

Doi: 10.11835/j.issn.2096-6717.2019.137

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



城市生活垃圾分类处理动态指标体系构建方法

Alheji Ayman Khaled B, 于娟, 吴雨婷, 王立雄

(天津大学 建筑学院; 天津市建筑物理环境与生态技术重点实验室, 天津 300072)

摘要:中国已全面启动城市生活垃圾分类工作,城市生活垃圾管理亟待解决分类习惯与处理实施之间的矛盾、生活垃圾产量日增与处理方式落后之间的矛盾。生态城市指标体系立足于自身情况,是及时更新的动态、开放的指标体系系统。通过借鉴生态城市指标体系系统从静态系统到动态系统的制订发展过程,解析了城市生活垃圾处理指标体系系统的构建方法:基于中国现状的统计数据,参考世界先进经验,建立了允许动态更新的城市生活垃圾分类处理动态指标体系,包括指标确定、执行情况 and 结果评估。已有经验表明:该体系可以为城市生活垃圾处理的决策、执行和监督的全过程提供量化方法,以量化研究的成果为进一步推行城市生活垃圾分类处理提供数据基础。

关键词:生活垃圾;分类处理;地域性;动态指标体系

中图分类号: X799.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-6717(2020)01-0153-08

Method of dynamic index system for classification and treatment of municipal domestic waste

Alheji Ayman Khaled B, Yu Juan, Wu Yuting, Wang Lixiong

(School of Architecture; Tianjin Key Laboratory of Architectural Physics and Environmental Technology, Tianjin University, Tianjin 300072, P. R. China)

Abstract: China has fully launched the classification of domestic waste. It is urgent to solve the contradiction between classification habit and treatment implementation, and the contradiction between the increasing production of municipal solid waste and the backward treatment methods in China. Eco-city index system is based on its own situation, which is a dynamic and open index system updated in time. By referring to the development process of the index system of eco-city from static system to dynamic system, the construction method of the index system of municipal solid waste treatment was analyzed. Based on the statistical data of China's current situation and referring to the advanced international experience, a dynamic index system for municipal solid waste classification and treatment is established, which allows dynamic updating. It includes the determination of indicators, implementation and evaluation of results. The summary of international experience shows that the system can provide a quantitative method for the decision-making, execution and supervision of municipal solid waste treatment, and provide a data basis for further implementation of

收稿日期: 2019-08-06

基金项目: 国家重点研发计划(2016YFC0700200)

作者简介: Alheji Ayman Khaled B (1986-), 男, 博士生, 主要从事建筑物理环境和生态技术研究, E-mail: Aim@mail.net.sa.

于娟(通信作者), 女, 博士, E-mail: 601463949@qq.com.

Received: 2019-08-06

Foundation items: National Key Research and Development Program (No. 2016YFC0700200)

Author brief: Alheji Ayman Khaled B (1986-), PhD candidate, main research interests: building physical environment and ecological technology, E-mail: Aim@mail.net.sa.

Yu Juan (corresponding author), PhD, E-mail: 601463949@qq.com.

municipal solid waste classification and treatment.

Keywords: domestic waste; classified treatment; regionality; dynamic index system

近年来,中国正从国家层面加速推行垃圾分类制度。2019年6月,住建部、发改委、生态环境部等九部门联合印发《住房和城乡建设部等部门关于在全国地级及以上城市全面开展生活垃圾分类工作的通知》,要求全国地级及以上城市今年全面启动生活垃圾分类工作,2025年前基本建成垃圾分类处理系统。2019年7月1日《上海市生活垃圾管理条例》正式实施,上海率先进入“史上最严”的垃圾分类新时代。

垃圾分类处理不是新鲜词汇,日本垃圾管理特别是垃圾分类处理技术世界闻名:日本垃圾减量处理率超95%,循环再利用率达20%,个别地区人均垃圾日产量达到“零垃圾”^[1]。目前,中国的垃圾分类处理研究多是借鉴日本^[2]、德国^[3]、瑞典^[4]等国的成功经验,从法律、公共管理等视角探讨垃圾的治理问题,提出“治理机制强调公民参与(分类)的同时,中国必须要结合自身情况进行创造性的(处理体系)变革”^[5-6],也有学者从社会学、心理学、经济学领域对垃圾处理问题进行研究,基本是从宏观的理论层面进行的系统分析。总体来说,前端的分类介绍很详细、后端的利用却很粗放,这是目前中国垃圾分类处理的主要矛盾^[7]。

笔者通过统计数据分析中国城市生活垃圾处理现状,解析居民分类习惯与国家层面的处理技术实施之间的矛盾,提出城市生活垃圾处理的目标;并借鉴成熟的生态城市指标体系动态系统模式,建立相对应的城市生活垃圾管理决策、执行与监管层面的动态指标体系系统,为中国此类研究奠定微观操作层面的数据基础。

1 城市生活垃圾处理现状与矛盾

城市生活垃圾的处理一般包括回收再利用和无害化处理。目前,中国的垃圾回收再利用是民众自发的小众行为,无害化处理是占据主导地位的处理方式,包括卫生填埋、焚烧和堆肥。

1)卫生填埋操作技术相对简单,投资费用较小,但侵占土地严重,并存在土壤和地下水污染的可能性。

2)堆肥技术成熟,减量化和资源化效果较好,但仅可以处理厨余等垃圾中有机部分,残渣较多,产生臭味。

3)焚烧技术复杂,投资和处理费用高昂,但处理速度快、减容性好,燃烧热能可回收,炉渣(残渣)可作为道路路基基料等回收再利用,能够做到彻底无害化,资源化效果好。因此,焚烧将成为垃圾处理的主要方式,2011年日本全国80%的一般生活垃圾通过焚烧方式处理,只有1.3%被填埋^[1]。

表1为国家统计局网站统计的全国城市生活垃圾产出及处理数据,由表1可以看出,城市人口增量致使中国生活垃圾产量日益加剧,且城市生活垃圾处理方式相对落后。

1.1 城市人口增量致使生活垃圾产量日益加剧

中国城市生活垃圾产量(生活垃圾产生量不易得,用清运量代替)由2004年的15 509万t增长到2017年的21 521万t。世界银行2012年报告指出^[8],2004年,中国已经超过美国成为世界上最大的固体废弃物产生国,2030年,中国的固体废弃物年产生量将是美国的2倍。实际上,中国每年的垃圾人均日产量相对稳定,见图1,这就意味着,生活垃圾产量日益增多的主要原因是城市化进程加快和人口增多。

1.2 城市生活垃圾处理方式相对落后

数据显示,中国无害化处理总量和3种方式的处理量均成增长趋势。无害化处理率已从2004年的52.1%提高到2017年的97.7%。同时,如图2所示,卫生填埋占比呈下降趋势,但至2017年仍占57.2%;焚烧占比增势显著,至2017年已占40.2%,但仍与日本等先进国家相差较远;堆肥所占比例较小,且近年来趋于稳定。

表1 中国城市生活垃圾产出及处理统计数据

Table 1 Statistical data of municipal solid waste output and disposal of China

年份	(产量/ 清运量)/ 万 t	城镇人口/ 万人	人均日 产量/kg	无害化处理		卫生填埋		焚烧		堆肥	
				处理量/ 万 t	处理率/ %	处理量/ 万 t	占比/%	处理量/ 万 t	占比/%	处理量* / 万 t	占比/%
2004	15 509	54 283	0.78	8 088.7	52.1	6 888.9	85.2	449	5.6	730	9.0
2005	15 577	56 212	0.76	8 051.1	51.7	6 857.1	85.2	791	9.8	345.4	4.3
2006	14 841	58 288	0.70	7 872.6	52.2	6 408.2	81.4	1 137.6	14.5	288.2	3.7
2007	15 215	60 633	0.69	9 437.7	62	7 632.7	80.9	1 435.1	15.2	250	2.6
2008	15 438	62 403	0.68	10 306.6	66.8	8 424	81.7	1 569.7	15.2	174	1.7

续表 1

年份	(产量/ 清理量)/ 万 t	城镇人口/ 万人	人均日 产量/kg	无害化处理		卫生填埋		焚烧		堆肥	
				处理量/ 万 t	处理率/ %	处理量/ 万 t	占比/%	处理量/ 万 t	占比/%	处理量* / 万 t	占比/%
2009	15 734	64 512	0.67	11 232.3	71.4	8 898.6	79.2	2 022	18.0	178.8	1.6
2010	15 805	66 978	0.65	12 317.8	77.9	9 598.3	77.9	2 316.7	18.8	180.8	1.5
2011	16 395	69 079	0.65	13 089.6	79.7	10 063.7	76.9	2 599.3	19.9	426.6	3.3
2012	17 081	71 182	0.66	14 489.5	84.8	10 512.5	72.6	3 584.1	24.7	392.9	2.7
2013	17 239	73 111	0.65	15 394.0	89.3	10 492.7	68.2	4 633.7	30.1	267.6	1.7
2014	17 860	74 916	0.65	16 393.7	91.8	10 744.3	65.5	5 329.9	32.5	319.5	1.9
2015	19 142	77 116	0.68	18 013.0	94.1	11 483.1	63.7	6 175.5	34.3	354.4	2.0
2016	20 362	79 298	0.70	19 673.8	96.6	11 866.4	60.3	7 378.4	37.5	429	2.2
2017	21 521	81 347	0.72	21 034.2	97.7	12 037.6	57.2	8 463.3	40.2	533.3	2.5

注: 统计局未列出堆肥处理量 2011 年至 2017 年的数据, 本表数据为“无害化处理量减填埋和焚烧处理量”。

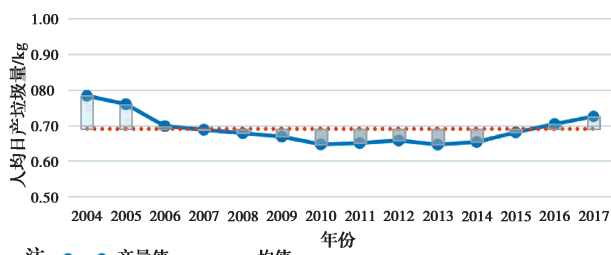


图 1 中国城市生活垃圾人均日产量(均值 0.69 kg)

Fig.1 Per capita daily output of municipal solid waste in China(mean 0.69 kg)

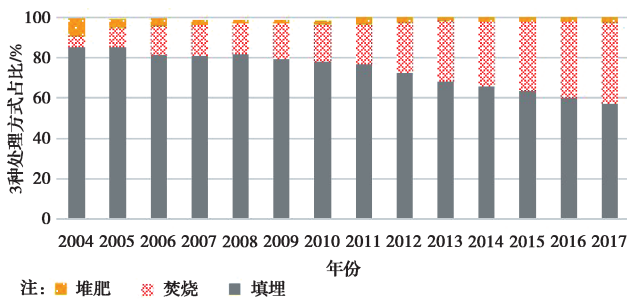


图 2 中国城市生活垃圾处理情况

Fig.2 China Urban Domestic Waste Disposal

另外,有调研数据显示,中国城市垃圾中可回收物占比 27.94%(其中,塑料 12.6%、纸张 8.89%、织物 3.28%、金属 1.07%、玻璃 2.1%)^[9]。无害化处理率 97.7%的数值表明,目前并未实现这部分物资的回收循环利用。

中国城市生活垃圾处理的实施难度除了来自技术本身外,还与民众垃圾分类的执行力度相关,虽然,民众日益认识到垃圾分类处理的重要性和其所具有的环保效力,但分类的执行力度受到其认识模糊性和分类习惯的制约。中国居民一般按照能否“卖钱”来分类垃圾:纸壳、塑料、玻璃瓶等卖给“体制外”的垃圾收运主体;厨余垃圾和废电池等有害垃圾

则混扔给“体制内”垃圾收运主体。因此,虽然中国城市推行了多年垃圾分类试点,但并没有取得实效^[10]。

中国城市生活垃圾管理急需解决生活垃圾产量日增与处理落后之间的矛盾、分类习惯与处理实施之间的矛盾。但同时,基于中国城市生活垃圾的产出、处理现状及居民的垃圾分类习惯,无法“一刀切”地参考垃圾分类处理先进国家的管理经验,而是还需要立足于实际需要,建立适合中国的管理体系,以保障在前端的垃圾分类推进落实之后,后端的垃圾处理亦能够切实可行,达到城市垃圾管理全过程的科学、合理、有效。

2 生态城市建设管理指标体系建立历程的启示

在城市化进程加快和人口增多导致的城市资源与能源快速消耗的现状下,生态城市理论创立,成为缓解全球生态危机的重要策略之一。生态城市的指标体系是生态城市理论内涵的具体化^[11],也是指引生态城市发展建设的量化方法^[12]。生态城市指标体系的制订经历了静态系统到动态系统的发展过程。

2.1 静态指标体系系统(既有指标体系)

既有指标体系的建立,包括指标选择和标准值设定两方面内容。

指标的选择有以下两种方式:

1)从社会、经济和自然 3 个子系统的分析出发构成的指标体系^[13]。

2)从城市生态系统的结构、功能和协调度来考虑建立的指标体系^[14]。

标准值的设定一般统筹以下 5 种方式^[11]:

1)根据现有理论,通过专家判断的方式将定性指标量化。

2) 凡已有国家标准或国际标准的指标采用规定的标准值。

3) 参考国际发达国家的量化指标值作为标准值。

4) 参考生态化程度较高的城市现状值作为标准值。

5) 参考中国城市的现状值作趋势外推, 确定标准值。

2.2 动态指标体系系统

中新天津生态城是世界上第一个对既有指标体系进行优化升级, 建立动态指标体系系统的生态城市。如图 3、图 4 所示^[12]。

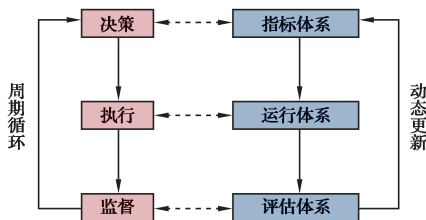


图 3 指标体系动态更新机制

Fig.3 Dynamic update mechanism of indicator system

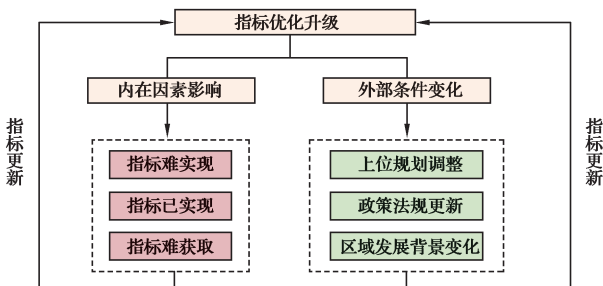


图 4 指标优化升级流程

Fig.4 Indicator optimization upgrade process

1) 动态指标体系系统由指标体系、运行体系和评估体系 3 部分支撑, 对应决策、执行和监督的周期循环, 实现指标体系的动态更新机制。

2) 指标的修正与更新, 一是考虑内在因素影响, 如指标值选取标准偏高, 导致指标可达性弱, 或指标值选取标准偏低, 导致指标滞后, 无法准确指引发展建设等问题; 二是考虑外部条件变化, 如新的发展要求与标准出台, 对指标项的更新。

动态指标体系系统是在保证发展目标不变的前提下, 根据外部要求的变化和实际建设情况, 根据考核评估的结果, 重新确定各指标的标准值, 及时对指标体系进行调整、更新与优化, 形成开放的指标体系, 以弹性的形式对接新建设和管理需求, 保证指标体系的时效性、先进性与可达性, 避免了既有指标体系出现的指标时效等问题。

生态城市建设是一项复杂的系统工程, 天津中新生态城的发展历程分为 4 个阶段: 建设规划设计

阶段、初步建设阶段、全面建设阶段和运行管理阶段。优化升级前的既有指标体系更侧重对规划建设类指标的设置, 从指标体系设立至今的十年间, 达标率 91% 的中新天津生态城生态环境显著改善, 2012 年被评为“全球绿色城市”。升级后的指标体系覆盖面广, 且针对不同发展阶段有侧重点, 完善未完成指标的同时, 响应国家对城市的“绿色、生态、低碳”发展提出更高要求, 保证了对发展全过程的有效指引, 2018 年, 天津中新生态城成为世界城市峰会上生态城市建设的“绿色样板”。

综上, 动态指标体系系统考虑区域差异和发展阶段, 在目标导向(外部条件变化)和问题导向(内在因素影响)的指引下, 既借鉴成功案例, 又立足于自身实际需要, 是及时更新的动态、开放的指标体系系统, 保证了指标体系的持续先进性与科学性, 有效指引规划、建设和管理全过程, 充分发挥了指标体系的支撑引领作用。

3 城市生活垃圾处理动态指标体系系统

借鉴生态城市动态指标体系系统, 如表 2 所示, 城市生活垃圾处理的动态指标体系系统建立包括由目标层、指标层和限值层构成的指标体系; 由政策引导、经济补偿、技术策略和管理监督构成的执行体系; 由控制层、加分项和评估层构成的评估体系。

3.1 指标体系

3.1.1 目标层 目标层来源于城市固体废物的“三化”处理原则, 其中, 无害化目标是前提, 减量化和资源化目标是发展方向。鉴于中国 2017 年的垃圾无害化处理率已达 97.7%, 因此, 将减量化和资源化作为目标。

3.1.2 指标层

1) 回收率 垃圾分类的最终目的是实现垃圾各个层级的回收再利用, 第 1 层级的回收是指城市垃圾中的可回收物, 包括: 塑料、纸张、织物、金属和玻璃, 因此, 达到减少废物容量的目标。回收率是这 5 类垃圾的清运量与总清运量的百分比值。考虑中国目前回收率较低现状, 回收率不考量回收之后的再利用效率, 是相比“回收利用率”低要求的指标。

将回收率作为指标层的第 1 项参数, 是响应目前中国全面开展垃圾分类的工作部署, 以体现垃圾分类的最为直接的资源效益。

2) 人均产出减量率 从根源上实现减量化目标, 则需要减少城市生活垃圾的产生量。垃圾产生量与人口数量显著相关, 因此, 排除城市人口影响, 人均产出减量率是更为合理的指标参数。

人均产量减量率 = $\frac{[(当年人均产量 - 基准年人均产量) / 基准年人均产量] \times 100\%}{}$

表 2 城市生活垃圾处理动态指标体系系统
Table 2 Dynamic indicator system for municipal domestic waste treatment

指标体系						
目标层	减量化目标: 减少固体废物的产生量和容量			资源化目标: 废物处理后的物质和能源回收利用		
指标层	回收率/%	人均产出减量率/%	3 种处理方式占比/%			
	(可回收物清运量/ 总清运量)×100%	(当年与基准年人均产量差/ 基准年人均产量)×100%	(堆肥量/无害化 处理量)×100%	(填埋量/无害化 处理量)×100%	(焚烧量/无害化 处理量)×100%	
限值层	2019年	>0	≥0	<3	≤55	≥45
	2020年	≥10	≥0	≈2	≤50	≥50
	2022年	≥30	≥20	≈2	≤35	≥60
	2025年	≥30	≥50	≈2	0	≥95
执行体系						
政策导引	体制内外结合回收,如定期上门,定点投放			强制性的城市垃圾分类管理政策		
经济补偿	制定回收物价格标准,设置回收企业的直接补贴			设置处理企业的直接补贴		
技术促进	应用清洁生产技术,源头控制产量;上门回收借用国内发达的物流平台及其人力资源;开发回收再利用相关技术			提高焚烧处理技术水平、管理能力和投资力度		
管理监督	监管体制外回收企业;监管回收物的处理企业;提高居民意识,降低人均产量			监管居民垃圾分类执行;监管垃圾处理企业		
评估体系						
控制层	满足限值层要求					
加分项	实际值与限值差值					
评估层	实际值优于或等于限值,则指标体系不变,否则,依据加分项调整下一阶段指标体系					

其中,人均产量=生活垃圾清运量/城镇人口

目前,中国生活垃圾的清运仅覆盖城镇层级,因此,人口数量使用城镇人口统计值。

3) 处理方式占比 垃圾分类的深层次回收是指对处理之后产生的、具有使用价值的物质和能源的回收再利用,即实现资源化目标。考虑到量化这些物质和能源的困难性,使用具备不同资源化效益的 3 种处理方式的处理占比作为指标。

3.1.3 限值层 对应《住房和城乡建设部等部门关于在全国地级及以上城市全面开展生活垃圾分类工作的通知》的“今年启动、2020 年试点、2022 年部分覆盖、2025 年基本建成”的阶段计划,限值层按这 4 个年份分设 4 个阶段。限值是依据可获得的 2017 年之前的统计值,预测 2019 年指标值(基准值),然后考虑目前中国现状,提出后 3 个阶段的指标值要求:2020 年为初期规划实施阶段,或未见成效,因此,指标值近似但必须不差于 2019 年基准值;2022 年为全面实施阶段,初见成效,指标值明显优化;2025 年为运行管理阶段,成效稳定,指标值稳步优化。以下是对各指标参数值的来源、可行性和效力的解析。

1) 回收率 鉴于 2017 年无害化处理率为 97.7%,推测目前中国城市垃圾的可回收物回收率极小,因此,将 2019 年的回收率限值(基准值)设定为 >0%。参考已有调研数据统计值^[9]:“中国城市垃圾中可回收物占比 27.94%”,预测 2019 年及之后

的可回收物占比约为 30%,2025 年的最终回收率限值设定为 ≥30%。

全面部署并严格管控垃圾分类工作,将实现可回收物的高效回收,是保证回收率指标可行性的关键。

图 5 所示可回收物回收率指标限值趋势曲线呈逐年持续平稳增长趋势,表明本指标的指标效力为稳步实施状态。

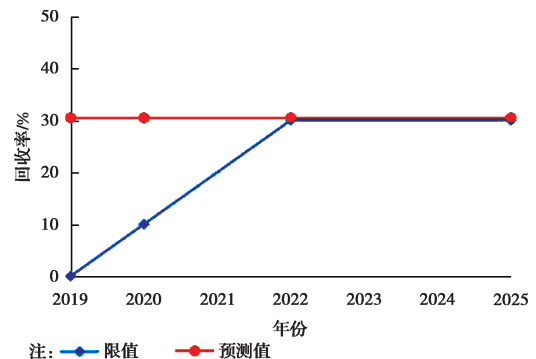


图 5 回收率指标限值效力
Fig.5 Limit validity of recovery index

2) 人均产出减量率 2014—2017 年的垃圾清理量增量和城镇人口增量均相对稳定,因此,可用于预测人均日垃圾产量值。2025 年产出减量率 ≥ 50% 的最终目标,是参考了“2030 年,中国的固体废弃物年产生量将是美国的两倍”而设定^[8],虽中美两国人口相差约 4 倍,但两国国土面积相差无几,因此,

表 3 人均日垃圾产量及产出减量率计算
Table 3 Calculations of daily garbage output per capita and output reduction rate

数据类别	年份	垃圾产量/万 t		城镇人口/万人		人均日垃圾产量/kg		人均产出减量率/%	
		垃圾清理量	增量	城镇人口	增量	计算值 ^②	目标值	计算值 ^③	限值
统计值	2014	17 860		74 916		0.65			
	2015	19 142	1 282	77 116	2 200	0.68			
	2016	20 362	1 220	79 298	2 182	0.70			
	2017	21 521	1 159	81 347	2 049	0.72			
预测值	2018	22 741		83 491		0.75			
	2019	23 961		85 635		0.77	0.77	0.0	≥0
	2020	25 181	1220 ^①	87 779	2 144 ^①	0.79	0.75	2.6	≥0
	2022	26 401		89 923		0.80	0.60	22.1	≥20
	2025	27 621		92 067		0.82	0.35	54.5	≥50

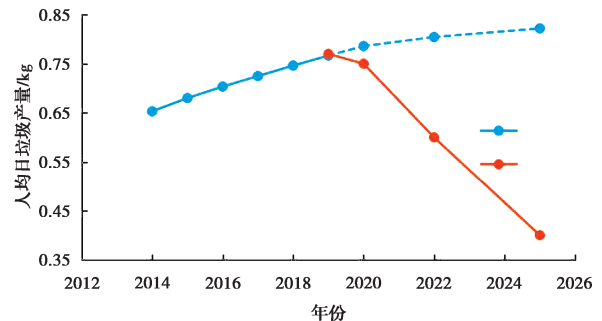
注:①预测值增量 1220 和 2144 为前 3 年增量的均值;②人均日垃圾产量计算值=垃圾清运量/城镇人口;③人均产出减量率计算值=当年人均日垃圾产量目标值/2019 年人均日垃圾产量值。

对垃圾容量要求为同一级别。2014 年至 2025 年人均日垃圾产量及产出减量率计算,见表 3。

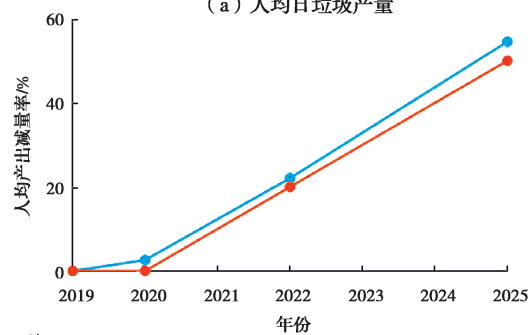
基于 0.77 kg 的产量基准值,产出减量率≥50% 的目标值对应日均产量约为 0.39 kg(0.77×50%)。鉴于“可回收物占比 27.94%”的数据^[9],即回收量约 0.22 kg(0.77×27.94%),因此,产出源头的减量负荷实际约为 0.17 kg。鉴于统计数据中最大值 0.78 kg 与最小值 0.65 kg 的差为 0.13 kg,即依靠民众自身减量弹性即可实现 0.13 kg 的减量负荷,因此,可认定本指标具备可行性。

图 6 所示的人均日垃圾产量目标曲线趋势表明,依据本指标限值,人均日垃圾产量显著下降;人均产出减量率曲线趋势呈逐年持续平稳上升趋势,表明本指标的指标效力为稳步实施状态。

3)处理方式占比 从图 2 可知,2012 年之后,填埋、焚烧和堆肥 3 种处理方式占比的变化趋势相对稳定,因此,取 2014—2017 年数值预测处理占比数值。2025 年各处理方式占比最终限值,是参考了“2011 年日本全国 80% 的一般生活垃圾通过焚烧方式处理,只有 1.3% 被填埋”而设定^[1]。2014—2025 年各处理方式占比统计值和预测值,见表 4。



注:—原趋势 —目标趋势
(a) 人均日垃圾产量



注:—计算值 —限值
(b) 人均产出减量率

图 6 人均日产垃圾减量指标限值效力

Fig.6 Limit validity of per capita daily waste reduction index

表 4 3 种处理方式占比统计值和预测值
Table 4 Statistical and predictive values of the proportions of the three treatments

数据类别	年份	卫生填埋			焚烧			堆肥		
		占比/%	增量/%	限值/%	占比/%	增量/%	限值/%	占比/%	增量/%	限值/%
统计值	2014	65.5			32.5			1.9		
	2015	63.7	-1.8		34.3	1.8		2	0.1	
	2016	60.3	-3.4		37.5	3.2		2.2	0.2	
	2017	57.2	-3.1		40.2	2.7		2.5	0.3	

续表 4

数据类别	年份	卫生填埋			焚烧			堆肥		
		占比/%	增量/%	限值/%	占比/%	增量/%	限值/%	占比/%	增量/%	限值/%
	2018	54.4			42.8			2.7		
	2019	51.6		≤55	45.4		≥45	2.9		≤3
预测值	2020	48.8	-2.8	≤50	48	2.6	≥50	3.1	0.2	≈2.0
	2022	46		≤35	50.6		≥60	3.3		≈2.0
	2025	43.2		0	53.2		≥95	3.5		≈2.0

日本、德国等垃圾分类处理先进国家已实现的处理占比数值证明了实现本指标的可能性。因此,充分借鉴其他国家先进的分类处理技术,加大中国技术及设施设备的投资力度,是保证处理占比指标可行性的关键。

图 7 所示的 3 种处理方式占比曲线趋势表明,依据本指标限值,焚烧处理占比显著提升、填埋处理占比显著下降,处理占比指标效力为高效实施状态。

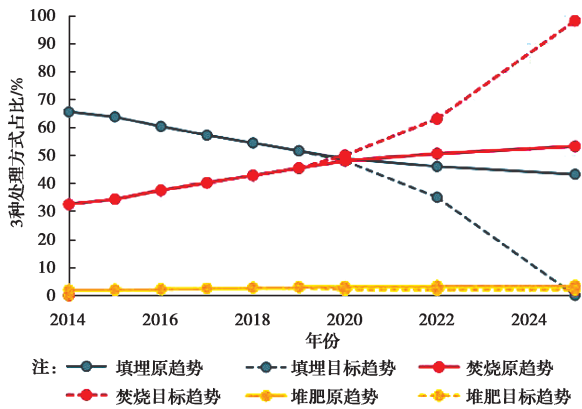


图 7 3 种处理方式占比指标限值效力

Fig.7 Deals with limit validity of proportion indicators

3.2 执行与评估体系

3.2.1 执行体系 依据限值层各指标参数值的可行性解析,指标体系的执行需要满足 3 方面要求:1)需要全面部署并严格管控垃圾分类工作,加大可回收物的回收力度;2)加强民众的垃圾减量参与度和执行度;3)充分借鉴其他国家先进的分类处理技术,加大中国技术及设施设备的投资力度。

借鉴生态城市建设管理的执行体系,将这 3 方面要求的具体实施划分为政策引导、经济补偿、技术促进和管理监督 4 个层面执行,既分析社会、经济、自然 3 个子系统,也考虑指标体系的结构、功能和协调度。

城市生活垃圾处理执行体系的举例解析见表 1,建立具有高效执行力度的执行体系,势必需要国家层级的立法保障和资金与管理的投入,在此不作详细论述。

3.2.2 评估体系 依据目前对限值层各指标参数效

力的解析,虽然能初步证明指标体系的资源效益,但在具体实施过程中,也会出现新的内在因素影响和外部条件变化。因此,需要通过评估体系监督指标体系的实施效率。

1)是否达到指标限值要求是对指标体系最基础的评估,是判定指标及限值是否调整的依据。

2)指标实际值与限值的差额是对执行体系的评估。得分项加分,能够鼓励技术、管理创新和提高,得分项减分,则调整下一阶段的指标体系要求和执行体系力度。

3)根据考核评估的结果,重新确定各指标的基准值,及时对指标体系进行调整、更新与优化,形成开放的动态指标体系系统。

4 结论

在诸如“各城市生活垃圾管理条例新规”等政策目标导向、中国目前垃圾分类与处理之间的矛盾所导致的现状问题导向的指引下,开展城市生活垃圾分类处理动态指标体系研究,切实落实“减量化、无害化、资源化”的城市生活垃圾三化处理目标,制定合理的可量化、易操作的指标参数,并设置基于现状、同时参考先进经验的,具有可行性的高效力的阶段指标限值,为城市生活垃圾的管理决策提供指标体系量化依据;开放的执行体系和评估体系保障管理决策的执行力度和效率。城市生活垃圾分类处理动态指标体系系统,基于可回收物回收率的实施实现城市生活垃圾容量减少 30%,并与从源头控制产生量的人均产出减量率举措并行,实现城市生活垃圾产生量减少 50%,进一步规划生活垃圾处理方式,实现垃圾零填埋和焚烧占比 95% 以上,通过最大化资源效益的处理方式,实现生活垃圾处理后的物质和能源高效回收利用,旨在支撑并引导城市生活垃圾分类与处理的规划、建设和管理全过程,充分发挥垃圾分类处理所具备的资源效益,从而为促进城市生态的良性发展贡献一份力量。

参考文献:

[1] 波江彰彦. 大都市間比較からみた神戸市のごみ管理

- の特徴と課題[J]. 兵庫地理, 2018, 63: 1-16.
- HAE A A. Characteristics and issues on the management of municipal solid waste in Kobe city based on major cities in Japan[J]. Hyogo Geographical Journal, 2018, 63: 1-16.(in Japanese)
- [2] 勝見慧, 藤山淳史, 小泉達也, など. 実態調査に基づく分別収集導入前後の一般廃棄物処理システムの評価—茨城県土浦市を対象として—[J]. 環境システム研究論文集, 2018, 74(6): II_39-II_50
- KATSUMI Y, FUJIYAMA A, KIZUYA T, et al. Evaluation of the general waste treatment system before and after the separation collection based on the actual condition survey - in the case of Tsu-chiura City, Ibaraki Prefecture [J]. Journal of Environmental Systems, 2018, 74(6): II_39-II_50.(in Japanese)
- [3] GIANI H, BORCHERS B, KAUFELD S, et al. Fine grain separation for the production of biomass fuel from mixed municipal solid waste[J]. Waste Management, 2016, 47: 174-183.
- [4] CORVELLEC H, BRAMRYD T, HULTMAN J. The business model of solid waste management in Sweden—A case study of two municipally-owned companies[J]. Waste Management & Research, 2012, 30 (5): 512-518.
- [5] WEI L, LU Y. A comparative study of waste classification laws and policies: Lessons from the United States, Japan and China[M]//WEI L, LU Y. Advances in Intelligent Systems and Computing. Cham: Springer International Publishing, 2019: 460-468. DOI: 10.1007/978-3-030-21255-1_35
- [6] SUN L, FUJII M, TASAKI T, et al. Improving waste to energy rate by promoting an integrated municipal solid-waste management system [J]. Resources, Conservation and Recycling, 2018, 136: 289-296.
- [7] CHHAY L, REYAD M A H, SUY R, et al. Municipal solid waste generation in China: influencing factor analysis and multi-model forecasting [J]. Journal of Material Cycles and Waste Management, 2018, 20(3): 1761-1770.
- [8] HOORNWEG D, TATA P B. What a waste: A global review of solid waste management[R]. World Bank, 2012: 1
- [9] 李鹏飞. 城市生活垃圾处理技术评价与促进分类措施研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2017.
- LI P F. Study on evaluation of municipal solid waste disposal technologies and enhancement in classification [D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2017.(in Chinese)
- [10] YANG Q, FU L M, LIU XX, et al. Evaluating the efficiency of municipal solid waste management in China [J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2018, 15(11): 2448.
- [11] 张伟, 张宏业, 王丽娟, 等. 生态城市建设评价指标体系构建的新方法——组合式动态评价法[J]. 生态学报, 2014, 34(16): 4766-4774.
- ZHANG W, ZHANG H Y, WANG L J, et al. A new method to build the eco-city appraisal index system: the combined dynamic appraisal method[J]. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(16): 4766-4774.(in Chinese)
- [12] 马晓虹, 吕红亮, 苗楠, 等. 生态城市指标体系的优化升级与动态更新——以中新天津生态城指标体系 2.0 版为例[J]. 规划师, 2019, 35(11): 57-62.
- MA X H, LV H L, MIAO N, et al. Optimization and upgrading and dynamic renewal of index system of eco-city: The V2.0 index system of SinoSingapore Tianjin Eco-city Case [J]. Planners, 2019, 35(11): 57-62.(in Chinese)
- [13] SHI H C, LIU W, HE J, et al. An urban ecosystem assessment method and its application [J]. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(17): 5542-5549.
- [14] 吴琼, 王如松, 李宏卿, 等. 生态城市指标体系与评价方法[J]. 生态学报, 2005, 25(8): 2090-2095.
- WU Q, WANG R S, LI H Q, et al. The indices and the evaluation method of eco-city [J]. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(8): 2090-2095.(in Chinese)

(编辑 王秀玲)