

污水厂污泥等城市有机固废处理模式综合评价

向阳

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘要:随着我国城市发展水平的不断提高,污水处理厂污泥、有机生活垃圾等城市有机固废精细化管理需求升级,选择经济高效的有机固废处理模式尤为重要。针对我国城市有机固废处理与资源化提出了全部集中处理、全部分布处理、部分分布处理3种模式,并对3种不同有机固废处理模式通过层次分析法进行了综合评价,评价结果显示,城市有机固废处理模式选择优先级依次为部分分布处理、全部集中处理和全部分布处理,为我国城市有机固废高效处理与资源化提供思路和技术支撑。

关键词:城市;污泥;有机固废;处理模式;综合评价

中图分类号: TU992.3;X703

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2024)09-0158-04

0 引言

随着我国经济社会发展不断深入,国民生活水平得到了极大提高,同时,对人居环境和美好生活提出了更高的期待和要求。在美丽中国、无废城市建设等战略背景下,妥善解决污水处理厂污泥、有机生活垃圾等城市有机固废处理问题,改善人居环境,不断提升人民群众的幸福感和获得感,具有重大意义。

过去我国城市发展大多采用简单粗放的管理模式,已逐渐不能匹配城市现代化过程对于精细化管理需求。污水处理厂污泥、有机生活垃圾等有机固废收集和处理处置设施,作为城市建设中基础设施建设的重要一环,亦面临高效化、精细化管控需求。从城乡大范围视角看,有机固废收集和处理处置模式可归类为城乡一体化、城乡协同、城乡各自收集和处理处置三种模式;从垃圾分类的角度看,可分为前端分类收集后混合运输并处理处置、前端分类收集后通过两网融合渠道处理处置与资源化利用和全过程分类-收集-处理处置三种模式;从处理处置设施规模角度看,可归类为大规模集中处理处置和小规模分散处理处置两种模式;从管控需求角度看,目前国内外研究较多,需根据城市有机固废处理处置需求匹配模式^[1]。

近年来,针对有机固废处理处置模式与经济效益相关性分析逐渐受到国内外学者的关注。李萍等^[2]针对江苏南通、三口镇有机固废处理处置与资源化回收利用模式开展运行成本、经济与社会效益等分析。毕珠洁^[3]在深圳市有机固废处理处置不同模式的运行成本和经济效益分析过程中纳入了分类回收对拾荒者带来额外收入影响因素。Fan等^[4]针对不同场景下包括厨余垃圾等有机固废处理处置开展成本与经济效益分析,主要包括小型分散、大型集中、污水厂内处理处置、协同焚烧等5种模式。Wang等^[5]通过采用综合系统动态模型方法,以经济、社会、环境、资源利用等为影响因素,对垃圾分类后天津市有机固废回收利用效益开展了评估分析。Magrini等^[6]对意大利艾米利亚-罗马涅大区有机固废处理处置的外因及其成本开展了分析研究,通过生命周期成本核算法,发现负面影响最大的外因是有机固废的运输成本。有机固废处理模式的选择,除了成本、经济和社会效益等因素需要考虑外,生态环境、碳排放等因素也逐渐受到越来越多学者的关注,近年来,针对有机固废处理处置模式的环境效益和碳减排效益的研究较多。操家顺等^[7]针对南京市有机固废两种不同处理处置模式,即分类后有机固废分散就地处理处置+剩余固废协同焚烧模式和分类后有机固废集中大规模处理处置+剩余固废协同焚烧模式,基于全生命周期评价(LCA)方法开展了生态环境影响与效益分析。Wang等^[8]针对果蔬等有机固废开展厌氧消化与焚烧等处理工艺对比研究,通过核算定量对比分析了不同模式的碳排放

收稿日期: 2023-10-23

基金项目: 上海市科委项目(23DZ2200200)

作者简介: 向阳(1967—),男,博士,工程师,从事环境工程研究工作。

水平。Saadatlu 等^[9]以德黑兰市有机固废源头到末端处理处置与资源化设施为对象,通过确定分配位置、提出可持续网络设计模型等措施,降本的同时也减少了不同有机固废处理处置与资源化网络即模式的碳排放水平。Ríos 等^[10]基于数据包络法,针对 28 个欧盟成员国的环境绩效评估指标开展了评估分析。Chen 等^[11]针对上海某社区有机固废开展了分类后有机固废分散就地处理处置、分类后有机固废集中大规模处理处置和混合垃圾协同焚烧三种模式碳排放水平的评估分析。

本文针对城市有机固废处理与资源化提出了全部集中处理、全部分布处理、部分分布处理三种模式,并对三种不同有机固废处理模式通过层次分析法进行综合评价。污水厂污泥等城市有机固废处理模式评价指标体系影响因素众多且因素之间交互影响,层次特征十分典型;而各层级指标的权重对城市有机固废处理模式评价结果的影响和意义重大。层次分析法(AHP)对于确定各层级指标的权重具有便捷性、科学性,因此基于层次分析法开展城市有机固废处理模式的评估优选,为我国城市有机固废高效处理与资源化提供思路和技术支撑。

1 评价指标确立

城市有机固废处理模式的影响因素较多,各影响因素之间关联复杂,需要对各影响因素及其相关性进行研究分析。由于城市有机固废处理模式的影响因素较多,各级指标需要进行取舍并提炼共性指标,以及指标的选取方向。基于敏感性分析和环境、排水、市容绿化等行业有机固废处理专家意见,总结归纳城市有机固废处理模式评价的众多影响因素,建立城市有机固废处理模式评价指标体系。

经研究,可初步确定为两级指标体系。一级指标应针对城市有机固废处理模式系统性提出,具体可包括:用地、工艺、运维、环境和产品 5 大类;二级指标选取注重实用性和目标导向性,定量指标应可计量,定性指标应便于验证,见表 1。

2 指标权重确定

城市有机固废处理模式综合评价指标体系各层级指标权重主要采用专家调查法进行赋值,通过专家打分,基于得分统计分析结果。基于指标相互间对比的重要程度,专家进行 1~9 分评估打分,指标自身相对重要性得分为 1,矩阵对角线两边对称指标得分

表 1 城市有机固废处理模式综合评价指标体系框架

序号	一级指标	二级指标
1	用地需求	单位用地面积
2		用地兼容性
3		附属设施占比
4	工艺技术	工艺稳定性
5		减量化程度
6		稳定化程度
7	运行维护	巡视便捷性
8		操作便捷性
9		交通便捷性
10	环境影响	渗滤液
11		臭气
12		噪声
13	产物价值	产品价值
14		就地可利用程度
15		资源化利用途径

互为倒数。一级指标判断矩阵经专家打分统计结果见表 2。

表 2 一级指标两两比较判断矩阵

评价指标	用地需求	工艺技术	运行维护	环境影响	产物价值
用地需求	1	0.5	3	4	3
工艺技术	2	1	5	6	5
运行维护	0.33	0.2	1	2	1
环境影响	0.25	0.17	0.5	1	0.5
产物价值	0.33	0.2	1	2	1

在用地需求、工艺技术、运行维护、环境影响和产物价值水平上,分别对所属二级指标经专家打分统计结果见表 3。

对每个判断矩阵采取一致性检验,当 $CR=CI/RI<0.1$ 时,即判断矩阵符合一致性要求,否则判断矩阵不符合要求,要重新调整至符合一致性要求为止。

准则层对目标层判断矩阵计算结果如表 4 所列。 $\lambda_{\max}=5.04$ 、 $CI=0.01$ 、 $RI=1.12$ 、 $CR=0.01$ 。符合一致性要求。

二级指标总排序统计结果如表 5 所示。 $CI=0.00$ 、 $RI=0.52$ 、 $CR=0.02$ 。符合一致性要求。

根据表 5 计算结果可知,一级指标重要性先后排序为工艺技术、用地需求、运行维护 / 产物价值和环境影响;二级指标重要性先后排序为减量化程度、单位用地面积、工艺稳定性、用地兼容性、稳定化程度、产品价值、巡视便捷性、附属设施占比 / 操作便捷性、噪声 / 就地可利用程度、渗滤液、交通便捷性 / 臭

表 3 二级指标判断矩阵

评价指标	单位用地面积	用地兼容性	附属设施占比	工艺稳定性	减量化程度	稳定化程度	巡视便捷性	操作便捷性	交通便捷性	渗滤液	臭气	噪声	产品价值	就地可利用程度	资源化利用途径
单位用地面积	1.00	2.00	3.5												
用地兼容性	0.50	1.00	2.5												
附属设施占比	0.29	0.40	1												
工艺稳定性				1.00	0.5	1.5									
减量化程度				2	1.00	4									
稳定化程度				0.67	0.25	1.00									
巡视便捷性							1.00	1.5	3.5						
操作便捷性							0.67	1.00	3						
交通便捷性							0.29	0.33	1.00						
渗滤液										1.00	5	0.5			
臭气										0.2	1.00	0.2			
噪声										2	5	1.00			
产品价值													1.00	2	5
就地可利用程度													0.5	1.00	3
资源化利用途径													0.2	0.33	1.00

表 4 准则层判断矩阵计算						
评价指标	用地需求	工艺技术	运行维护	环境影响	产物价值	权重
用地需求	1	0.5	3	4	3	0.27
工艺技术	2	1	5	6	5	0.47
运行维护	0.33	0.2	1	2	1	0.10
环境影响	0.25	0.17	0.5	1	0.5	0.06
产物价值	0.33	0.2	1	2	1	0.10

表 5 城市有机固废处理模式综合评价二级指标总排序计算						
评价指标	用地需求	工艺技术	运行维护	环境影响	产物价值	层次总排序
	0.27	0.47	0.10	0.06	0.10	
单位用地面积	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
用地兼容性	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
附属设施占比	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
工艺稳定性	0.00	0.26	0.00	0.00	0.00	0.12
减量化程度	0.00	0.58	0.00	0.00	0.00	0.27
稳定化程度	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.07
巡视便捷性	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.05
操作便捷性	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00	0.04
交通便捷性	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.01
渗滤液	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.02
臭气	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.01
噪声	0.00	0.00	0.00	0.56	0.00	0.03
产品价值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.06
就地可利用程度	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.03
资源化利用途径	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.01

气 / 资源化利用途径。

3 不同处理模式综合评价

针对城市有机固废全部集中处理、全部分布处理、部分分布处理三种模式,基于百分制对指标进行赋值并统计分析,见表 6。

由计算结果可知,城市有机固废处理模式选择优先级为:部分分布、全部集中、全部分布。

4 结 语

城市有机固废处理模式综合评价体系一级指标重要性排序为工艺技术、用地需求、运行维护 / 产物价值和环境影响;二级指标重要性排序为减量化程度、单位用地面积、工艺稳定性、用地兼容性、稳定化程度、产品价值、巡视便捷性、附属设施占比 / 操作便捷性、噪声 / 就地可利用程度、渗滤液、交通便捷性 / 臭气 / 资源化利用途径。

城市有机固废处理模式选择优先级为部分分布处理>全部集中处理>全部分布处理。

参考文献:

[1] 郭威.华东地区 S 市城乡垃圾移动式小型化堆肥设备调度管理研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2022.
[2] 李萍,蔡俊杰,邹金言,等.谁来做农村垃圾的搬运工标——成本与效益视角下农村垃圾分类处理模式的探讨[J].商业故事,2015(16): 128-130.
[3] 毕珠洁.深圳市生活垃圾分类处理模式对比研究[D].武汉:华中科技

表 6 城市有机固废处理模式综合评价指标分值计算

一级指标	二级指标	权重	处理模式指标赋值(左)和分值(右)					
			全部集中处理		全部分布处理		部分分布处理	
用地需求	单位用地面积	0.15	100	14.84	0	0	100	14.84
	用地兼容性	0.08	60	5.02	0	0	100	8.36
	附属设施占比	0.04	100	3.77	100	3.77	60	2.26
工艺技术	工艺稳定性	0.12	60	7.43	100	12.38	60	7.43
	减量化程度	0.27	60	16.35	87	23.70	73	19.89
	稳定化程度	0.07	60	4.50	100	7.50	60	4.5
运行维护	巡视便捷性	0.05	60	3.03	100	5.06	60	3.03
	操作便捷性	0.04	60	3.67	100	3.67	100	3.67
	交通便捷性	0.01	60	1.33	100	1.33	100	1.33
环境影响	渗滤液	0.02	100	2.13	0	0	100	2.13
	臭气	0.01	100	0.54	0	0	60	0.32
	噪声	0.03	100	3.37	60	2.02	100	3.37
产物价值	产品价值	0.06	100	5.62	60	3.37	100	5.62
	就地可利用程度	0.03	100	2.99	60	1.79	100	2.99
	资源化利用途径	0.01	100	1.06	0	0	100	1.06
总计		1.00	75.62		64.58		80.78	

大学,2012.

[4] Fan F , Vk B , Ns C , *et al.* Promoting the source separation of house–hold kitchen waste based on comprehensive evaluation and economic feasibility. 2022.

[5] Wang W, You X. Benefits analysis of classification of municipal solid waste based on system dynamics[J]. Journal of Cleaner Production, 2021(279): 123686.

[6] Magrini C, Dal Pozzo A, Bonoli A. Assessing the externalities of a waste management system via life cycle costing: The case study of the Emilia–Romagna Region (Italy)[J]. Waste Management, 2022(138) 285–297.

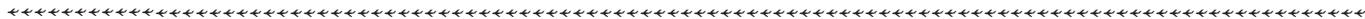
[7] 操家顺,赵嘉楠,操乾,等.基于生命周期评价的两种城市生活垃圾处理模式对比[J].环境保护科学,2019,45(6):92–100.

[8] Wang Y, Pan S, Yin J, *et al.* Resource potential and global warming potential of fruit and vegetable waste in China based on different treatment strategies[J]. Waste Management, 2022(140): 225–232.

[9] Saadatlu E A, Barzinpour F, Yaghoubi S. A sustainable model for municipal solid waste system considering global warming potential impact: A case study[J]. Computers & Industrial Engineering, 2022 (169): 108127.

[10] R í os A M, Picazo–Tadeo A J. Measuring environmental perfor–mance in the treatment of municipal solid waste: The case of the European Union–28[J]. Ecological Indicators, 2021(123): 107328.

[11] Jin C, Sun S, Yang D, *et al.* Anaerobic digestion: An alternative re–source treatment option for food waste in China[J]. Science of the Total Environment, 2021(779): 146397.



《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴，为您提供平台，携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com