆
	环境适用性 B ₃	有害气体的排放量 C ₇ 对水体的污染程度 C ₈
	管理适用性 B ₄	科学管理 C ₉ 监督检查 C ₁₀

表 3 济南市生活垃圾处理技术方案层级和 4 种处理方案的比较

权重	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₁ 方 案得分	D ₂ 方 案得分	D ₃ 方 案得分	D ₄ 方 案得分	
C ₁	0.0944	0.0571	0.4286	0.2571	0.2571	0.0054	0.0405	0.0243	0.0243
C ₂	0.0424	0.0625	0.3125	0.3125	0.3125	0.0027	0.0133	0.0133	0.0133
C ₃	0.0634	0.0330	0.5105	0.1516	0.3049	0.0021	0.0324	0.0096	0.0193
C ₄	0.1011	0.2941	0.1471	0.2941	0.2647	0.0297	0.0149	0.0297	0.0268
C ₅	0.1011	0.3030	0.2121	0.2424	0.2424	0.0306	0.0214	0.0245	0.0245
C ₆	0.0678	0.4727	0.3273	0.1455	0.0545	0.0321	0.0222	0.0099	0.0037
C ₇	0.1649	0.3750	0.1250	0.3750	0.1250	0.0618	0.0206	0.0618	0.0206
C ₈	0.1649	0.2500	0.3750	0.2500	0.1250	0.0412	0.0618	0.0412	0.0206
C ₉	0.1000	0.4639	0.1753	0.2835	0.0773	0.0464	0.0175	0.0284	0.0077
C ₁₀	0.1000	0.1622	0.3784	0.2432	0.2162	0.0162	0.0378	0.0243	0.0216
得分						0.2682	0.2824	0.2670	0.1824

一致性指标 $CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$; 平均随机一致性指标 $RI = (\lambda_{max}' - n) / (n - 1)$; 一致性比例 $CR = CI / RI$; 当 $CR < 0.10$ 时,认为判断矩阵的一致性是可以接受的。经计算,一致性指标 $CR = 0.0075 < 0.10$,认为具有令人满意的一致性。

从表 3 可见,焚烧 + 填埋的生活垃圾处理技术方案得分最高,为 0.2824 分,所以建立焚烧发电厂和填埋场处理生活垃圾,建立符合国家烟气排放标准的生活垃圾焚烧发电厂,对热值含量高、可燃的垃圾和高热值的布、木质等废弃有机物进行焚烧处理,并进行余热利用,如发电是相对科学的处理方式。焚烧因具有良好的环境效益也成为较可行的方案,虽投资运行费用较高,可能产生有毒有害气体,但从发展的观点看,城市垃圾中有机物含量和热值越来越高,此方案可行,但需控制工艺、技术,严格执

行清洁生产的有关要求,尽可能地减少有毒有害物质产生。对焚烧处理后的余量垃圾及焚烧发电厂产生的炉渣、固化处理后的飞灰和土、砖等无机物进行填埋处理。

卫生填埋技术建议采用准好氧填埋处理,同时再辅以渗滤液回灌及微生物调节加速降解的组合工艺处理技术,一方面加快填埋场的稳定化速率,减少占地面积;另一方面可以减轻填埋场对环境的污染危害。

3 济南市生活垃圾处理技术分析

3.1 现有生活垃圾末端处理技术分析

(1) 焚烧发电技术分析

济南市焚烧发电厂占地规模小,节约了大量的土地资源,建成后达到日焚烧发电处理垃圾 2 000 t/d,可以对垃圾进行无害化、减量化处理,同时又可以利用垃圾焚烧产生的蒸汽供热、发电,实现废弃资源的综合利用。根据济南市垃圾现状,选用技术先进、运行可靠、适用于低热值高灰分、高水分垃圾的机械炉排垃圾焚烧炉。烟气净化采用半干法旋转喷雾干燥净化工艺流程,配有机械旋转喷雾干燥脱硫反映塔加活性炭吸附和布袋除尘器,可以有效控制 HCl, SO₂ 等有害气体和烟尘的排放。

(2) 卫生填埋技术分析

未来一段时间内济南市还是需要采用卫生填埋的方式处置生活垃圾。生活垃圾填埋场主处理工艺采用减量化、资源化的焚烧发电工艺,填埋场属于配套建设项目,填埋焚烧发电厂的余量垃圾及焚烧发电厂产生的炉渣、固化处理后的飞灰和超出垃圾焚烧厂处理能力的生活垃圾,以及第一垃圾焚烧厂焚烧设备检修时需要处理的生活垃圾。

3.2 生活垃圾处理中产生的污染物的处理

(1) 产生的主要污染物

生活垃圾处理技术中产生的污染物主要有渗滤液、废气、飞灰、炉渣和二次污染物等。渗滤液主要来源于大气降水通过垃圾表面渗透进入垃圾体、垃圾本身所含的水分和垃圾中有机物被微生物分解所产生的水分和场区地下水的渗入,主要是 BOD₅, COD 和 NH₃-N 高浓度的有机废液。当有渗滤液产生的时候,既有臭味,又会滋生微生物。

焚烧过程中会产生 SO_x, HC, HF 气体,重金属,

二恶英和恶臭等有害物质。填埋废气主要是微生物分解垃圾中的有机成分产生,主要是 CH_4 和 CO_2 , 约占填埋废气的 95% ~ 99%, 另外还有 H_2S 和 NH_3 等恶臭物质。 CH_4 易燃易爆; CO_2 气体密度大,易于向底部运动,可导致场区底部 CO_2 含量逐年增高,由于植物对 CO_2 具有一定的敏感性,若根部聚集填埋废气,会导致植物根部缺氧,从而危害其生长; H_2S 和 NH_3 等恶臭物质是强刺激性气体,有恶臭味,对人体有毒。

在生活垃圾焚烧和焚烧烟气净化过程中还会产生炉渣和飞灰。垃圾处理过程中产生的二次污染物主要有塑料、废纸和垃圾微粒,还有覆土及运输车辆通过产生的粉尘。

(2) 污染物的环保可行性处理技术

焚烧处理产生的烟气处理主要采用布袋除尘器烟气净化系统,将雾化的石灰粉与降温后的酸性气体 SO_x , HCl , HF 发生中和反应除去,重金属和二恶英等通过活性炭粉吸附净化。焚烧过程中垃圾仓保持负压,为防止恶臭的扩散,在垃圾仓上部设置活性炭吸附装置,用活性炭吸附臭气,防止污染环境。焚烧产生的飞灰可以经飞灰稳定化固化后单独密闭处理,炉渣可回收利用,也可以运往填埋场填埋。

填埋气体的处理主要用于发电和向居民供气,对于济南市第二垃圾填埋场的产气量较少,主要采用场外直接燃烧处理。填埋气体集中收集后送至场外燃烧塔,进行燃烧处理,燃烧塔设置压力控制装置

和自动点火装置,当填埋气体压强达到设定数值后通过自动点火装置对其进行燃烧处理。

焚烧处理产生的渗滤液和填埋场产生的渗滤液通过收集、运输系统由底部主盲沟及坝外排水沟排入污水集水池并泵至渗滤液调节池,泵送往第一填埋场进行合并处理。

4 结语

目前,济南市的生活垃圾处理正以现在的填埋为主,逐步过渡到以焚烧发电为主,填埋为辅的生活垃圾处理模式,这是科学可行的,在生活垃圾处理的过程中,应该注意焚烧产生的有毒有害物质和填埋产生的渗滤液不会造成二次污染,建立真正生态环保的新泉城。

参考文献:

- [1] 姜启源. 数学模型[M]. 北京:高等教育出版社,2001:305-336.
- [2] 徐建华. 现代地理学中的数学方法[M]. 北京:高等教育出版社,2002:224-250.
- [3] 崔兆杰,宋薇,张国英. 城市生活垃圾优选模型的应用[J]. 环境保护,2003,(11):14-16.
- [4] 翟云波,曾光明. 层次分析法在城市生活垃圾填埋场选址中的应用[J]. 环境科学与技术,2002,25(4):36-38.
- [5] 刘晓红. 用层次分析法对延安市区生活垃圾处理方案的优选[J]. 水土保持研究,2005,12(1):98-99,121.

Optimization of MSW Treatment Scheme by Analytic Hierarchly Process in Jinan City

GAO Fache, CHEN Juan, YANG Xiulu

(National Institute of Environmental Health Science in Jinan, Shadnong Jinan 250023, China)

Abstract: The subjects of the technology of Jinan MSW, thinking ecology and pay attention to the notion of circular economy of reduction innocuity and recyle, According to the characteristic of Jinan MSW, the four treatment schemes of MSW were compared. The scientific scheme was taken as target stratum. The stratified structure model was established. By the way of pairwise, the quantitative factors were handled to be normalization. All judging matrixes consistency checked to define the weight of norms stratum toward target stratum and scheme stratum toward norm stratum. The best scheme was selected by comprehensive assessment. The result showed that the scheme of inflammable matter incinerated and non-inflammable matter landfilled was the best scheme.

Key words: AHP; MSW; treatment scheme; Jinan city