

文章编号: 1005- 8893 (2006) 02- 0015- 04

城市生活垃圾处理模式选择评判方法研究¹

王 晋, 李定龙, 张凤娥

(江苏工业学院 环境与安全工程系, 江苏 常州 213164)

摘要: 为根据本地实际情况选择有效的垃圾处理方式, 以江苏省淮安市的城市生活垃圾处理作为研究对象, 通过设计出的评价指标表, 运用模糊综合评判原理, 建立城市生活垃圾处理工程模式的定性定量模型, 以确定可选择的城市生活垃圾处理工程模式。结果表明, 定性定量评价基本吻合——综合处理模式是淮安市生活垃圾处理的最佳处理方法。

关键词: 垃圾处理; 模糊评判; 模式选择

中图分类号: X 705 文献标识码: A

Study of Treatment Model of the Municipal Solid Waste

WANG Jin, LI Ding-long, ZHANG Feng-e

(Department of Environmental and Safety Engineering, Jiangsu Polytechnic University, Changzhou 213164, China)

Abstract: By choosing the best municipal solid waste disposal technology and using the municipal solid waste disposal of the city of Huaian, Jiangsu province as the object of research, the qualitative and quantitative model of municipal solid waste disposal was established by designing evaluating index table and managing the theory of fuzzy comprehensive judgment. It is shown that the integrated technology is the best municipal solid waste disposal technology in qualitative and quantitative terms.

Key words: treatment of solid waste; fuzzy judgment; choice of model

随着我国经济建设的快速发展, 城市化进程的加快, 城市生活垃圾已成为当今严重的公害之一, 垃圾处理问题成为困扰城市发展的焦点和难点。垃圾处理技术的选择和应用主要受到经济、地理地质条件、城市化水平、垃圾处理的目与要求, 以及垃圾产出量、成分、特性等多方面因素影响^[1,2]。地区或城市条件不同, 对垃圾处理所采用的技术路线、技术措施和方法也不应相同。世界各国都逐渐重视城市生活垃圾基本性质的研究, 根据本地实际情况和掌握的本底资料, 并运用一定的评价模型与

程序, 选择有效的垃圾处理方式^[3,4]。本文以江苏省淮安市为研究对象, 运用模糊综合评判法确定出环境可持续、经济可承受以及社会可接受的垃圾处理处置系统。

1 淮安生活垃圾情况

江苏省淮安市近期垃圾日产量为 850 t, 年产量为 31.03 万 t; 远期垃圾日产量为 1 440 t, 年产量为 52.56 万 t, 固体废弃物无害化处理率近期达到 80%, 远期达到 99%。目前, 淮安市主城区

¹ 收稿日期: 2005- 12- 08

基金项目: 江苏省建设厅科技计划项目 (JS200226)

作者简介: 王晋 (1974-), 男, 山西长治人, 硕士, 主要从事固体废弃物处理与资源化研究。

(清河、清浦) 和经济开发区所产生的生活垃圾由市废弃物处理中心进行处理。该中心于 1995 年投入使用, 设计库容 95 万 m³, 采用简易填埋法, 设计日处理生活垃圾 300 t, 使用期限为 8~10 年。现在日消纳生活垃圾 500 t, 预计还能使用 1 年时间。目前, 该市正在对生活垃圾处理方案进行选择论证。

2 模糊综合评判方法

模糊综合评判法基本原理主要是引入隶属函数, 将评判指标中的定性和定量指标分别进行处理, 统一用隶属函数形式表达, 建立模糊关系矩阵 *R*, 并对各评价因素 (包括子因子) 配以适当权重, 通过复合运算, 求出不同“目标”的隶属度, 根据隶属度大小确定选择目标。该方法可以接受定性与定量两种数据, 解决了决策过程中定性数据的不确定性对结果的影响, 使决策过程更加客观明确^[5,6]。

综合国内外及江苏省城市生活垃圾处理技术的发展、现状及趋势分析, 结合江苏省淮安市发展现状和特点, 本文提出了卫生填埋、焚烧与卫生填埋结合、堆肥与卫生填埋结合、综合处理 4 种供选择的生活垃圾处理工程模式。并考虑定量评价各因子赋值的易操作性, 选择了 6 个大类影响因素和 29 项子因子 (见表 1)。在分析评价因子的基础上, 不考虑城市现有的垃圾处理状况, 以卫生填埋、焚烧和堆肥 3 种单一处理方式作为评价考察对象 (因为综合处理包含了这 3 种处理方法), 通过各自优缺点及相互间比较, 并结合国内外工程实践和淮安市具体情况, 建立影响因子的评价赋分标准^[7-11]。

3 模型应用

3.1 定性评价模型

根据赋分标准, 结合淮安市的特点, 对各因子按优、良、中、差 4 个等级进行评分, 打分及评价结果表明 (表 1), 4 种模式中综合处理模式累积分值最高, 为选择模式。

3.2 定量评价模型

3.2.1 权重的确定

本文采用主观分析与前人研究成果相结合的方法, 在对 6 个方面影响因素进行定性讨论分析的基础上, 课题组同行进行打分, 咨询专家意见, 进行

专家打分, 对这两方面所得权重 (α_i 、 β_j) 进行代数积并归一化处理, 得到修正后的权重 A_i , 即 $A_i = (\alpha_i * \beta_j) / \sum (\alpha_i * \beta_j)$, 计算结果见表 2。

表 1 淮安市生活垃圾定性评价结果表

Table 1 Qualitative appraising result to the MSW of Huai'an

评价因子	填埋		焚烧+ 填埋		堆肥+ 填埋		综合	
	等级	分值	等级	分值	等级	分值	等级	分值
垃圾基本特征	-	15	-	10	-	10	-	15
垃圾构成	2	3	3	2	4	1	1	4
垃圾产量	2	3	3	2	4	1	1	4
垃圾热值	1	4	4	1	2	3	3	2
垃圾含水率	1	4	2	3	4	1	3	2
垃圾有机含量	4	1	3	2	1	4	2	3
经济可行性	-	10	-	10	-	10	-	10
经济承受能力	4	1	2	3	3	2	1	4
工程投资费用	1	4	3	2	2	3	4	1
运行费用	1	4	3	2	2	3	4	1
回报率	4	1	2	3	3	2	1	4
技术可行性	-	17	-	13	-	12	-	8
技术可靠性	1	4	2	3	3	2	4	1
处理效果	4	1	2	3	3	2	1	4
设备返修率	1	4	3	2	2	3	4	1
政策法规标准	1	4	2	3	3	2	4	1
人才教育培训	1	4	3	2	2	3	4	1
环境可行性	-	11	-	14	-	12	-	13
地理地形	4	1	1	4	3	2	2	3
地质条件	1	4	4	1	2	3	3	2
气候条件	1	4	4	1	2	3	3	2
地下水资源	4	1	1	4	3	2	2	3
土地资源	4	1	1	4	3	2	2	3
行业管理	-	8	-	14	-	13	-	15
垃圾收运方式	1	4	2	3	3	2	4	1
管理模式科学性	4	1	2	3	3	2	1	4
机械自动化程度	4	1	1	4	2	3	3	2
规划与控制	4	1	3	2	2	3	1	4
资源化	4	1	3	2	2	3	1	4
社会环境	-	3	-	8	-	7	-	12
城市市民素质	4	1	3	2	2	3	1	4
城市管理力度	4	1	2	3	3	2	1	4
法制健全程度	4	1	2	3	3	2	1	4
总评	-	64	-	69	-	64	-	73

表 2 6 大影响因素排序及权重计算结果

Table 2 Taxis of factor and result of weight

项目	同行打分	专家打分	计算结果
垃圾特征 ¹	0.30	0.35	0.49
经济可行性 ^④	0.20	0.20	0.19
技术可行性 ^④	0.20	0.20	0.19
生态环境 ^{1/4}	0.15	0.10	0.07
行业管理 ^{1/2}	0.10	0.10	0.05
社会环境 ^{1/4}	0.05	0.05	0.10

其它各项子因子权重的确定方法与此相同。

3.2.2 评价因子赋值及评价指数计算

在分项评价中, 采用 10 分制给各方案在每个分项内所得分值 (X_{ij}) 打分, 然后按下式计算各

方案的技术可行性评价指数 X_1 。

$$X_1 = \sum_{j=1}^n K_j X_{ij}$$

式中, i — 各方案的编号 ($i=1\sim 4$); j — 评价分项的编号 ($j=1\sim n$); X_{ij} — 第 i 项方案在第 j 分项中的得分; K_j — 各评价分项的权重; n 为子因子数。

以垃圾基本特征为例, 依据以上公式代入计算即可得结果, 见表 3。其它各类均按此进行。

表 3 垃圾基本特征评价计算结果表

Table 3 Quantitative appraising to the MSW

评价项目	权重值	采用十分制对各项评价因子进行打分			
		填埋	焚烧+ 填埋	堆肥+ 填埋	综合
垃圾构成	0.46	6	6	5	8
垃圾产量	0.24	7	4	3	9
垃圾热值	0.20	7	5	7	7
垃圾含水率	0.06	6	6	3	6
有机物含量	0.04	6	6	8	6
评价指数计算结果		6.44	5.32	4.92	7.84

(1) 垃圾构成: 淮安市的生活垃圾来源主要为居民生活垃圾、商业垃圾、集贸市场垃圾、街道垃圾、公共场所垃圾、机关学校厂矿垃圾等等。目前该市采用混合收集方式, 生活垃圾仍以居民生活中的厨余垃圾为主, 并混有少量的建筑垃圾。经测定, 淮安市区目前生活垃圾的物理成份为: 果蔬厨余占 51.87%, 塑料占 22.72%, 纤维占 0.57%, 纸品占 1.52%, 玻璃占 1.52%, 金属占 0.46%。由于该市垃圾构成比较稳定, 但热值不高, 因而不适合焚烧处理, 可以给 6 分; 对于堆肥处理而言, 虽然其中有机成分占半数以上, 但含水率略低, 因此赋 5 分; 另外垃圾中可利用物易于分离、净化, 因此综合处理可以赋 8 分; 卫生填埋赋 6 分。

(2) 垃圾产量: 淮安市青浦、清河、经济开发区加淮阴区 2002 年清运垃圾量共 21.9 万 t (每日 600 t), 服务人口为 64 万人, 因此人均垃圾产率为 1.2 kg/d, 与全国平均水平相当。淮安市每天向外清运垃圾约 600 t 左右, 按现状人口 (64 万人), 每天应产生垃圾约 760 t, 则该区垃圾的清运率只有 80% 左右。

全量焚烧系统通常焚烧处理为 250~ 3 000 t/d, 而我国由于焚烧处理技术并不很成熟, 处理量一般不超过 600 t/d。淮安市目前垃圾产量基本符合焚烧处理的要求, 但随着经济的发展, 垃圾产量还会有较大幅度的增长, 因此焚烧处理我们给了 4 分; 堆肥处理技术周期较长, 不宜于大规模处理。

一般在 5 000~ 25 000 t/a, 因而给 3 分; 综合处理将垃圾分选以后分别进行焚烧、堆肥和填埋处理, 可以最大限度的减量化和资源化, 赋 9 分; 垃圾产量对卫生填埋处理除占地面积外无其他影响, 故赋 7 分。

(3) 垃圾热值: 居民生活水平的提高, 导致城市生活垃圾中可燃、易燃物不断增加, 因而垃圾的热值也相应提高。淮安市目前生活垃圾的低位热值为 2 781.1 kJ/kg (662 kcal/kg), 并不算高, 但也能够应用焚烧处理技术, 因此焚烧处理赋 5 分。热值对其他技术无太大影响, 均赋 7 分。

(4) 垃圾含水率: 淮安市目前生活垃圾含水率为 42.81%。不利于好氧堆肥, 因此赋 3 分, 其他的处理方式均赋 6 分。

(5) 垃圾有机物含量: 从上述垃圾构成可以看出, 淮安市生活垃圾中有机物含量比较高, 所以对于堆肥处理赋 8 分, 其余的处理方式均赋 6 分。

将上述分值填入表 3 中, 进行加权计算得出评价指数。

3.2.3 计算隶属度

由前述的评价因子可以看出, 不同的因子有不同的标准, 用单一的标准难以进行评价, 因此引入隶属函数, 将各项指标都用隶属函数表达, 然后进行综合评判。以技术可行性评价为例, 采用记分制, 将 $X \leq 4$ 视为技术可行性最差, $X > 8$ 视为技术可行性最好, 其隶属函数建立如下:

$$\mu_1(X) = \begin{cases} 0 & X \leq 4 \\ (X-4)^2/8 & 4 < X \leq 6 \\ 1 - (X-8)^2/8 & 6 < X \leq 8 \\ 1 & 8 < X \end{cases}$$

其它各类隶属函数的建立方法与此相同, 计算结果见表 4。

表 4 6 项评价指标的隶属度

Table 4 Membership grade of appraising index

评价因子	权重值	隶属度计算值			
		填埋	焚烧+ 填埋	堆肥+ 填埋	综合
垃圾基本特征	0.49	0.695 8	0.217 8	0.105 8	0.996 8
经济可行性	0.19	0.801 6	0.688 0	0.718 8	0.755 0
技术可行性	0.19	0.959 4	0.553 5	0.262 8	0.010 5
环境因素	0.07	0.405 0	0.590 5	0.634 5	0.672 0
行业管理	0.05	0.423 2	0.837 6	0.586 0	0.898 8
社会因素	0.01	0.667 9	0.966 2	0.998 5	1.000 0

3.2.4 综合评价

按前述建立模糊关系矩阵 R , 由式 $B = A \cdot R$ 计算得综合评价集, 最后由最相邻择近原则确定最佳方案。

$B = A \cdot R =$

$$\begin{pmatrix} 0.49 \\ 0.19 \\ 0.19 \\ 0.07 \\ 0.05 \\ 0.01 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0.6958 & 0.2078 & 0.1058 & 0.9968 \\ 0.8016 & 0.6880 & 0.7188 & 0.7550 \\ 0.9594 & 0.5535 & 0.2628 & 0.0105 \\ 0.4050 & 0.5905 & 0.6345 & 0.6720 \\ 0.4232 & 0.8376 & 0.5860 & 0.8988 \\ 0.6679 & 0.9662 & 0.9985 & 1.0000 \end{pmatrix} =$$

$(0.7317, 0.4355, 0.3220, 0.7358)$

归一化得: $B = (0.2341, 0.1705, 0.3006, 0.2948)$

根据最相近原则, 可知“综合”为最佳方案; “卫生填埋”方案为次之。

4 结论

模糊综合评判法克服了定性评价没有充分考虑各影响因素的弊端, 评价采用计算机编程计算, 具有客观科学、操作简便和适用性强的特点。通过对江苏省淮安市的解剖, 对模式与模型(定性评价、模糊评价)的应用性能进行检测。除卫生填埋的定性评价结果略低外, 定性与定量评价结果基本吻合。评价结果显示, 综合处理模式是淮安市生活垃圾处理的最适用处理方法。

本文建立的定性评价模型中各影响因素的分级及打分标准还较粗, 同时对各大类因素的影响力未进行排序分析, 一定程度上影响了评价效果, 故其

评价结果仅作为参考和对定量评价结果的检验, 最终评价结论主要以定量评价结果为依据。

参考文献:

[1] Chung S S, Poon C S. Evaluation Waste Management Alternatives by the Multiple Criteria Approach [J]. Resource, Conservation and Recycling, 1998, 24: 33- 50.

[2] 唐鸿寿, 王如松. 城市垃圾处理和管理 [M]. 北京: 气象出版社, 2002. 1- 5.

[3] Sakai S, Sawell S E, Chandler A J, et al. World Trends in Municipal Solid Waste Management [J]. Waste Management, 1996, 16 (5- 6): 341- 350.

[4] 简文星. 浅谈日本固体废弃物的管理及处置技术 [J]. 环境科学动态, 2002, 15 (6): 1- 5.

[5] 胡天觉, 曾光明, 黄国和, 等. 模糊综合评判法在城市生活垃圾综合处理方案评估和优选中的应用 [J]. 污染防治技术, 2003, 16 (1): 7- 11.

[6] 陈守煜. 系统模型决策理论与应用 [M]. 大连: 大连理工大学出版社, 1994. 11- 28.

[7] 崔兆杰, 宋薇, 张国英. 城市生活垃圾处理方案优选模型的研究及应用 [J]. 环境保护, 2003, 11: 14- 16.

[8] 李定龙, 王晋, 张凤娥, 等. 城市生活垃圾处理模式选择的影响因素 [J]. 环境卫生工程, 2004, 48 (4): 223- 226.

[9] 葛乐通, 施昱, 沈惠平, 等. 城市食物垃圾饲料化处理技术及制备研制 [J]. 江苏工业学院学报, 2003, 15 (3): 36- 39.

[10] 薛大明, 赵雅芝, 全燮, 等. 香港城市固体废物系统管理 [J]. 环境科学进展, 1999, 7 (6): 141- 151.

[11] 赵丽化, 赵中一. 固体废弃物处理技术现状 [J]. 环境科学动态, 2002, 15 (3): 26- 28.