

# 我国城市生活垃圾管理状况评估

中国人民大学国家发展与战略研究院

首席专家：宋国君 教授

2015年5月

## 前言

城市生活垃圾数量持续增长一直是困扰我国城市发展和居民生活品质提升的环境污染问题之一，对此的讨论也一直在进行，观点、建议多样。城市生活垃圾管理是城市管理体系的重要内容，既涉及每个市民、社会机构，又关联多个政府部门，一些城市管理部门还进行统计并公开发布大量信息。但是，目前利用这些信息开展系统和全面的评估，探索理性和专业解决之道的研究成果还很少见。我校环境学院宋国君教授领衔组成的研究组，围绕分析和利用相关信息做了非常细致和专业的工作，完成了一份高质量的研究报告。我们希望该报告能对城市政府、社会各界探索和改进城市生活垃圾管理有所帮助。

基于公开数据的城市生活垃圾管理评估，需要考虑数据采集、数据质量评估以及数据分析方法。数据采集是否全面和系统，数据质量是否可靠，对数据的分析、评估方法是否科学，这些都会影响评估报告结论的真实性、可靠性和权威性。以宋国君教授为首的团队克服了种种限制和困难，比较完整地搜集和整理了相关的公开信息，并对统计数据的质量进行了细致的分析和评估，在此基础上运用清晰明了的评估方法得出了比较适当和可靠的结论。本报告设定的生活垃圾管理目标是致力于实现“三化”：无害化、减量化和资源化，这一目标体现了各界普遍的共识。报告还进一步提出了无害化前提下的低成本化管理目标，这是与发达国家和地区生活垃圾管理的经验相一致的。很明显，生活垃圾管理关口前移，在家庭和办公室就进行源头分类，通过分类实现减量化和资源化，最终可以降低无害化处置的成本。当然，垃圾分类和减量也要遵循成本收益原则，不是绝对的分类和无限制的减量。概而言之，要实现上述生活垃圾管理“四化”的目标，需要全社会凝聚共识，这也是本报告希望促成的目标之一。我们希望研究组继续努力，通过更为精细的研究和制度设计工作，推动我国城市生活垃圾管理能力和水平的持续改进，促进全社会关注并解决垃圾污染问题，从而为建设美丽城市、创造美好生活和建设生态文明做出应有的贡献。

洪大用教授  
中国人民大学副校长  
2015年5月5日

**研究组：**

首席专家：宋国君教授，中国人民大学环境学院人口资源与环境经济学专业博士生导师、中国人民大学国家发展与战略研究院研究员、中国人民大学环境政策与环境规划研究所所长；  
团队：杜倩倩，中国人民大学环境学院人口资源与环境经济学专业博士生，总体评估；  
陈德良，北京数汇通环境技术研究院副院长，数据处理；  
方国斌博士，中国人民大学环境学院人口资源与环境经济学博士后，环境统计方法和技术；  
何伟，中国人民大学环境学院人口资源与环境经济学专业博士生，评估平台设计；

**数据支持：**北京数汇通环境技术研究院（<http://www.3edata.com>）

**要点：**

全国地级以上城市的生活垃圾无害化、减量化、资源化和无害化前提下的低成本化的评估结论：

**第一，无害化。**城市生活垃圾无害化处理能力（用城区的无害化处理率表达）逐年提高，2012年已达93.43%，若考虑市辖区的农村部分，则无害化处理率仅为62.02%；无害化处理设施的空气和水污染物排放信息缺乏公布，不足以证明连续达标排放，渗滤液的超标排放常有报道。一些末端处置支出很低的城市，超标排放的可能性会较高。

**第二，减量化。**人均生活垃圾产生量或清运量处于较高水平，2012年人均生活垃圾日清运量平均水平为1.12千克，未出现明显的下降趋势，减量化没有取得实质性进展。对于生活垃圾分类试点城市，人均生活垃圾清运量也并非都出现下降，生活垃圾减量化具有较大潜力。如果源头分类的政策不实施，生活垃圾减量将是很缓慢的，也难以促进资源化和低成本化。

**第三，资源化。**资源化统计指标缺乏。通过对全国和典型城市废纸和废塑料的资源回收率估算结果表明，资源回收率并不理想。北京、本溪、牡丹江、苏州等城市的纸类回收率分别为25.32%、24.74%、61.52%、20.11%，城市间差异大，进一步回收的空间较大。

**第四，无害化前提下的低成本化。**环卫设备投入增长迅速，与清运量的增长不匹配，可能存在设备闲置问题。末端处置支出普遍较低，估计低于平均值的城市属于处置投入不足，可能没有实现达标排放。不同城市差异较大，垃圾处理支出水平与城市财政收入密切相关。

2012年，北京市生活垃圾填埋处置的社会成本为1530.7元/吨，垃圾收集成本占59.1%，超过中间转运成本和末端处置成本，土地成本占比为21.4%。社会成本远高于北京市非居民生活垃圾收费费率（300元/吨），该部分成本不应补贴。按照现在的排放水平，人均垃圾处置支出达到480.5元/年，也高于北京市公开的末端处置成本，不利于居民生活垃圾分类和减量。

# 目录

1 评估框架 .....	4
1.1 城市生活垃圾管理目标 .....	4
1.2 评估框架 .....	6
1.3 主要数据来源及分析方法 .....	7
2 城市生活垃圾管理状况评估结果 .....	9
2.1 无害化状况评估 .....	9
2.1.1 市辖区生活垃圾收集覆盖率 .....	9
2.1.2 市辖区生活垃圾无害化处理率 .....	12
2.1.3 城区生活垃圾无害化处理率 .....	15
2.1.4 密闭车清运量所占比重 .....	20
2.2 减量化状况评估 .....	22
2.3 资源化状况评估 .....	29
2.3.1 全国废纸和废塑料资源综合利用率不高 .....	29
2.3.2 案例城市生活垃圾资源回收率评估 .....	29
2.4 低成本化评估 .....	30
2.4.1 每万人市容环卫专用车辆设备数 .....	30
2.4.2 单位垃圾末端处置支出 .....	33
2.4.3 北京市生活垃圾填埋处置社会成本核算 .....	34
3 评估结论和初步建议 .....	40

生活垃圾管理是城市政府提供的基本公共服务，也是信息公开的重点。本报告搜集、整理和分析了中国城市生活垃圾管理的现状及变化趋势，目的是报告地级及以上城市的生活垃圾管理状况。希望能够促进城市生活垃圾源头分类和资源回收利用的步伐。

## 1 评估框架

### 1.1 城市生活垃圾管理目标

城市生活垃圾管理目标可以概括为“四化”，即无害化、减量化、资源化和无害化前提下的低成本化，如图 1 所示。

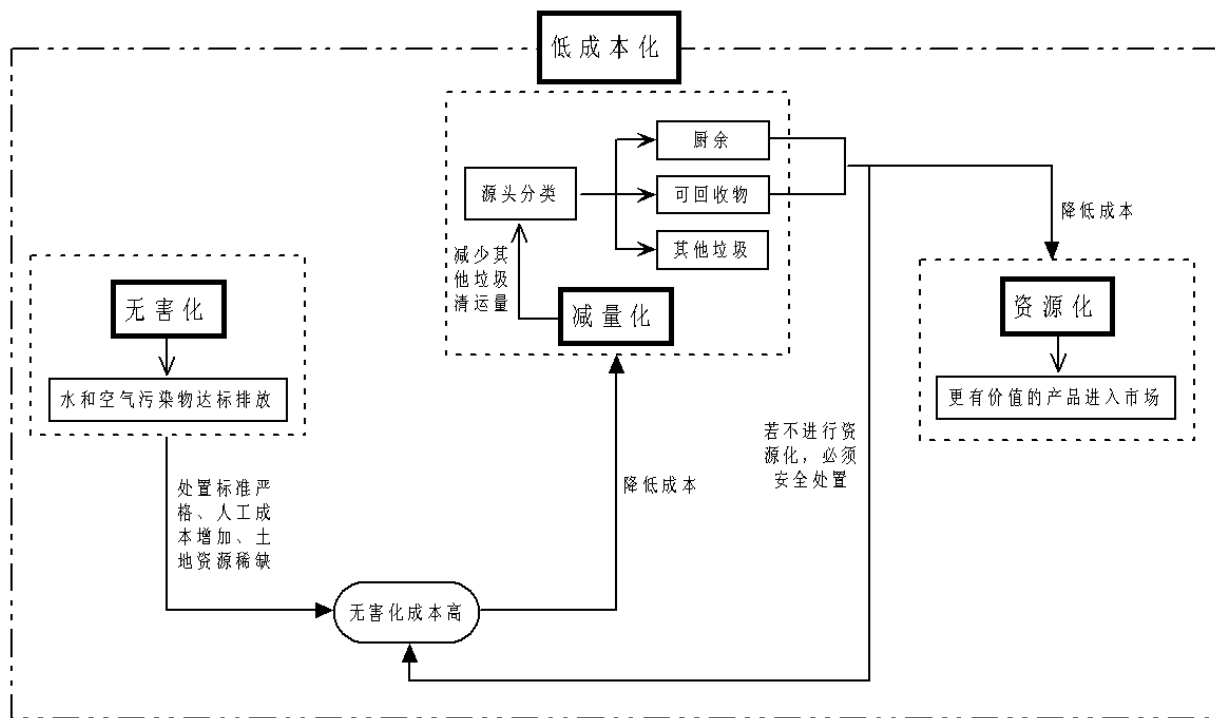


图 1 生活垃圾管理无害化、减量化、资源化、低成本化目标关联

#### (1) 无害化

城市生活垃圾的无害化指城市市辖区所有人口产生的生活垃圾全部收集、密闭清运、安全处置并达到水和空气污染物排放标准和卫生标准。无害化包含两层含义，一是生活垃圾处理设施应具备无害化处理的能力，二是设施实际运行过程能够实现水和空气污染物连续达标排放，以及卫生标准。卫生填埋包括卫生条件控制、渗滤液达标排放、气味及有害气体控制、填埋气体回收等。焚烧厂的无害化指空气污染物（尤其是二噁英类污染物）和工艺废水的排放达标、焚烧炉渣（一般固体废物或危险废物）与飞灰（危险废物）安全处置等。卫生填埋厂和焚烧厂执行的相关国家标准与行业标准，见表 1。随着垃圾处置标准的不断严格，废水和废气达标排放成本会继续增加；但若只进行简单填埋，造成的环境污染损失将更大。运输过程的无害化即指垃圾使用密闭车运输，减少对环境的污染。

表 1 生活垃圾卫生填埋与焚烧相关国家标准与行业标准

卫生填埋相关标准	焚烧相关标准
《生活垃圾卫生填埋场污染控制标准》(GB 16889-2008)	《生活垃圾焚烧厂污染控制标准》(GB 18485-2014)
《恶臭污染物排放标准》(GB 14554-93)	《恶臭污染物排放标准》(GB 14554-93)
《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)	《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)
《生活垃圾填埋场无害化评价标准》(CJJ/T 107-2005)	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)
《生活垃圾卫生填埋场岩土工程技术规范》(CJJ 176-2012)	《生活垃圾焚烧厂评价标准》(CJJ/T 137-2010)
《生活垃圾卫生填埋气体收集处理及利用工程运行维护技术规程》(CJJ 175-2012)	《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》(GB/T 16157-1996)
《生活垃圾填埋场封场工程项目建设标准》(建标 140-2010)	《生活垃圾焚烧厂运行维护与安全技术规程》(CJJ 128-2009)
《生活垃圾卫生填埋技术规范》(CJJ 17-2004)	《生活垃圾焚烧处理工程技术规范》(CJJ 90-2009)

## (2) 减量化

生活垃圾的减量化指接受城市生活垃圾处置服务的人口通过源头（家庭、办公室等）分类（厨余、可回收物、其他垃圾），减少其他垃圾清运量。其中，可回收物进入回收再利用系统；厨余进行饲料、堆肥等再利用；其他垃圾由卫生填埋场或焚烧厂进行无害化处置。减量化是在无害化目标基础上的更高要求，生活垃圾减量可以减少进入垃圾填埋场或焚烧厂的垃圾量，节约处置成本。

## (3) 资源化

资源化指生活垃圾经过源头分类后，可回收物（如纸类、塑料、橡胶、金属、玻璃等）进入回收系统被再生利用，即经修复、翻新、再制造后变成更有价值的产品进入市场。可回收物被焚烧后回收热能，不算作资源化，因为，通过焚烧回收热能的成本高于收益，主要是作为垃圾体积减量的方法，虽然回收的热能是有价值的。资源化目标是可回收物回收率的不断提高，最终达到最优回收率，即回收的边际成本与边际收益相等。

## (4) 无害化前提下的低成本化

低成本化是指在满足安全处置的前提下，生活垃圾处置的全社会成本最小化，是贯穿无害化、减量化、资源化管理的综合性目标。全社会成本指全生命周期的、社会为其安全处置所支付的并以市场价核算的成本，包括公共支出的成本（即实际发生的费用）以及未以货币



形式体现的隐性成本(如,土地成本等)。低成本化首先要求生活垃圾管理信息的公开,其次是源头分类,资源回收,垃圾减量,并降低安全处置前提下的全部成本。安全处置不然要有一定的成本,如果投入不足,则不能实现安全处置,在本报告中,我们认为低于平均处置成本,可能是还没有达到安全处置标准,即只有在安全处置的前提下,才需要进一步讨论如何降低成本,该顺序是必须遵守的。我国可能两种情形均存在,即有城市投入严重不足,不足以安全处置;也有某些环节存在浪费的问题。

## 1.2 评估框架

评估对象为有数据的地级及以上城市 2006-2012 年的生活垃圾管理状况。评估内容包括生活垃圾无害化状况、减量化状况、资源化状况、低成本化状况四方面;评估环节包括收集、转运和最终处置,各个环节的干系人、物流如图 2。

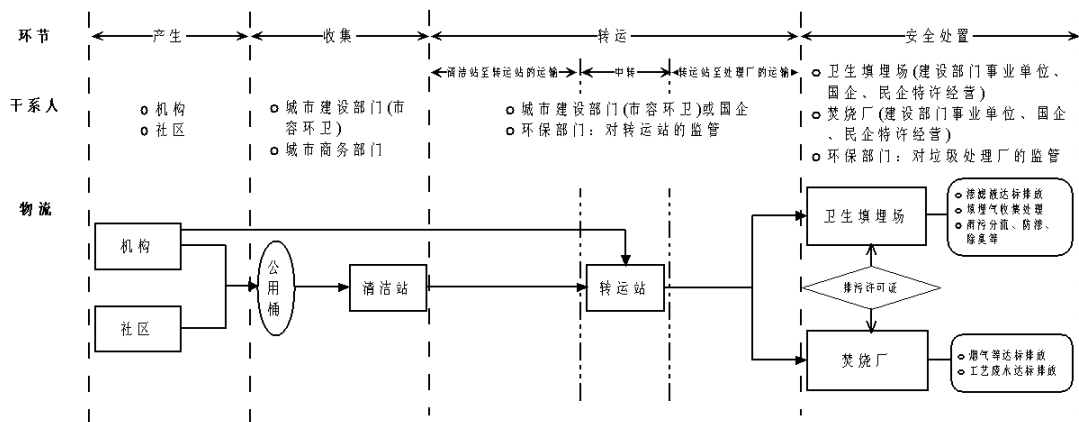


图 2 生活垃圾管理绩效评估框架

无害化分为卫生填埋和焚烧,都应达到表 1 中相应的国家标准与行业标准。由于目前卫生填埋场和焚烧厂的废水、废气等污染物排放达标信息没有公布,本研究仅能够评估末端处置环节的生活垃圾无害化处理率,即无害化处理能力。评估指标包括按市辖区常住人口<sup>1</sup>计算的生活垃圾收集覆盖率、按市辖区常住人口计算的生活垃圾无害化处理率、以及统计年鉴中按照城区常住人口<sup>2</sup>统计的生活垃圾无害化处理率,另外,运输环节的环保水平也应是无害化的管理范畴,因此,评估指标还包括密闭车清运量所占比重。相关研究中对我国生活无害化处理现状评价仅采用传统意义上的生活垃圾无害化处理率<sup>1、2</sup>、针对案例城市采用填埋或焚烧无害化实现率<sup>3</sup>表征。

减量化状况评估范围是城市的城区。相关研究用人均生活垃圾日产生量<sup>4、5</sup>、人均垃圾年产量<sup>6</sup>、人均垃圾清运量<sup>7</sup>、源头减量化实现率与处理减量化实现率<sup>8</sup>表征生活垃圾的产生量

1、市辖区常住人口 = 市辖区人口 + 市辖区暂住人口。其中,市辖区人口指市辖区户籍人口,包括城区和郊区人口,不包括辖县和辖市的人口数。暂住人口指离开常住户口地的市区或乡、镇,到本市居住一年以上的人员。

2、城区常住人口 = 城区人口 + 城区暂住人口。其中,城区人口指城区户籍人口。暂住人口指离开常住户口地的市区或乡、镇,到本市城区居住一年以上的人员。

及减量化水平。本研究的评估指标为人均生活垃圾日清运量。

地级市层面的资源化信息缺少统计。相关研究将废品回收利用、垃圾焚烧发电、堆肥产品利用、填埋沼气利用等多种利用方法纳入生活垃圾资源化内容<sup>9</sup>，已有文献用各类资源物的回收率表征资源化水平（如纸张和纸板的回收率）<sup>10</sup>、分类收集资源化实现率与填埋/焚烧/堆肥资源化实现率<sup>11</sup>。本报告主要通过对已有文献研究、报告资料进行归纳总结，并对案例城市的废纸资源回收率进行评价。

低成本化评估评估范围是城市的城区。已有文献采用单位生活垃圾处理成本（收集、运输、转运、处理）<sup>12</sup>、单位垃圾处理全程社会成本（收集、转运、填埋/焚烧/堆肥）<sup>13</sup>、环卫投入占市财政收入比例<sup>14</sup>等反应生活垃圾处理的投入水平。本研究的指标包括每万人市容环卫专用车辆设备数、单位垃圾末端处置支出、城市维护建设资金（财政性资金）单位垃圾处理支出等。主要还是通过北京市以卫生填埋的案例进行分析为主要依据。

### 1.3 主要数据来源及分析方法

以公开的二手数据为主，并尽可能搜集了其他不同来源的信息资料进行交互验证，如案例城市的调查资料、新闻报道、文献研究等。生活垃圾收集服务覆盖率反映收集环节的服务效果；生活垃圾无害化处理率反映生活垃圾最终处置环节的安全处置水平，即进入垃圾卫生填埋场、焚烧厂等无害化处理的量占垃圾清运总量的比重，其中，城区无害化处理率是指城区常住人口产生的生活垃圾被无害化处理的比重，市辖区无害化处理率是指整个市辖区常住人口产生的生活垃圾被无害化处理的比重；密闭车清运量所占比重反映运输环节的环保水平；人均生活垃圾日清运量反映源头产生环节的减量化水平；每万人市容环卫专用车辆设备数用来反映运输环节的投入；单位垃圾末端处置支出反映最终处置环节单位垃圾的固定资产投资和运行维护费用；城市维护建设资金（财政性资金）单位垃圾处理支出主要评估当年单位生活垃圾分摊的固定资产投资与运营维护费用，是对垃圾处置成本的一个反映（非全成本）。各评估指标见表2。



表 2 城市生活垃圾管理绩效评估指标体系

指标名称	指标计算说明	单位	统计范围	评估年份	原始数据来源
市辖区生活垃圾收集覆盖率	城区常住人口 / 市辖区常住人口 * 100%	%	市辖区	2006-2012	中国城市建设统计年鉴
市辖区生活垃圾无害化处理率	城区常住人口 / 市辖区常住人口 * 生活垃圾无害化处理率	%	市辖区	2006-2012	中国城市建设统计年鉴
城区生活垃圾无害化处理率	生活垃圾无害化处理量 <sup>1</sup> / 生活垃圾清运量 <sup>2</sup> * 100%	%	城区	2006-2012	中国城市建设统计年鉴
密闭车清运量所占比重	密闭车清运量 / 生活垃圾清运量 * 100%	%	城区	2006-2012	中国城市建设统计年鉴
人均生活垃圾日清运量	生活垃圾清运量 / (城区常住人口 * 365)	千克 / (人·日)	城区	2006-2012	中国城市建设统计年鉴
每万人市容环卫专用车辆设备数	市容环卫专用车辆设备数 <sup>3</sup> / 城区常住人口	台 / 万人	城区	2006-2012	中国城市建设统计年鉴
单位垃圾末端处置支出	生活垃圾处理厂累计完成投资 <sup>4</sup> 、本年运行费用 <sup>5</sup> 、本年实际处理量 <sup>6</sup>	元 / 吨	城区	2011-2012	中国环境年鉴
城市维护建设资金(财政性资金)垃圾处理支出(单位垃圾支出)	城市维护建设资金(财政性资金)垃圾处理支出 <sup>7</sup> / 生活垃圾清运量	元 / 吨	城区	2006-2010	中国城市建设统计年鉴

1、无害化处理量指报告期内生活垃圾通过卫生填埋、焚烧、堆肥等无害化处理的量。

2、生活垃圾清运量仅计算从生活垃圾源头和生活垃圾转运站直接送到处理厂和最终消纳点的清运量，对于二次中转的清运量不重复计算。

3、市容环卫专用车辆设备指用于环境卫生作业、监察的专用车辆和设备，包括用于道路清扫、冲洗、洒水、除雪、垃圾粪便清运、市容监察以及与其配套使用的车辆和设备。对于长期租赁的车辆及设备也统计在内。

4、生活垃圾处理厂(场)累计完成投资指至当年末调查对象建设实际完成的累计投资额，不包括运行费用。

5、本年运行费用指报告期内维持垃圾处理厂(场)正常运行所发生的费用。包括能源消耗、设备维修、人员工资、管理费及与垃圾处理厂(场)运行有关的其他费用等，不包括设备折旧费。

6、本年实际处理量指报告期内对垃圾采取焚烧、填埋、堆肥或其他方式处理的垃圾总质量。

7、城市维护建设资金指用于城市维护和建设的资金，资金来源包括城市维护建设税、公用事业附加、中央和地方财政拨款、国内贷款、债券收入、利用外资、土地出让转让收入、资产置换收入、市政公用企事业单位自筹资金、同家和省规定收取的用于城市维护建设的行政事业性收费、集资收入以及其他收入。资金支出包括固定资产投资支出、维护支出和其他支出。

数据分析主要采用统计学中的描述统计对生活垃圾管理效果的各个指标进行分析。评估以二手数据为主，时间序列为 2006–2012 年，来自《中国城市建设统计年鉴》、《中国环境年鉴》等。采用二手数据是对全国所有地级及以上城市的总体的评估，便于发现普遍存在的问题，但二手数据并不全面，如资源化数据缺失、低成本化信息较少，因此，本文尽量搜集一手调研与访谈资料、权威新闻报道、文献资料等进行分析论文，与二手数据相互补充和验。

## 2 城市生活垃圾管理状况评估结果

### 2.1 无害化状况评估

#### 2.1.1 市辖区生活垃圾收集覆盖率

生活垃圾收集服务属于城市基本公共服务范畴，各城市城区内很少有生活垃圾大量堆积的现象，因此，当前的城区人口全部享有生活垃圾的收集服务。而市辖区除了城区的近郊地区，许多城市存在垃圾简易堆放现象，例如，北京市环境卫生设计科学研究所调查数据显示，北京市垃圾积存量在 200 吨以上的非正规垃圾填埋场达到 1011 处，主要分布在城乡接合部的顺义、朝阳、怀柔、密云、丰台、大兴等区县。<sup>1</sup>，说明生活垃圾收集服务还未完全覆盖到城市的近郊地区。因此，本文假定城区生活垃圾全部收集，郊区没有收集服务。用城区常住人口与市辖区常住人口的比值反映市辖区生活垃圾收集覆盖程度。

2006–2012 年，市辖区生活垃圾收集覆盖率均值呈波动变化状态，并没有提高的趋势。收集覆盖率普遍不高，2012 年的均值为 65.85%，标准差是 22.9，如表 3 所示；省会和直辖市的收集覆盖率相对较高，多数在 70% 以上，表 4 展示了 2012 年市辖区生活垃圾收集覆盖率排名；个别城市生活垃圾收集覆盖率极低，如，晋城、钦州、亳州、四平、贺州、毕节等城市收集覆盖率还不到 20%。

表 3 市辖区生活垃圾收集覆盖率描述统计结果

指标	N	最小值	最大值	均值	标准差
2006	274	9.48	100.00	64.1612	24.81402
2007	280	8.95	100.00	63.7591	24.24656
2008	284	12.92	100.00	64.8092	23.84974
2009	286	13.46	100.00	64.8592	23.64482
2010	259	11.59	100.00	61.0489	21.86034
2011	285	13.23	100.00	66.2769	23.21788
2012	287	15.63	100.00	65.8509	22.85801

1、北京野垃圾积存量 8000 多万吨 相当两千个鸟巢。

[http://bj.jjj.qq.com/a/20150424/012954.htm?qqcom\\_pgv\\_from=aio](http://bj.jjj.qq.com/a/20150424/012954.htm?qqcom_pgv_from=aio)

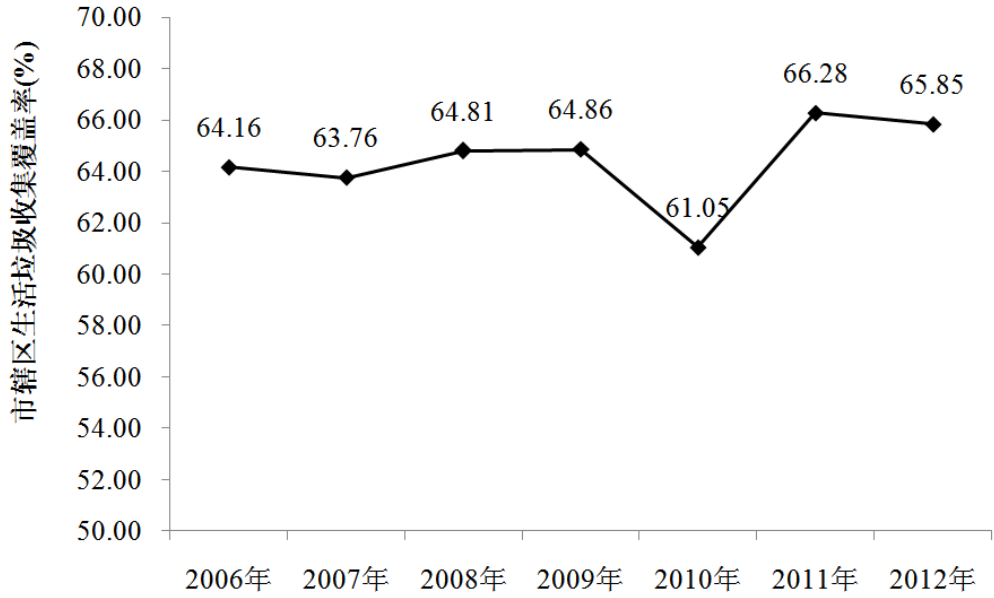


图 3 市辖区生活垃圾收集覆盖率均值变化趋势

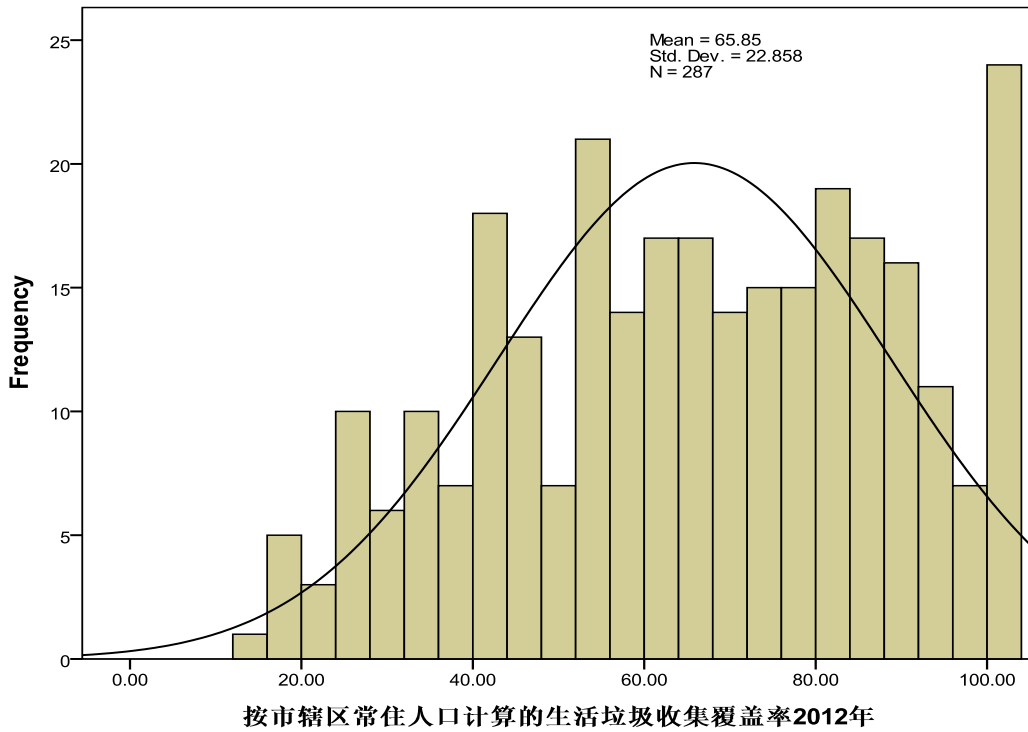


图 4 2012 年市辖区生活垃圾收集覆盖率频率分布

表 4 2012 年市辖区生活垃圾收集覆盖率排名 (从高到低)

覆盖率 (%)	城市名称
=100	秦皇岛、邢台、保定、呼和浩特、乌海、营口、阜新、盘锦、辽源、通化、上海、德州、许昌、黄石、长沙、深圳、梅州、东莞、潮州、揭阳、桂林、梧州、银川、乌鲁木齐
$\geq 90, < 100$	双鸭山、南京、呼伦贝尔、景德镇、太原、克拉玛依、柳州、南昌、通辽、洛阳、锦州、长治、福州、本溪、嘉峪关、伊春、达州、十堰、大连、抚顺、邵阳、乌兰察布、鹰潭、兰州、怀化
$\geq 80, < 90$	张家口、曲靖、石家庄、石嘴山、滨州、咸阳、株洲、拉萨、九江、承德、巴彦淖尔、衡阳、淮北、鄂尔多斯、湘潭、合肥、青岛、北京、沧州、赣州、辽阳、蚌埠、哈尔滨、鹤岗、安庆、芜湖、焦作、朝阳、鞍山、平顶山、长春、开封、鸡西、三门峡、西宁、铜陵、娄底、济南、阳泉、大庆、攀枝花、济宁、温州、肇庆、昆明
$\geq 70, < 80$	丽江、郑州、广州、牡丹江、绍兴、丹东、齐齐哈尔、烟台、松原、无锡、包头、大同、上饶、金昌、遵义、铁岭、连云港、三明、南宁、邯郸、贵阳、韶关、吕梁、佳木斯、天津、苏州、成都、晋中、泰州、德阳、镇江、黄冈、自贡、惠州、衡水、河源、鹤壁
$\geq 60, < 70$	绵阳、厦门、马鞍山、郴州、吉林、宁波、云浮、岳阳、黑河、新乡、潍坊、白银、延安、漳州、武汉、东营、黄山、清远、江门、襄樊、威海、赤峰、滁州、白山、七台河、唐山、临沂、舟山、南阳、濮阳、吉安、杭州、荆门、安阳、周口、龙岩、台州、百色、普洱、玉溪、商丘
$\geq 50, < 60$	南通、汉中、泸州、酒泉、河池、淮南、宝鸡、阳江、宜昌、丽水、湖州、徐州、廊坊、北海、安顺、六盘水、常州、玉林、白城、盐城、朔州、荆州、重庆、葫芦岛、珠海、驻马店、铜川、湛江、平凉、淄博、铜仁、榆林、西安、咸宁、聊城、天水
$\geq 40, < 50$	新余、南充、吴忠、临汾、中卫、嘉兴、宁德、日照、海口、固原、菏泽、忻州、萍乡、宜宾、乐山、益阳、金华、宜春、汕尾、临沧、池州、汕头、佛山、常德、扬州、孝感、永州、淮安、遂宁、泉州、渭南、枣庄、庆阳、泰安、雅安、张家界、运城
$\geq 30, < 40$	漯河、抚州、莱芜、定西、鄂州、衢州、眉山、张掖、绥化、内江、南平、茂名、阜阳、崇左、广元、宣城、宿迁、信阳、安康、武威、三亚
$\geq 20, < 30$	昭通、资阳、防城港、保山、六安、商洛、宿州、广安、陇南、来宾、中山、巴中、莆田、随州、贵港
< 20	晋城、钦州、亳州、四平、贺州、毕节

### 2.1.2 市辖区生活垃圾无害化处理率

一般无害化处理率仅代表城区范围内产生的生活垃圾被无害化处理的比重。若从整个市辖区范围考虑，应将接受生活垃圾无害化处置服务的人口数量占市辖区常住人口的比重考虑在内。

2006–2012年，市辖区生活垃圾无害化处理率呈上升趋势，但仍然较低（见表5和图5）。2006年均值为52.39%，2012年均值为62.02%，远低于统计年鉴中的城区生活垃圾无害化处理率均值93.43%；可以说其余接近40%的垃圾（主要指农村的垃圾）没有收集或收集了只是简单堆放，尚未进行无害化处理；从箱线图（图6）可以看出，市辖区生活垃圾无害化处理率普遍不高，省会和直辖市的无害化处理水平集中在60%–100%（图7）。

表5 市辖区生活垃圾无害化处理率描述统计结果

指标	N	最小值	最大值	均值	标准差
2006	173	.01	100.00	52.3944	26.45396
2007	215	3.05	100.00	54.9912	25.52383
2008	231	.27	100.00	56.7316	24.13768
2009	241	.71	100.00	57.8360	24.29409
2010	229	11.59	100.00	56.4422	21.60080
2011	257	10.82	100.00	60.5770	23.56910
2012	262	3.97	100.00	62.0246	22.66080

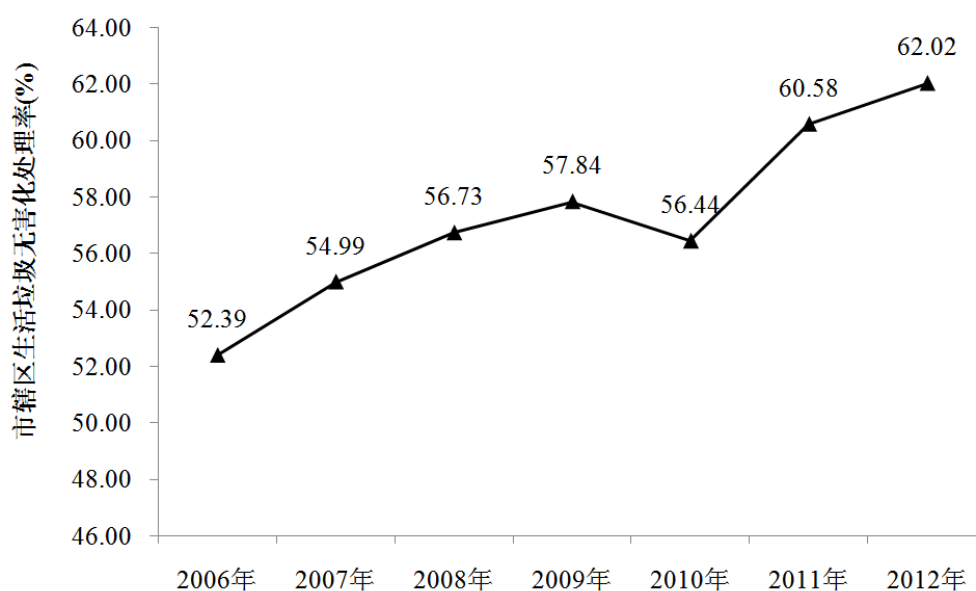


图5 市辖区生活垃圾收集覆盖率均值变化趋势

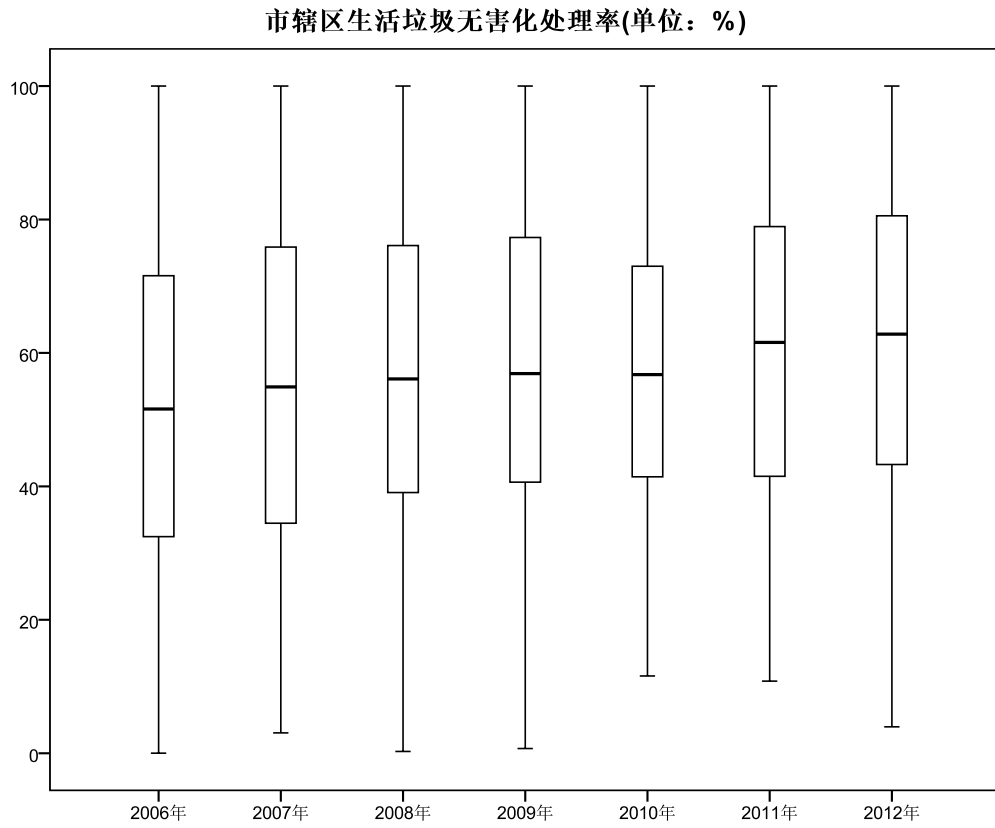


图 6 市辖区生活垃圾无害化处理率

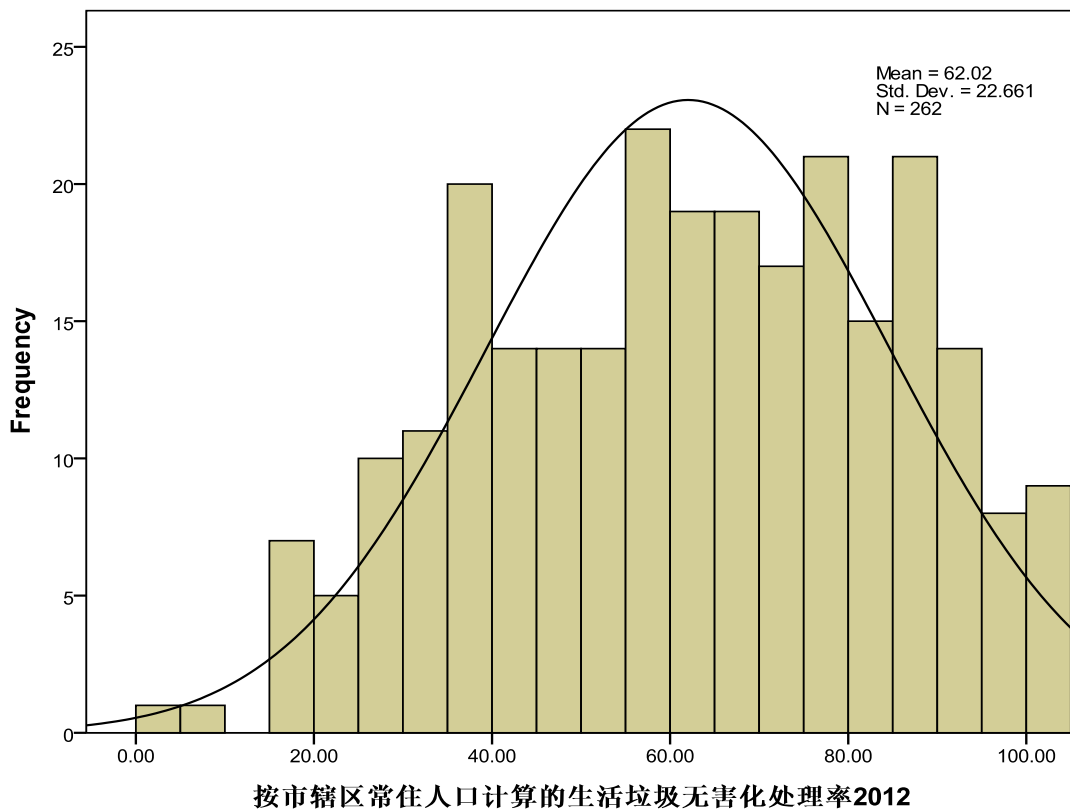


图 7 2012 年市辖区生活垃圾无害化处理率频率分布



综合考虑市辖区产生的生活垃圾被无害化处理的比率和生活垃圾填埋场、焚烧厂等的实际排放达标水平，实际的生活垃圾无害化处理率要低于统计年鉴中的数值。

表 6 2012 年市辖区生活垃圾无害化处理率排名 (从高到低)

市辖区无害化处理率 (%)	城市名称
=100	保定、盘锦、德州、黄石、长沙、梅州、潮州、桂林、梧州
$\geq 90, < 100$	呼和浩特、景德镇、通化、太原、许昌、南昌、深圳、长治、克拉玛依、柳州、嘉峪关、本溪、福州、银川、揭阳、十堰、大连、抚顺、乌鲁木齐、鹰潭、阜新、怀化
$\geq 80, < 90$	秦皇岛、曲靖、乌兰察布、呼伦贝尔、滨州、株洲、邵阳、九江、南京、衡阳、淮北、湘潭、合肥、青岛、赣州、辽阳、蚌埠、乌海、北京、鄂尔多斯、巴彦淖尔、石家庄、朝阳、鞍山、上海、锦州、铜陵、咸阳、娄底、阳泉、焦作、洛阳、济宁、温州、双鸭山、芜湖
$\geq 70, < 80$	沧州、肇庆、丽江、牡丹江、绍兴、丹东、通辽、石嘴山、烟台、无锡、平顶山、西宁、三门峡、上饶、金昌、承德、张家口、济南、连云港、南宁、达州、韶关、吕梁、苏州、三明、天津、成都、遵义、泰州、哈尔滨、德阳、镇江、贵阳、包头、惠州、郑州、河源、长春
$\geq 60, < 70$	松原、绵阳、郴州、厦门、昆明、宁波、云浮、岳阳、新乡、潍坊、马鞍山、大同、吉林、漳州、东营、黄山、清远、江门、威海、自贡、滁州、七台河、铁岭、临沂、广州、舟山、吉安、赤峰、杭州、鹤壁、荆门、安阳、武汉、佳木斯、台州、百色、玉溪、龙岩
$\geq 50, < 60$	南通、邯郸、河池、普洱、唐山、延安、酒泉、襄樊、宝鸡、阳江、濮阳、丽水、湖州、徐州、安庆、晋中、鸡西、北海、六盘水、常州、玉林、盐城、东莞、荆州、珠海、淮南、重庆、淄博、平凉、咸宁、聊城、湛江、榆林、南阳、宜昌、泸州
$\geq 40, < 50$	新余、西安、驻马店、黑河、周口、临汾、吴忠、朔州、嘉兴、日照、海口、铜仁、菏泽、萍乡、益阳、宜春、池州、常德、扬州、孝感、金华、大庆、固原、南充、永州、商丘、泉州、泰安
$\geq 30, < 40$	宁德、漯河、白银、佛山、抚州、齐齐哈尔、运城、莱芜、宜宾、庆阳、鄂州、衢州、眉山、安顺、铜川、定西、遂宁、渭南、张掖、汕尾、南平、攀枝花、雅安、宣城、阜阳、宿迁、枣庄、三亚、安康、武威、淮安
$\geq 20, < 30$	信阳、汕头、乐山、资阳、六安、内江、防城港、商洛、宿州、广安、来宾、广元、中山、崇左、莆田
< 20	贵港、晋城、亳州、巴中、钦州、贺州、毕节、四平、张家界

### 2.1.3 城区生活垃圾无害化处理率

#### (一) 城区生活垃圾无害化处理率偏高，超标排放现象较普遍

生活垃圾无害化处理率表示城区范围内产生的生活垃圾进行卫生填埋、焚烧、堆肥等无害化处理的量占生活垃圾清运量的百分比。2006-2012年，城区生活垃圾无害化处理率的样本量均在182个以上，且逐年增加，如表7所示。2012年均值达到93.43%，标准差为12.00，多数城市在80%-100%之间（图9），无害化处理率较高。图10可以看出，有不少城市生活垃圾无害化处理率异常偏低，无害化处理水平在城市间差异较大。通过对核密度图（图11）解读发现，从2006-2012年，生活垃圾无害化处理率处于80-90%区间的城市逐渐提高到了100%附近，可见，这些城市近几年生活垃圾无害化处理设施的建设取得了很大进步。该指标并未说明生活垃圾处理厂运行过程中的渗滤液、焚烧废气等是连续达标排放、以及厂区恶臭污染物的控制达到标准。

表7 城区生活垃圾无害化处理率描述统计结果

指标	N	最小值	最大值	均值	标准差
2006	182	.01	100.00	80.5400	24.85282
2007	220	8.40	100.00	84.8195	21.36144
2008	233	.39	100.00	87.1770	18.29164
2009	241	2.00	100.00	88.7810	18.45242
2010	251	14.73	100.00	91.9474	14.02953
2011	260	21.79	100.00	91.3851	15.02602
2012	263	9.87	100.00	93.4283	11.99523

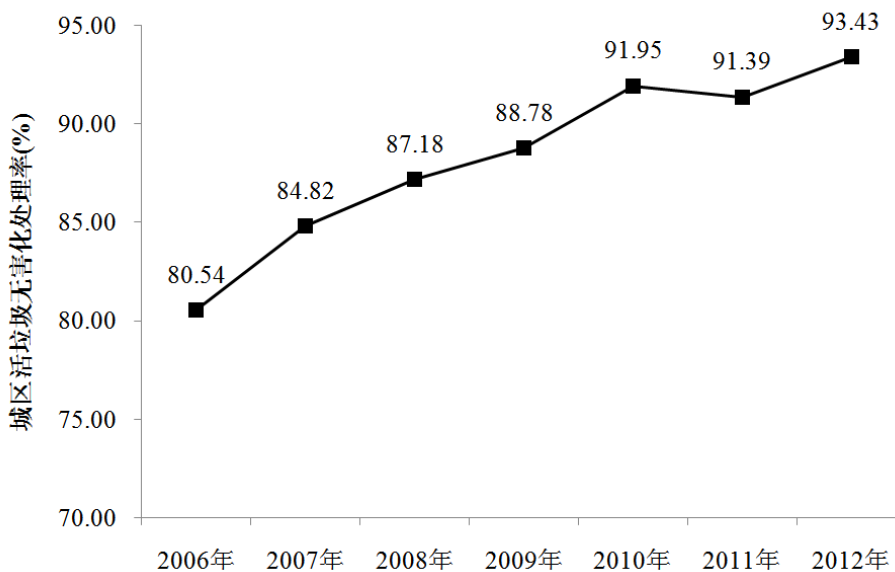
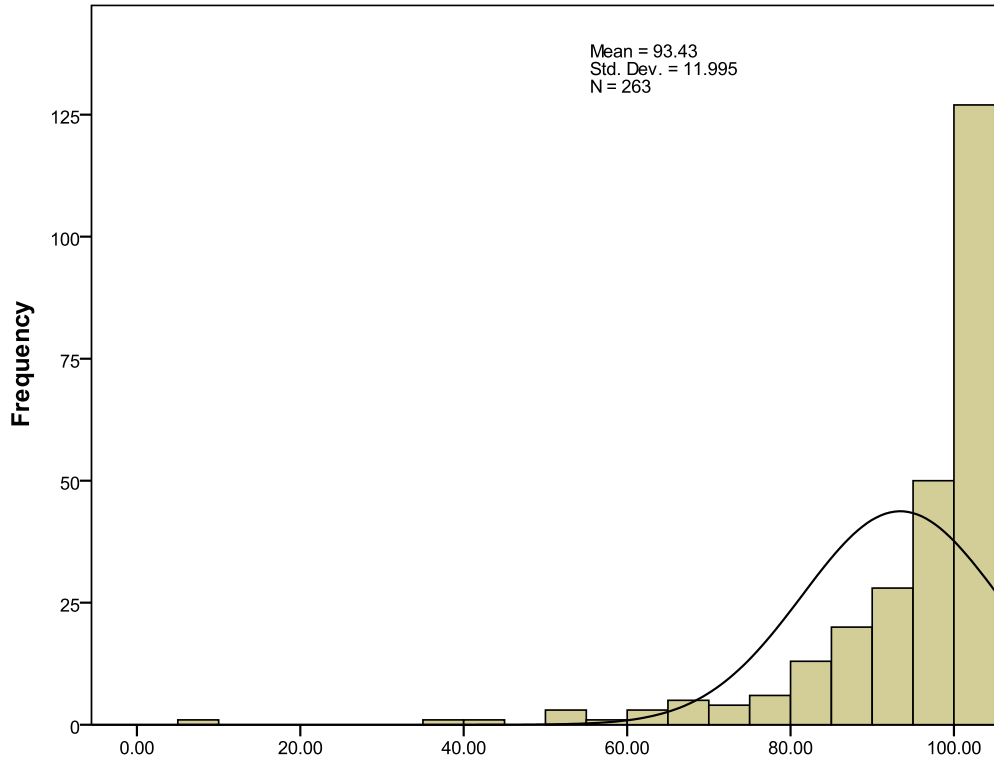


图8 城区生活垃圾无害化处理率均值变化趋势



按城区常住人口计算的生活垃圾无害化处理率2012

图 9 2012 年城区生活垃圾无害化处理率频率分布

城区生活垃圾无害化处理率(单位: %)

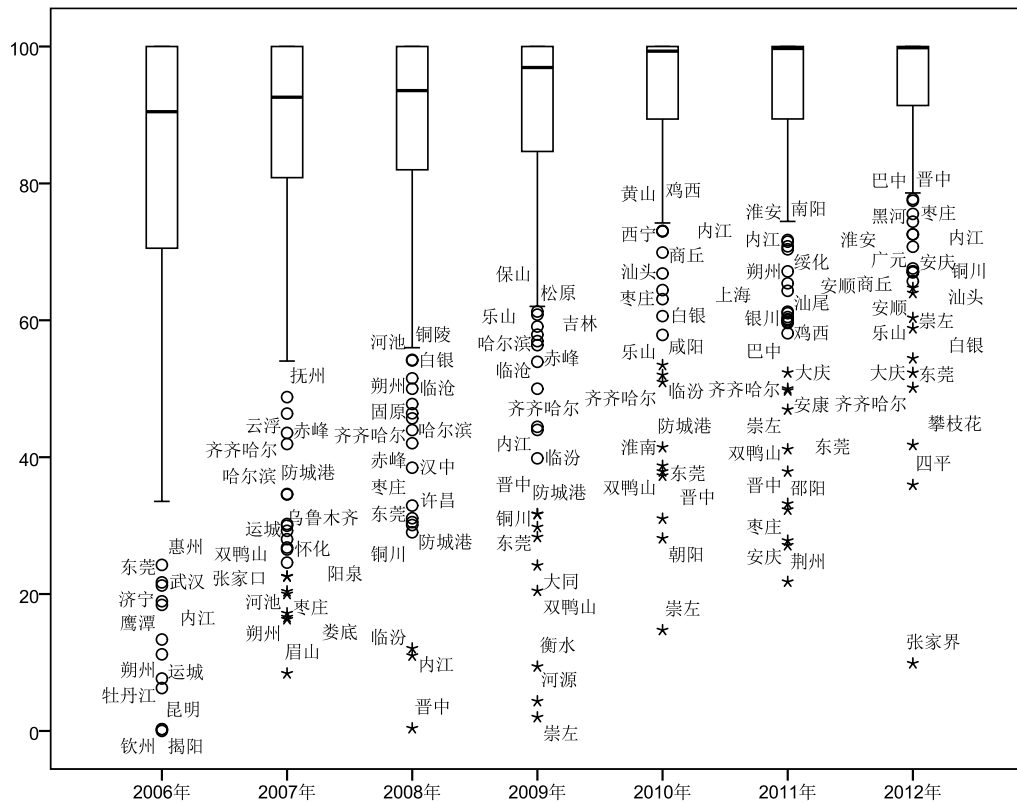


图 10 城区生活垃圾无害化处理率

注: 表示温和的异常值; ☆表示极端的异常值。

表 8 2012 年城区生活垃圾无害化处理率排名（从高到低）

城区无害化处理率 (%)	城市名称
=100	保定、太原、阳泉、长治、晋城、临汾、吕梁、沈阳、大连、鞍山、抚顺、丹东、辽阳、盘锦、朝阳、七台河、牡丹江、无锡、常州、苏州、南通、连云港、盐城、扬州、镇江、泰州、宿迁、杭州、宁波、温州、嘉兴、湖州、绍兴、衢州、舟山、台州、丽水、合肥、蚌埠、淮北、铜陵、黄山、滁州、宿州、亳州、宣城、南昌、景德镇、萍乡、九江、新余、鹰潭、赣州、吉安、宜春、抚州、上饶、青岛、淄博、东营、烟台、潍坊、济宁、泰安、威海、日照、莱芜、临沂、德州、聊城、滨州、菏泽、安阳、新乡、黄石、十堰、鄂州、荆门、孝感、荆州、咸宁、长沙、株洲、湘潭、衡阳、岳阳、常德、益阳、郴州、永州、怀化、娄底、韶关、珠海、江门、惠州、梅州、河源、阳江、清远、中山、潮州、云浮、南宁、桂林、梧州、北海、玉林、百色、贺州、河池、海口、三亚、成都、德阳、绵阳、眉山、六盘水、毕节、曲靖、玉溪、丽江、宝鸡、商洛、嘉峪关、金昌、张掖
≥ 90, < 100	徐州、六安、池州、广安、天津、来宾、漯河、重庆、平凉、北京、本溪、泉州、龙岩、厦门、武威、南平、漳州、吴忠、克拉玛依、榆林、莆田、肇庆、福州、酒泉、呼和浩特、乌兰察布、鄂尔多斯、安康、三明、湛江、柳州、焦作、贵港、巴彦淖尔、通化、邵阳、许昌、赤峰、吉林、马鞍山、金华、钦州、贵阳、防城港、遵义、资阳、深圳、武汉、运城、芜湖、普洱、西安、石家庄、定西、阜阳、咸阳、信阳、包头、银川、沧州、西宁、三门峡、庆阳、揭阳、平顶山、济南、驻马店、淮南、呼伦贝尔、乌鲁木齐、唐山、濮阳、阜新、固原、松原、自贡、南京、佛山
≥ 80, < 90	宜昌、郑州、秦皇岛、襄阳、鹤壁、延安、朔州、锦州、渭南、承德、石嘴山、铜仁、大同、泸州、遂宁、乌海、哈尔滨、洛阳、南充、张家口、昆明、长春、宁德、铁岭、上海、雅安、佳木斯、南阳、宜宾、双鸭山、达州、通辽、广州
≥ 70, < 80	汕尾、周口、邯郸、巴中、晋中、枣庄、内江、淮安、黑河、广元
≥ 60, < 70	鸡西、商丘、铜川、安庆、汕头、安顺、崇左、乐山
≥ 50, < 60	白银、东莞、大庆、齐齐哈尔
≥ 40, < 50	攀枝花
≥ 30, < 40	四平
≥ 20, < 30	
< 20	张家界

2012年，城区生化垃圾无害化处理率不到50%的城市，从高到低排序，依次为齐齐哈尔、攀枝花、四平、张家界。

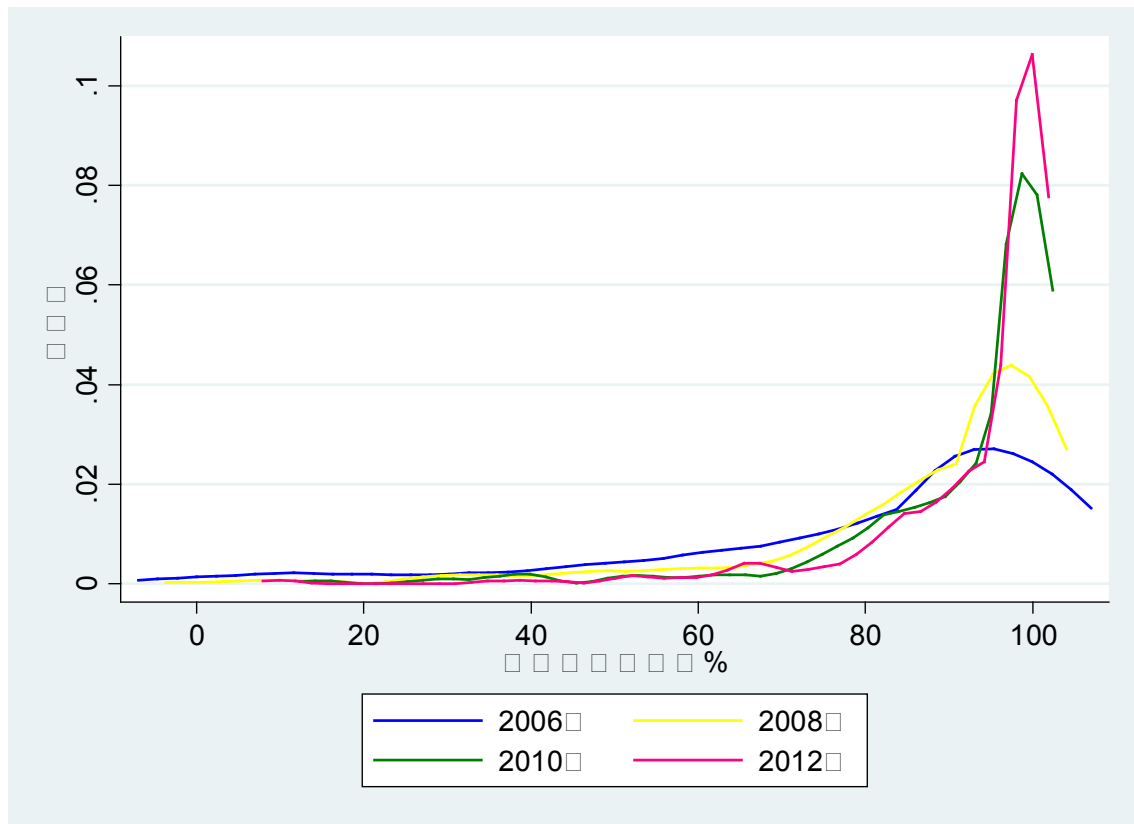


图 11 城区生活垃圾无害化处理率的核密度分布图

无害化处理率本质上是无害化处理的能力，不代表实际运行污染物等指标是连续达标排放的。由于缺少生活垃圾处理厂运行过程中的渗滤液、焚烧废气等是否连续达标排放、以及厂区恶臭污染物的控制是否达到标准等信息，真正的无害化很难以给出评估结论。事实上，有很多城市的生活垃圾卫生填埋场、焚烧厂并没有实现废水、废气连续达标排放，未严格执行排放标准，例如，①广州市两个垃圾卫生填埋场废水、臭气超标。<sup>1</sup>②江门市生活垃圾卫生填埋场地下水监测严重超标。<sup>2</sup>③深圳市垃圾填埋场臭气严重超标。<sup>3</sup>④北京市生活垃圾处理厂存在超标排放现象。<sup>4,5</sup>⑤哈尔滨市市区生活垃圾简单填埋比重较大，无害化处理率存在高估。<sup>6</sup>

1、广州市 2014 年国控及生活垃圾处理重点监控企业第三季度污染源监督性监测显示，化鳌头镇潭口村垃圾场污水站排出的废水镉超标；增城市棠厦垃圾填埋场的臭气浓度超标，边界点的标准限值为 20，而该填埋场达到了 23。数据来源：广州两垃圾填埋场排放超标，广州日报，2014 年 10 月 14 日。<http://finance.chinanews.com/ny/2014/10-14/6675576.shtml>

2、相关资料显示，该市旗杆石生活垃圾卫生填埋场一期项目执行了环评和“三同时”制度，但验收监测的地下水监测点超标：1# 监测井（本底井）总大肠菌群数超标 1.7 倍；2# 监测井（污染扩散井）总大肠菌群数超标 75.7 倍以上；4# 监测井（污染扩散井）铅超标 0.3 倍；5# 监测井（污染监视井）和 6# 监测井（污染监视井）总大肠菌群数均超标 5 倍。数据来源：江门市市区垃圾综合处理场之旗杆石生活垃圾卫生填埋场一期工程竣工环境保护验收公示，江门市环保局，2014 年 9 月 1 日。[http://hbj.jiangmen.gov.cn/zwgk/ysgs/201409/t20140901\\_4043.htm](http://hbj.jiangmen.gov.cn/zwgk/ysgs/201409/t20140901_4043.htm)

众多报道表明，即便是在大城市，生活垃圾无害化设施也可能没有实现连续达标排放。由于生活垃圾管理普遍由城市政府负责，环保监管存在部分失灵的问题。卫生填埋场的排放监管也没有在“水十条”中明确！

(2) 生活垃圾简单填埋量仍占一定比例

2012年，全国有数据的地级及以上城市(258个)生活垃圾简单填埋量为814.1万吨，占垃圾清运量的6.59%，见表9和图12。

简单填埋不是无害化处置，这部分生活垃圾产生的大量渗滤液不处理直接排放将污染地下水和土壤。生活垃圾显然需要100%地安全处置。

表9 2012年地级及以上城市生活垃圾无害化处理方式及比例

处理方式	无害化处理			简单填埋	生活垃圾清运量
	卫生填埋	焚烧	其他		
处理量(万吨)	8436.81	2754.9	349.53	814.1	12355.37
所占比例(%)	68.28	22.30	2.83	6.59	100.00

注：其余30个城市有生活垃圾清运量数据，但缺少无害化处理量数据，暂不列入上表统计范围。

数据来源：《中国城市建设统计年鉴》。

3、政府信息公开显示，2014年7月，市民投诉清水河垃圾填埋场臭气不止，尤其是热天下雨后必臭，周边居民深受其害。数据来源：<http://61.144.227.212/was5/web/detail?searchword=DOCUMENTID%3D2533096&channelid=291725>

4、环保监察部门在2010年的检查中发现，海淀区五路居垃圾转运站和六里屯卫生填埋场排放的水污染物超过地方标准。数据来源：海淀六五垃圾填埋场排污超标受罚，新浪网，2010年5月18日。<http://info.ep.hc360.com/2010/05/18100391352.shtml>

5、杨妍妍等人选择六个渗滤液产生量大且处理工艺接近、设施稳定运行的填埋场、一个原液收集填埋场为研究对象，利用2007-2012年渗滤液水质监测数据对北京市生活垃圾填埋场渗滤液的排放水平进行整体评估，结果表明：质量浓度最大的污染物为有机指标和含氮物质，其质量浓度及部分重金属浓度高于国家平均水平。数据来源：杨妍妍,徐谦,李金香,张双.北京市典型垃圾填埋场渗滤液污染物监测与评价[J].安全与环境学报,2014,02:235-238.

6、哈尔滨市区的生活垃圾约有48.5%进行简易填埋，而统计年鉴显示的2012年其生活垃圾无害化处理率高达85.3%，该数值明显被夸大。目前，该市垃圾卫生填埋场的处理规模为1219吨/日，焚烧厂处理规模为420吨/日；六座垃圾简易填埋场，处理规模为1690吨/日。而市区每天约产生3300吨生活垃圾，仅有1700吨/日的垃圾能进行安全处置，意味着每天有1600吨生活垃圾不得不采用简单填埋，占比高达48.5%。数据来源：宣琳琳,马丹阳.城市生活垃圾问题与治理——以哈尔滨市为例[J].哈尔滨商业大学学报(社会科学版),2014,01:87-93.



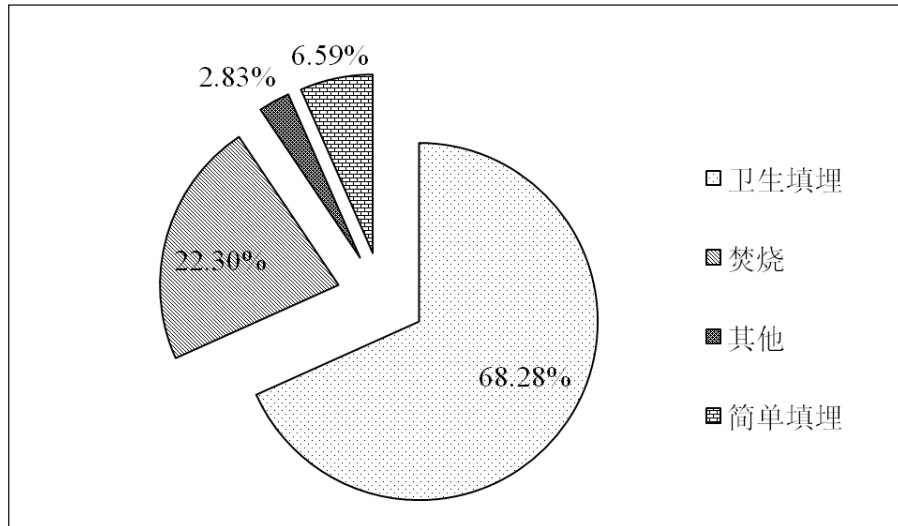


图 12 2012 年地级及以上城市生活垃圾处理方式的比重 (258 个城市)

### 2.1.4 密闭车清运量所占比重

2006-2012 年，密闭车清运量所占比重统计量均在 225 个以上，均值逐年增加，2012 年均值为 90.09%，运输环保水平较高且逐年改善；密闭车清运量所占比重为 100% 的城市数量逐年增加；而低于 50% 的城市中，几乎没有省会和直辖市，如图 13。

密闭车清运量所占比重(210个城市；单位：%)

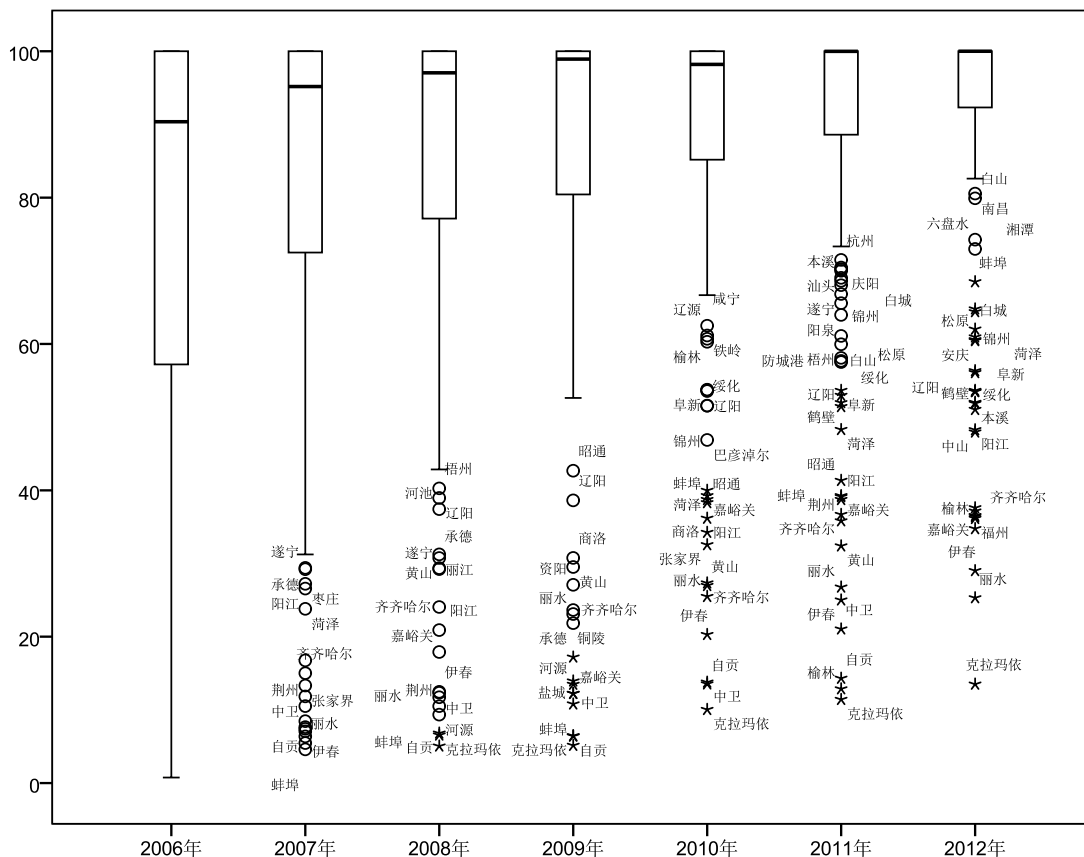


图 13 2006-2012 年地级及以上城市密闭车清运量所占比重箱线图

注：表示温和的异常值；☆表示极端异常值。

芜湖市 2006–2012 年，密闭车清运量所占比重均为 100%，但芜湖市城区内许多垃圾运输车存在抛洒遗漏现象，车辆密闭性不好，散发着阵阵臭味，严重影响周围环境。<sup>15</sup> 广州目前城市废弃物清运车辆、设备日均超过 5000 辆专用车辆投入运行，这些车辆、设备普遍存在“重使用、轻管理”和“跑、冒、滴、漏”二次污染的现象，由于缺乏有效监控措施，已经出现了“设备越差、成本越低、利润越高”的恶性循环。<sup>16</sup> 而广州 2006–2012 年，生活垃圾密闭车清运量所占比重均值高达 98%。

表 10 2012 年密闭车清运量所占比重城市排名（从高到低）

密闭车清运量所占比重 (%)	城市名称
=100	保定、盘锦、德州、黄石、长沙、梅州、桂林、呼和浩特、太原、许昌、深圳、长治、十堰、怀化、秦皇岛、曲靖、乌兰察布、呼伦贝尔、株洲、邵阳、九江、南京、淮北、合肥、青岛、赣州、乌海、北京、巴彦淖尔、石家庄、鞍山、上海、铜陵、咸阳、娄底、阳泉、焦作、济宁、温州、芜湖、沧州、肇庆、丽江、牡丹江、绍兴、通辽、烟台、平顶山、西宁、上饶、金昌、连云港、南宁、达州、韶关、吕梁、天津、成都、遵义、泰州、哈尔滨、镇江、郑州、河源、绵阳、郴州、厦门、昆明、云浮、岳阳、潍坊、马鞍山、吉林、漳州、黄山、清远、江门、威海、自贡、滁州、七台河、铁岭、临沂、舟山、吉安、荆门、安阳、武汉、百色、龙岩、南通、河池、襄樊、宝鸡、湖州、徐州、晋中、常州、玉林、盐城、荆州、淮南、咸宁、聊城、宜昌、泸州、新余、西安、黑河、吴忠、嘉兴、日照、萍乡、益阳、宜春、常德、金华、大庆、泰安、宁德、漯河、白银、佛山、抚州、运城、莱芜、宜宾、衢州、眉山、铜川、定西、渭南、南平、攀枝花、宣城、宿迁、三亚、淮安、信阳、乐山、资阳、广安、来宾、莆田、贵港、晋城、巴中、贺州、毕节、廊坊、衡水、沈阳、营口、开封、黄冈、保山、汉中、兰州、天水、杭州
≥ 90, < 100	苏州、无锡、宁波、三明、忻州、武威、邢台、永州、钦州、包头、张家口、防城港、安康、驻马店、东莞、朔州、新乡、洛阳、枣庄、重庆、扬州、珠海、南阳、唐山、拉萨、惠州、孝感、佳木斯、酒泉、商洛、鄂尔多斯、普洱、北海、贵阳、遂宁、周口、南充、六安、阜阳、赤峰、海口、张掖、池州、三门峡、大连、平凉、长春、临沧、滨州、辽源、揭阳、石嘴山、邯郸、济南、雅安、乌鲁木齐、固原、湛江
≥ 80, < 90	台州、汕头、宿州、安顺、广元、广州、丹东、柳州、大同、葫芦岛、淄博、张家界、濮阳、东营、衡阳、茂名、陇南、银川、商丘、南昌
≥ 70, < 80	汕尾、白山、双鸭山、泉州、六盘水、湘潭、亳州
≥ 60, < 70	蚌埠、鄂州、鹰潭、铜仁、德阳、梧州、白城、松原、锦州、安庆
≥ 50, < 60	庆阳、菏泽、崇左、鸡西、阜新、辽阳、绥化、承德、本溪、鹤壁
≥ 40, < 50	阳江、中山
≥ 30, < 40	四平、中卫、昭通、嘉峪关、齐齐哈尔、福州、榆林、潮州
≥ 20, < 30	鹤岗、伊春、丽水、延安
< 20	内江、通化、克拉玛依、随州

## 2.2 减量化状况评估

(1) 人均生活垃圾日清运量较高，减量化没有进展

2006–2012 年，人均生活垃圾日清运量总体水平较高（表 11），2012 年平均为 1.12 千克，而台北市 2012 年已减少到 0.37 千克/人·日 [杜倩倩 宋国君 马本 韩冬梅. 台北市生活垃圾管理经验及启示. 环境污染与防治. 2014(12):83–90.]（即为人均卫生填埋和焚烧量）；标准差几乎逐年减小，各城市人均生活垃圾日清运量趋于集中，城市间差异在缩小，产生量多的城市该指标在降低，产生量少的城市该指标在增加；同样，从箱线图亦可看出，2006–2012 年的人均生活垃圾日清运量呈集中化趋势、各年份均值差异不大（图 14）；通过核密度分布图可以发现看出，2010–2012 年，处于 1 千克附近的城市数量较之前增多（图 15）；2006–2012 年，136 个城市人均生活垃圾日清运量有所增加，占 47.7%，149 个城市有所降低，占 52.3%。2012 年，绝大多数城市人均生活垃圾日清运量在 1 千克左右，分布较为集中（图 16）；少数城市人均生活垃圾日清运量很高，如鹤岗、伊春 2006–2012 年均为异常值，高达 3.2 千克。

表 11 人均生活垃圾日清运量描述统计结果

指标	N	最小值	最大值	均值	标准差
2006	285	.16	4.52	1.1925	.60915
2007	286	.37	4.79	1.1934	.56504
2008	286	.37	4.92	1.1880	.54743
2009	285	.36	4.92	1.1644	.55326
2010	286	.36	3.42	1.1024	.39856
2011	285	.46	3.31	1.1145	.40835
2012	288	.45	3.25	1.1209	.40049

人均生活垃圾日清运量(281个城市; 单位: 千克/人·日)

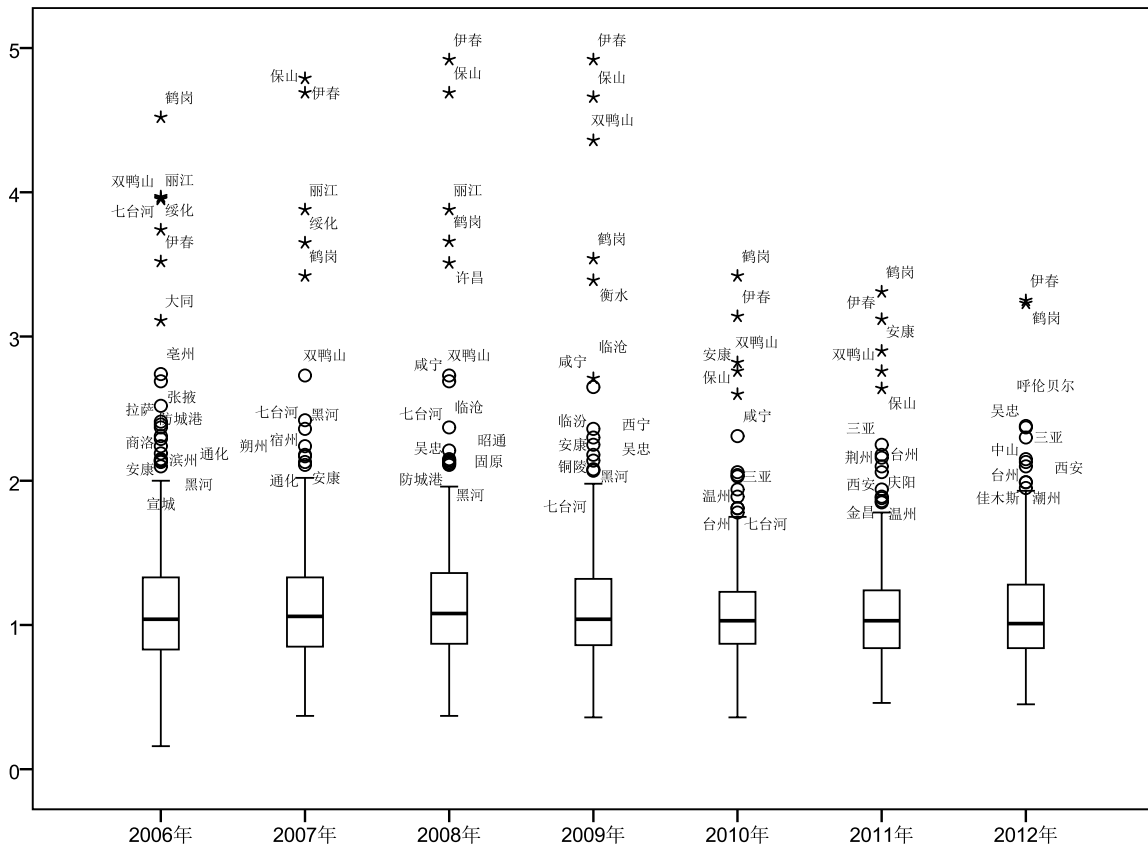


图 14 2006-2011 年人均生活垃圾日清运量箱线图

注: 表示温和的异常值; ☆表示极端异常值。

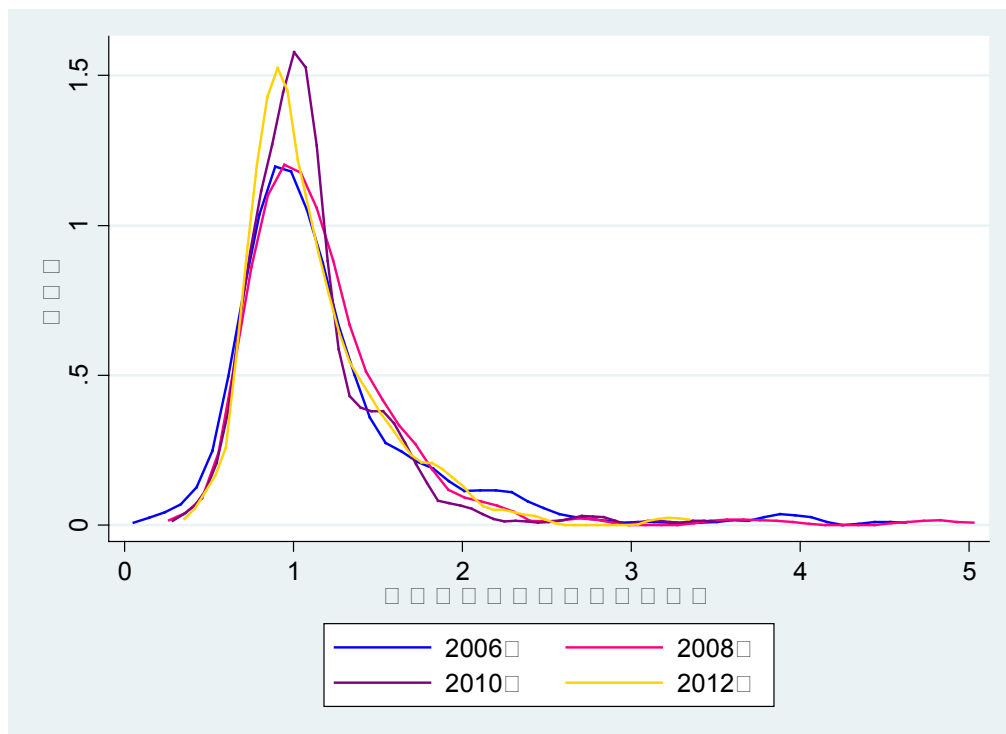


图 15 人均生活垃圾日清运量核密度分布

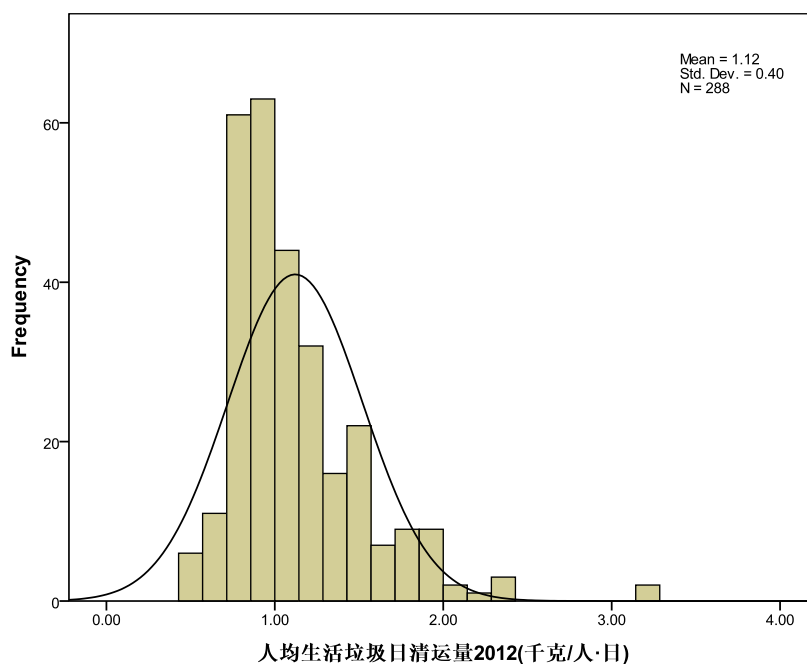


图 16 2012 年人均生活垃圾日清运量频率分布

“垃圾围城”成为各大城市迫在眉睫的问题 [邓俊, 徐琬莹, 周传斌. 北京市社区生活垃圾分类收集实效调查及其长效管理机制研究 [J]. 环境科学, 2013, 01: 395-400.], 许多城市面临巨大的垃圾处置压力, 减量化势在必行。

#### (2) 人均清运量较低、下降较快城市与垃圾分类试点城市

根据连续 7 年人均生活垃圾日清运量低于 1.0 千克、均值低于 0.7 千克且较稳定筛选出 7 个城市, 如表 12, 其 2011 年市辖区人均 GDP 从 28139-68369 元, 全国平均为 50008 元。另外, 筛选出 2006-2012 年人均生活垃圾日清运量稳步下降且下降幅度较大的 5 个城市, 如表 13。

表 12 人均生活垃圾日清运量较低城市

城市名称	人均生活垃圾日清运量 (千克/人·日)							人均 GDP (元)
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
自贡	0.60	0.62	0.65	0.83	0.72	0.70	0.59	38218
洛阳	0.81	0.71	0.65	0.85	0.44	0.62	0.82	44783
吉林	0.56	0.73	0.74	0.77	0.79	0.48	0.72	68369
河池	0.76	0.68	0.68	0.72	0.69	0.46	0.45	28139
淮安	0.57	0.58	0.58	0.57	0.55	0.80	0.80	39714
柳州	0.50	0.55	0.53	0.67	0.65	0.64	0.65	74167
淮北	0.37	0.37	0.37	0.36	0.36	0.54	0.63	37109

表 13 人均生活垃圾日清运量下降较快城市

城市名称	人均生活垃圾日清运量 (千克/人·日)							下降幅度 (%)
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
亳州	2.74	1.13	1.18	1.13	1.12	0.91	0.89	67.5
邢台	1.83	1.78	1.74	1.74	0.78	0.71	0.56	69.3
七台河	3.97	2.36	2.21	2.07	1.81	1.77	1.73	56.3
新余	1.75	1.23	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	43.3
濮阳	1.65	1.42	1.41	1.00	1.03	1.02	1.01	38.6

垃圾分类试点城市基本没有实现垃圾减量,个别城市反而增加,如广州、深圳、杭州、桂林,如表 14。

表 14 生活垃圾分类试点城市的人均垃圾日清运量单位: 千克/人·日

城市名称	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	平均变化率 (%)
北京	1.11	1.19	1.25	1.20	1.03	1.00	1.00	-1.5
上海	0.99	1.02	0.98	1.01	0.87	0.82	0.82	-2.8
广州	0.83	0.87	1.07	1.14	1.12	0.88	1.12	6.3
深圳	1.16	1.29	1.38	1.46	1.27	1.26	1.27	1.9
杭州	1.40	1.55	1.47	1.98	1.75	1.74	1.75	4.8
厦门	1.13	1.09	1.09	1.00	0.93	1.00	1.21	1.7
桂林	0.74	0.73	0.76	0.76	0.82	0.91	0.96	4.5
南京	1.03	0.94	0.93	0.89	1.02	1.03	1.08	1.1

注: 平均变化率为 2006-2012 年人均生活垃圾日清运量的平均变化幅度, 其中, 负值表示人均垃圾日清运量降低, 正值为人均垃圾日清运量增加。

### (3) 人均垃圾日清运量趋势预测

2006-2012 年, 我国地级及以上城市的人均生活垃圾日清运量如图 17 所示, 为预测 2013 年-2020 年的人均生活垃圾日清运量, 首先, 采用线性趋势预测, 公式为  $y = -0.0124x + 1.1999$ , 其中,  $y$  为人均垃圾日清运量,  $x$  为 1, 2, 3, 4... $n$ , 即 2006 年  $n$  为 1, 2007 年  $n$  为 2。采用线性趋势预测的 2013 年-2020 年的人均垃圾日清运量呈逐年下降趋势, 2013 年为 1.10 千克, 2020 年为 1.01 千克, 如图 17 所示。



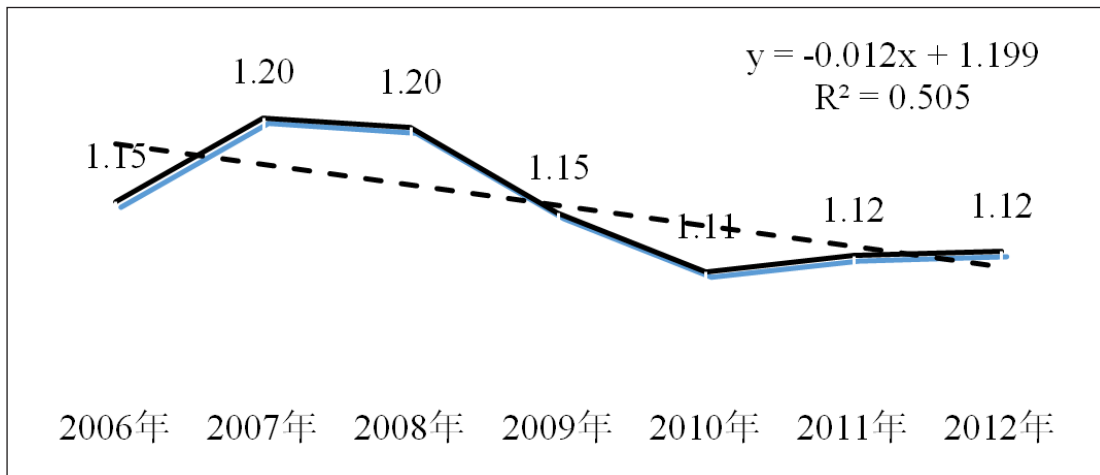


图 17 2006-2012 年人均垃圾日清运量及其线性趋势

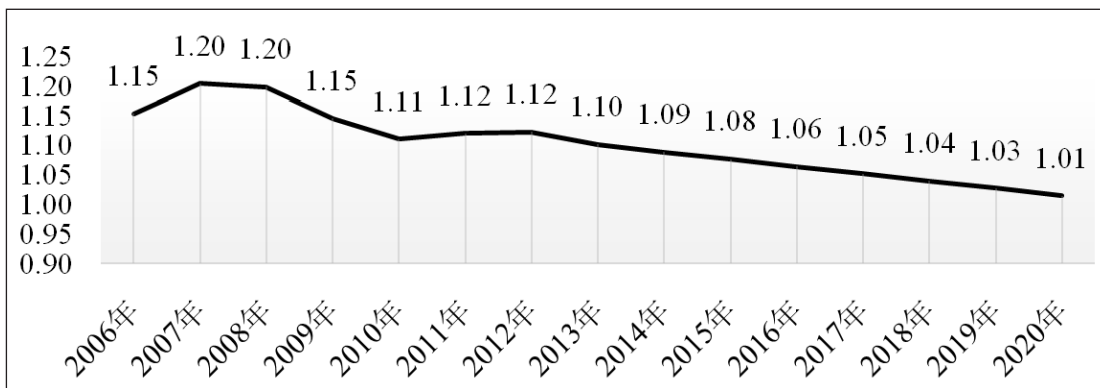


图 18 2006-2020 年人均垃圾日清运量

其次，采用非线性预测，公式为  $y = -0.0016x^2 + 3E-05x + 1.1812$ ，其中， $y$  为人均垃圾日清运量， $x$  为 1, 2, 3, 4... $n$ ，即 2006 年  $n$  为 1，2007 年  $n$  为 2，如图 19。采用非线性趋势预测的 2013 年 -2020 年的人均垃圾日清运量呈逐年下降趋势，2013 年为 1.08 千克，2020 年为 0.82 千克，下降幅度较线性趋势预测大，如图 20 所示。综上，无论线性趋势预测还是非线性趋势预测，人均垃圾日清运量均呈平稳的下降趋势。即，如果不改变当前的政策，生活垃圾减量化的速度是非常缓慢的。

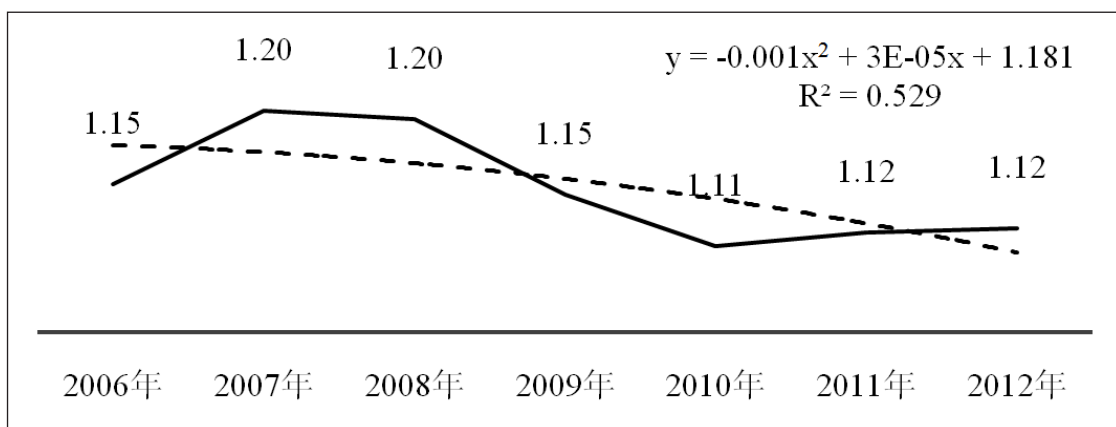


图 19 2006-2012 年人均垃圾日清运量及其非线性趋势

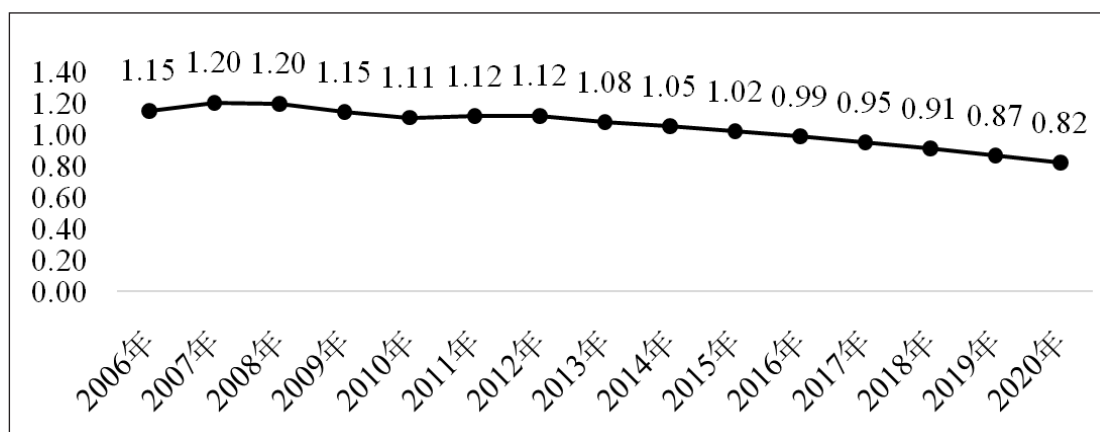


图 20 2006-2020 年人均垃圾日清运量

(4) 垃圾分类潜力大

生活垃圾成分可以反映垃圾减量化潜力。12 个案例城市的生活垃圾成分如表 15 所示。厨余所占比重在 36.0%–73.7% 之间，纸类占 4.46%–17.6%，塑料占 1.5%–20.0%，金属占 0.17%–3.0%，玻璃占 1.3%–8.0%。不同城市生活垃圾成分差异较大，生活垃圾成分中可以回收的物质占绝大多数，垃圾分类具有较大潜力。

表 15 12 城市生活垃圾成分

成分 (%)	厨余	纸类	塑料	玻璃	金属	纺织物	木竹	灰渣	其他
北京 (城六区 2012)	53.96	17.64	18.67	2.07	0.26	1.55	1.55	2.72	0.05
天津 (2007)	56.88	8.67	12.12	1.30	0.42	2.47	1.93	16.21	0
沈阳 (2007)	73.70	7.60	5.20	2.40	0.30	0.90	1.70	—	0
本溪 <sup>b</sup> (2012)	36.0	11.0	1.5	6.5	0.5	4.0	0.4	2.0	38.1
牡丹江 <sup>c</sup> (2012)	54.06	9.02	11.68	1.68	0.17	4.10	2.85	12.43	4.01
青岛 (2005)	70.12	7.20	9.39	2.96	0.35	2.66	6.47	6.47	0.85
西藏 (2007)	72.00	6.00	12.00	—	1.00	7.00	—	—	—
上海 (2004)	66.70	4.46	19.98	2.72	0.27	1.80	1.21	2.77	0
苏州 <sup>d</sup> (2011)	65	9	19	2	1	3	1	0	0
杭州 (2007)	57.00	15.00	3.00	8.00	3.00	2.00	2.00	4.00	0
宁波 (2004)	47.26	4.83	20.03	2.38	0.80	5.75	1.89	17.06	17.06
平均值	59.33	9.13	12.05	3.20	0.73	3.20	—	—	—

注：“—”表示没有数据；a. 北京市环境卫生设计科学研究所，“其他”项包含垃圾中废旧电池和灯管等有毒物质；b. 本溪市住房与城乡建设委员会；c. 牡丹江市住房与城乡建设委员会；d. 苏州市环境卫生管理处。

表 16 2012 年人均垃圾日清运量排名 (从高到低)

清运量 (千克/ 人·日)	城市名称
$\geq 3$	伊春、鹤岗
$\geq 2, < 3$	呼伦贝尔、吴忠、三亚、台州、庆阳、中山
$\geq 1.5, < 2$	佳木斯、潮州、西安、安康、张家界、龙岩、辽源、金昌、温州、承德、河源、黑河、苏州、毕节、杭州、东莞、随州、七台河、忻州、莆田、黄冈、丽水、兰州、安庆、绥化、赤峰、宁波、金华、张家口、阜新、十堰、雅安、榆林、鸡西、眉山、昭通、朝阳、白城
$\geq 1, < 1.5$	遂宁、三明、枣庄、齐齐哈尔、中卫、武威、钦州、莱芜、成都、六盘水、本溪、惠州、安阳、白山、广元、威海、葫芦岛、通化、资阳、巴中、拉萨、咸宁、清远、青岛、许昌、佛山、克拉玛依、西宁、深圳、遵义、丽江、舟山、长沙、新乡、乌鲁木齐、上饶、珠海、无锡、赣州、厦门、固原、衡水、松原、平凉、朔州、双鸭山、商洛、石嘴山、海口、韶关、烟台、沈阳、乌兰察布、开封、郴州、运城、张掖、巴彦淖尔、铜川、萍乡、通辽、常州、大连、北海、广州、信阳、扬州、乌海、驻马店、福州、永州、黄石、包头、南京、茂名、衢州、湛江、陇南、湖州、商丘、宜宾、池州、白银、汕尾、四平、荆门、漯河、吕梁、宜昌、防城港、株洲、淄博、绍兴、保山、南平、抚顺、濮阳、揭阳、江门、菏泽、北京
$\geq 0.5, < 1$	梅州、焦作、南昌、宿州、新余、渭南、武汉、南通、常德、太原、怀化、崇左、晋中、贵阳、桂林、铜仁、漳州、攀枝花、宿迁、衡阳、嘉峪关、抚州、晋城、鞍山、济南、鹰潭、平顶山、石家庄、徐州、昆明、湘潭、长春、周口、吉安、南充、德州、泰安、保定、滨州、营口、乐山、阜阳、鹤壁、泉州、临沧、蚌埠、娄底、亳州、滁州、临沂、鄂州、大同、丹东、盘锦、六安、大庆、酒泉、呼和浩特、牡丹江、宝鸡、汉中、天水、普洱、阳江、银川、咸阳、景德镇、辽阳、沧州、南宁、临汾、宣城、秦皇岛、黄山、广安、岳阳、上海、重庆、合肥、宁德、芜湖、孝感、潍坊、洛阳、聊城、安顺、淮南、九江、德阳、铁岭、铜陵、三门峡、日照、宜春、内江、襄樊、肇庆、盐城、鄂尔多斯、泸州、荆州、郑州、邯郸、马鞍山、云浮、淮安、汕头、镇江、泰州、锦州、延安、连云港、唐山、哈尔滨、嘉兴、天津、廊坊、定西、贵港、南阳、绵阳、东营、曲靖、吉林、达州、玉林、益阳、阳泉、柳州、长治、邵阳、淮北、玉溪、贺州、自贡、梧州、济宁、百色、邢台
$< 0.5$	河池、来宾

## 2.3 资源化状况评估

我国到目前为止尚没有规范、具体和公开统计的资源化评估指标体系。已有的指标缺乏界定，公开的统计资料信息极少。本评估尽可能搜集了已公开的信息，对全国和案例城市的资源回收率进行评估。

### 2.3.1 全国废纸和废塑料资源综合利用率不高

2009–2013 年，全国废纸综合利用量呈缓慢的上升趋势，综合利用率有所提高，但不明显。2013 年，纸及纸板消费量为 9810 万吨，废纸综合利用量为 4377 万吨，废纸综合利用率约为 44.7%，如表 17 所示。2013 年，我国废塑料回收利用情况如表 18 所示。2009–2013 年，塑料消费量从 4170 万吨增至 5879 万吨，回收量从 1000 万吨增加至 1366 万吨，2013 年，废塑料回收率为 23.2%。

表 17 2009–2013 年全国废纸回收利用情况

年份	2009	2010	2011	2012	2013
纸及纸板消费量 / 万吨	8569	9173	9752	10048	9810
国内废纸综合利用量 / 万吨	3762	4016	4347	4472	4377
国内废纸综合利用率 / %	43.9	43.8	44.57	44.51	44.75

资料来源：《中国资源综合利用年度报告》(2014)，国家发展和改革委员会。

注：由于资源未被回收的量难以统计，本表采用当年的回收量 / 消费总量反映资源回收率。

表 18 2009–2013 年全国废塑料回收利用情况

年份	2009	2010	2011	2012	2013
国内相对实际塑料消费量 / 万吨	4170	4693	5230	5467	5879
废塑料产生量 / 万吨	2353	2800	2871	3414	3292
废塑料再生利用量 / 万吨	1732	2000	2188	2488	2154
国内回收量 / 万吨	1000	1200	1350	1600	1366
进口量 / 万吨	732	801	838	888	788
回收率 / %	24.0	25.6	25.8	29.3	23.2

资料来源：《中国资源综合利用年度报告》(2014)，国家发展和改革委员会。

注：由于资源未被回收的量难以统计，本表采用当年的回收量 / 消费总量反映资源回收率。

### 2.3.2 案例城市生活垃圾资源回收率评估

资源回收的原则是可回收物的边际回收收益等于边际回收成本。

资源回收率计算方法：以纸类为例，资源回收率 = 回收量 / 消费量 = (纸和纸板年消费量 - 纸类最大回收潜力) / 纸和纸板年消费量 \* 100%，其中，纸和纸板年消费量 = 城区常住人口 \* 纸和纸板人均年消费量；纸类最大回收潜力 = 生活垃圾年清运量 \* 纸类所占生活垃圾的比例

(垃圾成分)。

纸类最大回收潜力核算结果如表 19 所示。中国纸和纸板人均年消费量为 74 千克<sup>1</sup>，据此估算了案例城市的纸类资源回收率，见表 20。北京、本溪、牡丹江、苏州四个城市的纸类资源回收率差异较大，其中，牡丹江达到 61.52%，北京仅为 25.32%，其纸类回收率距离北京市“十二五”规划要求的 2015 年垃圾资源化率 55% 的目标仍有较大差距。

本研究估算的纸类回收率可能偏高（北京除外），原因可能是：纸和纸板人均年消费量是全国平均水平，包含城市和农村，而本研究估算的是城区纸类消费量（北京除外），结果可能偏低；其他垃圾中的个别纸类由于污染不可能 100% 回收利用，而本研究假定全部回收利用，即最大回收潜力偏高，导致最终估算的纸类资源回收率会偏低。

表 19 案例城市生活垃圾中纸类最大回收潜力估算 (2012 年)

城市名称	生活垃圾清运量 (万吨)	纸类所占比重 (%)	纸类最大回收潜力 (万吨)	城区常住人口 (万人)	纸和纸板年消费量 (万吨)	纸类最大回收潜力 (万吨)	资源回收率 (%)
北京	648.31	17.64	114.36	2069.3	153.13	114.36	25.32
本溪	47.86	11.00	5.26	94.53	7.00	5.26	24.74
牡丹江	22.41	9.02	2.02	70.99	5.25	2.02	61.52
苏州	182.91	9.00	16.46	278.46	20.61	16.46	20.11

数据来源：城区常住人口来自《中国城市建设统计年鉴 2013》；北京人口为全市人口，来自《北京市统计年鉴》(2013)；纸和纸板人均年消费量来自《中国造纸年鉴 2013》。

注：纸类最大回收潜力 = 生活垃圾清运量 \* 生活垃圾中纸类所占比重；北京市生活垃圾清运量为全市范围的生活垃圾清运量。

以纸类为例，资源回收率 = 回收量 / 消费量 = (纸和纸板年消费量 - 纸类最大回收潜力) / 纸和纸板年消费量 \* 100%。

## 2.4 低成本化评估

在管理质量一定的情况下降低成本是管理的基本原则，低成本化是在实现无害化处置的前提下的管理目标。本报告主要评估的是生活垃圾的管理投入，包括设备投入和资金投入。核算政府管理的资源占用与耗费，还可以帮助确定政府的效率与社会效益。<sup>19</sup> 根据图 1，生活垃圾投入主要涉及收集环节的投入、转运环节（运输环节和转运站环节）的投入、末端处置环节的投入，对投入的评估应该是涵盖生活垃圾管理所有环节全部成本的评估。本研究仅能评估运输环节和末端处置环节的投入。

### 2.4.1 每万人市容环卫专用车辆设备数

#### (1) 投入平均水平逐年加大

2006–2012 年，每万人市容环卫专用车辆设备数逐年迅速增加，即运输环节的设备投入不断加大。如图 21 所示，2012 年均值为 2.34 台 / 万人，该指标分布较为集中，多数城市在

1、资料来源：北京市环境卫生科学设计研究所和中国人民大学环境学院，《北京市废品回收调研报告》，2006 年。

2 台 / 万人左右。

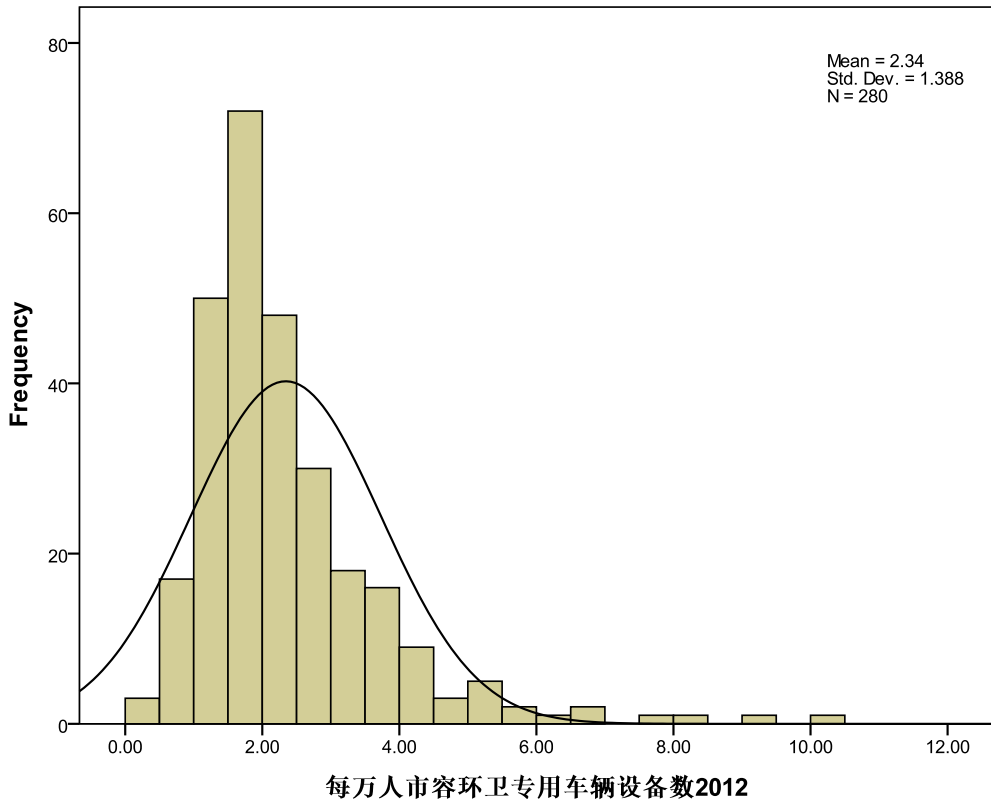


图 21 2012 年每万人市容环卫专用车辆设备数频率分布

(2) 可能存在部分设备闲置

一般来说，生活垃圾清运量越多，需要的市容环卫车辆设备就越多，但统计数据所反映的情况并非如此，人均垃圾日清运量几乎没变化，而每万人市容环卫车辆设备数逐年增长，设备投入与垃圾清运量不一致，可能一部分设备处于闲置状态，即存在资源浪费。如图 22。

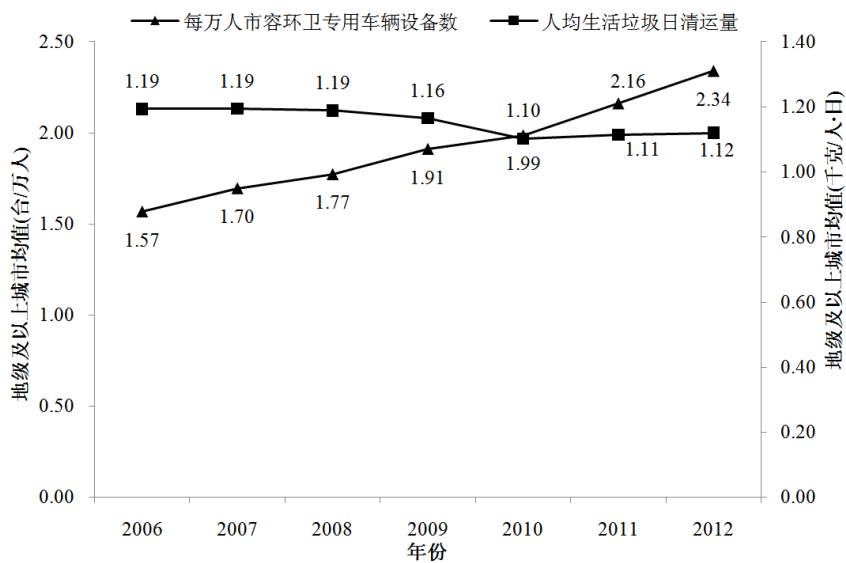


图 22 每万人市容环卫专用车辆设备数与人均生活垃圾日清运量中位数变化趋势与对比



表 202012 年市容环卫专用车辆设备数排名 (从高到低)

设备数(台/万人)	城市名称
$\geq 5$	海口、三亚、长春、苏州、乌鲁木齐、大庆、七台河、毕节、太原、克拉玛依、丹东、北京、黑河、哈尔滨
$\geq 4, < 5$	台州、兰州、承德、吴忠、呼伦贝尔、广元、伊春、阳泉、北海、黄冈、丽水、青岛
$\geq 3, < 4$	十堰、庆阳、濮阳、防城港、宿迁、乌海、遵义、天津、永州、威海、大同、雅安、宁波、温州、晋中、日照、百色、晋城、舟山、佛山、无锡、贵阳、湘潭、西安、鄂尔多斯、杭州、昆明、鹤岗、宜宾、郴州、连云港、白山、武汉、榆林
$\geq 2, < 3$	鸡西、沈阳、东营、河源、朔州、广安、济南、石嘴山、厦门、成都、通化、安阳、双鸭山、大连、攀枝花、宿州、金昌、齐齐哈尔、莱芜、镇江、潍坊、柳州、商洛、六盘水、吉林、安康、牡丹江、珠海、朝阳、肇庆、烟台、唐山、湛江、长治、中卫、徐州、忻州、株洲、合肥、西宁、临汾、巴中、淄博、襄樊、益阳、乐山、娄底、丽江、南宁、金华、乌兰察布、铜陵、辽阳、宜昌、黄石、自贡、银川、固原、玉溪、上海、怀化、本溪、临沂、贵港、池州、聊城、白银、桂林、嘉兴、茂名、包头、宝鸡、眉山、福州、营口、达州、荆门、焦作
$\geq 1, < 2$	三明、巴彦淖尔、广州、九江、南京、南通、吕梁、常州、赤峰、荆州、衢州、岳阳、延安、盘锦、德州、新余、运城、沧州、崇左、定西、咸阳、张家口、萍乡、抚顺、亳州、石家庄、扬州、龙岩、淮南、南平、泰安、泰州、湖州、安顺、钦州、酒泉、遂宁、呼和浩特、昭通、枣庄、铁岭、芜湖、邢台、许昌、秦皇岛、佳木斯、重庆、曲靖、武威、鄂州、陇南、阜新、贺州、信阳、嘉峪关、锦州、阜阳、普洱、邵阳、内江、开封、保定、衡阳、南阳、滨州、黄山、淮安、河池、德阳、漯河、驻马店、洛阳、白城、漳州、泉州、平顶山、梧州、长沙、汕头、渭南、郑州、通辽、常德、松原、铜川、保山、韶关、绍兴、新乡、鹤壁、来宾、南昌、菏泽、绥化、宣城、赣州、绵阳、张家界、阳江、临沧、葫芦岛、梅州、泸州、惠州、马鞍山、宁德、铜仁、汉中、随州、滁州、咸宁、宜春、江门、安庆、三门峡、鹰潭、鞍山、深圳、抚州、孝感、蚌埠、商丘
$\geq 0.5, < 1$	六安、辽源、清远、吉安、上饶、济宁、南充、汕尾、淮北、张掖、资阳、周口、玉林、邯郸、盐城、景德镇、平凉
$< 0.5$	莆田、天水、四平



### (3) 垃圾分类试点城市垃圾管理现状

8个城市从2000年开始试点垃圾分类，历经14年，效果并不好。广州密闭车清运量所占比重仅为88.63%；只有杭州、桂林实现了生活垃圾全部无害化处理，其余城市均未达到100%无害化，广州仅为80.38%；杭州、深圳、厦门人均生活垃圾日清运量较高，分别为1.75千克、1.27千克和1.21千克；每万人市容环卫专用车辆设备投入数量北京最高，为5.26台/万人，其次为杭州和厦门，而深圳最低，仅为1.05台/万人。见表21。

表21 生活垃圾分类试点城市生活垃圾管理现状

城市名称	密闭车清运量所占比重(%)	生活垃圾无害化处理率(%)	人均生活垃圾日清运量(千克/人·日)	每万人市容环卫专用车辆设备数(台/万人)
北京	100.00	99.12	1.00	5.26
上海	100.00	83.59	0.82	2.14
广州	88.63	80.38	1.12	1.99
深圳	100.00	95.13	1.27	1.05
杭州	100.00	100.00	1.75	3.28
厦门	100.00	99.00	1.21	2.82
桂林	100.00	100.00	0.96	2.06
南京	100.00	90.42	1.08	1.98

#### 2.4.2 单位垃圾末端处置支出

采用单位垃圾末端处置支出表征投入水平，该投入包括基础设施建设成本和运行维护费用。计算方法为生活垃圾处理厂累计完成投资额/(生活垃圾年实际处理量\*15)+生活垃圾处理厂本年运行费用/生活垃圾实际处理量，垃圾处理厂平均使用寿命按15年计算。<sup>1</sup>

支出越来越高，但不同城市差异较大(表22)。2012年，全国113个环保重点城市单位垃圾处置成本(其中，111个城市有数据)均值为85.0元/吨，较2011年增加10.8%。最低成本为抚顺市的6.5元/吨，最高为曲靖市的375.7元/吨，北京市为151.2元/吨。

根据对北京市北神树生活垃圾填埋场的考察，由于渗滤液、臭气控制等，处置成本确实是逐年增加，如果要保证空气、水污染物连续达标排放，肯定都要有一个基本支出，虽然不同城市的填埋场会有所区别，但过低的成本，例如，低于平均值的末端处置，都有可能是买有达标排放。

1、生活垃圾处理厂累计完成投资指至当年末调查对象建设实际完成的累计投资额，不包括运行费用。本年实际处理量指报告期内对垃圾采取焚烧、填埋、堆肥或其他方式处理的垃圾总量。垃圾填埋场是主要的垃圾处理方式，且填埋场的使用寿命一般在10-20年，本文按照15年计算。本年运行费用指报告期内维持垃圾处理厂正常运行所发生的费用。包括能源消耗、设备维修、人员工资、管理费及与垃圾处理厂运行有关的其他费用等，不包括设备折旧费。

表 21 生活垃圾分类试点城市生活垃圾管理现状

指标	N	最小值	最大值	均值	标准差
2011 年	106	6.51	285.07	76.6578	45.76301
2012 年	111	6.50	375.70	84.9622	53.04835

注：2011 年，海口市缺少数据，石家庄、邯郸、临汾、深圳、咸阳、渭南等城市生活垃圾实际处理量数据异常，故将以上 7 个城市剔除；2012 年，海口市缺少数据，淄博市单位垃圾末端处置支出达 2076.6 元，数据异常，将上述 2 个城市剔除。

单位垃圾末端处置支出与人均地方财政预算内收入成显著的线性正相关，地方财政越充足越有能力投入生活垃圾无害化处置，两者在 0.01 的水平下显著相关，人均地方财政一般预算内收入越高，单位垃圾末端处置支出越高（图 23）。

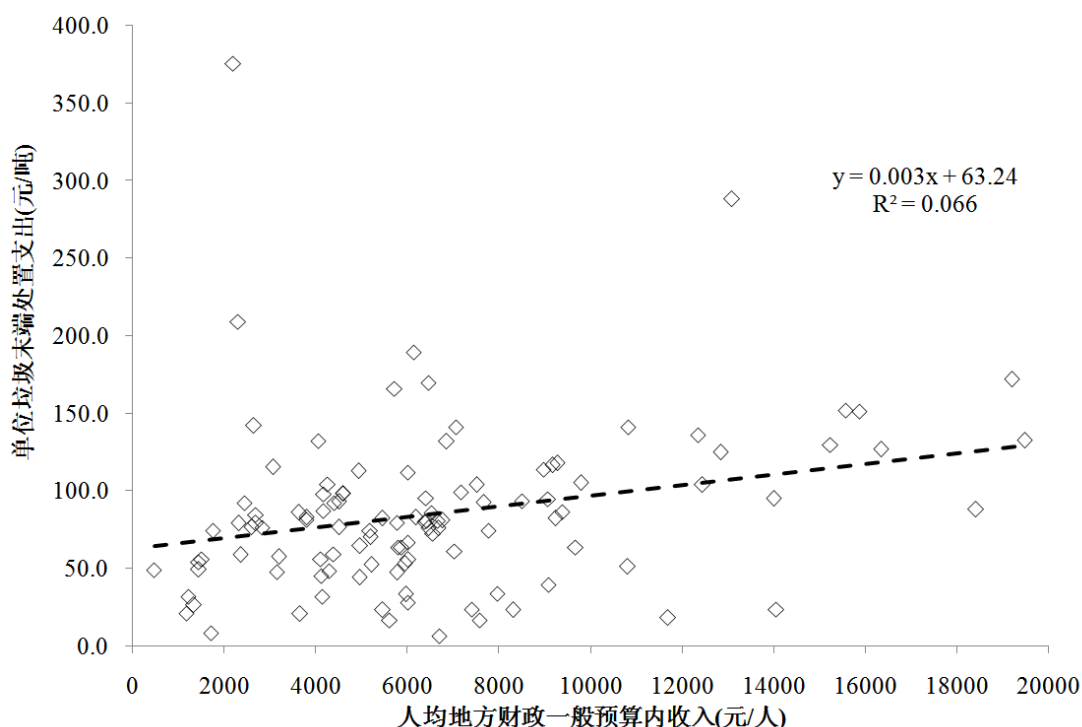


图 23 2012 年单位垃圾末端处置支出与人均地方财政一般预算内收入线性关系

2006–2010 年，单位垃圾处理支出均值逐年增加，2010 年的均值为 83.91 元<sup>1</sup>，其中，73.3% 的城市在 100 元以下，支出偏低。但由于指标的统计范围不一致，与单位垃圾末端处置支出有差异。

#### 2.4.3 北京市生活垃圾填埋处置社会成本核算

参考有关文献<sup>(20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34)</sup>，提出基于市场价格的全社会成本核算方法，测算北京市生活垃圾填埋处置的社会成本。

1、宁德、崇左分别为 2608.70 元/吨、2814.93 元/吨，异常偏高，已剔除。

(一) 生活垃圾管理的社会成本与核算方法

(1) 社会成本界定

生活垃圾管理是指将生活垃圾从小区公用垃圾桶运送到密闭式清洁站、转运站直至垃圾卫生填埋场或焚烧厂进行安全处置的过程。北京市的收集环节通常由各区环卫中心负责，将社区、机构公用垃圾桶中的垃圾收运到密闭式清洁站；转运和安全处置环节的责任主体通常是市环卫集团或各区环卫中心，将垃圾从密闭式清洁站送至大型垃圾转运站，而后负责垃圾的卫生填埋或焚烧，见图 24。生活垃圾管理的全社会成本并未包含资源回收成本，原因是可回收物与其他垃圾并不属于同一管理系统，资源回收利用以价格和利润为导向，属于市场行为，并非公共支出的范畴。<sup>35</sup>北京市卫生填埋的比例为 70%，是主要的无害化处理方式，本文针对最终卫生填埋处置的垃圾进行全社会成本核算，焚烧处置本文不做研究。生活垃圾管理的全社会成本指社会为其安全处置直接或间接支付的并以市场价核算的成本，包括财政支出的费用和未以货币形式体现的成本(如，土地成本)。由于城市生活垃圾处置并非完全的市场化行为，运输环节的真实成本用市场价反映；同时，北京土地资源稀缺且土地存在机会成本，在核算中应考虑土地成本。

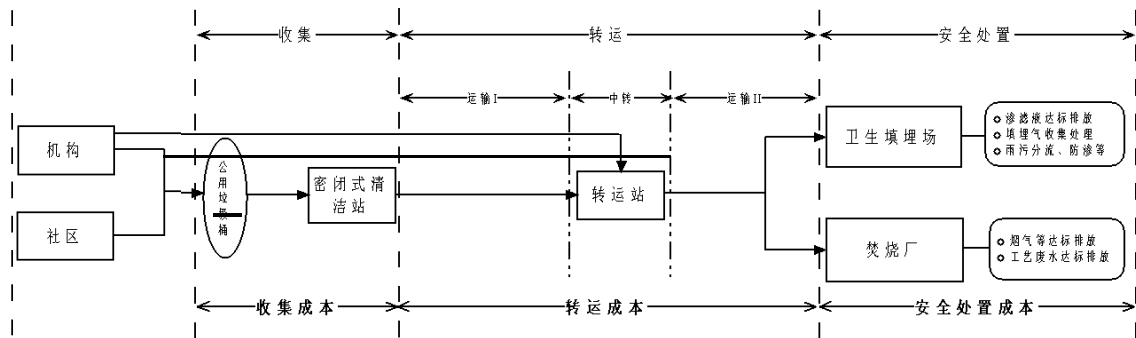


图 24 生活垃圾处置社会成本划分

本文将社会成本划分为收集成本、转运成本和卫生填埋成本。收集成本指从社区公用垃圾桶将垃圾收运到密闭式清洁站和清洁站的全部成本，不包括社区内的垃圾清扫。转运成本包括密闭式清洁站至转运站的运输成本 I、转运站建设和运营成本、转运站至卫生填埋场的运输成本 II。其中，转运站成本指垃圾经过筛选、压实及最终渗滤液达标处理等产生的费用。卫生填埋成本指在渗滤液达标排放、填埋气回收处理条件下，垃圾填埋场的建设及运行成本。按照成本发生的时间尺度，将其分为固定成本和可变成本<sup>36</sup>，其中固定成本即为基建成本，需计算固定资产折旧，可变成本即为运行维护费，直接构成当年成本。而且，在生活垃圾处置缺乏市场化的背景下，垃圾处理厂建设用地、运输等多个环节存在隐性成本。

(2) 成本核算方法

核算方法详见表 23。其中，采用平均年限法<sup>1</sup>估算固定资产折旧<sup>37</sup>，净残值率按照其原

1、平均年限法有利于保持不同时期产品成本的可比性，在物价稳定时期，对于损害较“均匀”且损耗较小的固定资产，该方法较为适用；只要固定资产使用年限估计合理，该方法能较准确地反映固定资产损耗及折旧过程。

值的 4% 确定<sup>38</sup>。采用机会成本法估算垃圾处置占用的土地成本，且认为商业用地价格能够反映土地的机会成本。运用市场价格替代法估计运输成本，主要通过物流公司的访谈获取相关数据。

表 23 生活垃圾管理各环节成本

垃圾管理环节	成本类别	成本明细		核算方法说明
收集环节	收集成本	公用桶成本		固定资产折旧法
		运输费用	固定成本(车辆设备折旧)、可变成本(维修保险、人工成本等)	固定资产折旧法
		密闭式清洁站成本	固定成本(基建折旧、土地成本)、可变成本(人员工资、水电、保险、清洁维护费用等)	固定资产折旧法、机会成本法
转运环节	转运成本	转运站成本	固定成本(基建折旧、土地成本)、可变成本(人工费、动力费、燃料料、材料费、工艺费、修理费、资产税费、期间管理等)	固定资产折旧法、机会成本法
		运输成本	密闭式清洁站到垃圾转运站的运输成本 I 和垃圾转运站到卫生填埋场的运输成本 II	市场价格替代法
卫生填埋环节	卫生填埋成本	固定成本(基建折旧、土地成本)与可变成本(人工费、动力费、燃料料、材料费、工艺费、修理费、资产税费、期间管理费)		固定资产折旧法、机会成本法

## (二) 北京市生活垃圾填埋处置社会成本核算

### (1) 收集成本

以西城区阜外西里社区为例，该社区占地 129.1985 万平方米，常住人口 6159 人。社区其他垃圾清运量 1168 吨/年(2012 年调查数据)，人均其他垃圾日清运量为 0.49 千克，与北京市城六区居民户的人均垃圾日产生量 0.44 千克近似<sup>1</sup>。尽管 2012 年北京市城六区人均生活垃圾日清运量为 0.98 千克，但由于居民具有流动性，差额 0.49 千克应是在机构和公共场所的产生量，假定机构和社区的收集成本差异不大，可用社区的代替。另外，公共场所由于还有环卫部门的清扫费用(即将公共场所的垃圾清扫收集到公用垃圾桶或垃圾车的费用)，其垃圾收集成本可能高于社区和机构，因此，用社区这一种收集模式核算的生活垃圾收集成本可能还要稍低于收集成本的平均水平。其他垃圾由西城区环卫中心收运到密闭式清洁站，进行压缩并以集装箱形式由市环卫集团送至大屯垃圾转运站，在转运站进行压缩并装入大型集装箱，最终运至阿苏卫垃圾卫生填埋场。

西城区阜外西里社区有 38 个其他垃圾专用桶，平均一个桶服务 162 人，垃圾采用电瓶车密闭收集。密闭式清洁站位于社区内，占地约 140 平方米，主要固定投资为一套吊装设备。收集成本分为公用垃圾桶成本、运输成本、密闭式清洁站成本。其中，密闭式清洁站土地成本根据北京市 2011 年的商业用地价格以及商业用地 40 年使用年限计算，为 38.3 元/吨。收集成本合计 727.2 元/吨，详见表 24。

1、资料来源：北京市环境卫生设计科学研究所 2009 年调查结果。

该社区的收集成本有一定的代表性。北京市 90% 以上生活垃圾经过密闭式清洁站运至垃圾转运站或处理设施，且密闭式清洁站均执行北京市统一标准<sup>1</sup>；多数密闭式清洁站由所在区县环卫部门负责管理运行，该社区密闭式清洁站由区环卫中心运营，在运营方式上较为一致；密闭式清洁站之前的收集成本主要是从公用垃圾桶到密闭式清洁站的运输费用，而收集工与收集设备一般由环卫部门根据社区规模统一配备。

表 24 收集成本计算说明与核算结果

成本类型	成本明细	计算说明	总费用 (元/年)	成本 (元/吨)	所占比例
公用垃圾桶成本	公用垃圾桶成本	280 元 / 个 (240L), 38 个; 一年置换一次	10640	9.1	1.3%
	不锈钢保护套 折旧成本	3500 元 / 组, 38 个; 使用寿命 5 年	25536	21.9	3.0%
	不锈钢保护套 清洁费	60 元 / (年 · 个), 38 个	2280	2.0	0.3%
运输成本	电瓶车折旧 成本	9 万元 / 辆, 3 辆; 使用寿命 10 年	25920	22.2	3.1%
	维修及其他 成本	电瓶车置换电池 (4500 元 / 次 * 2 次 / 年)、 维修费 500 元 / 年、其他费用 1500 元 / 年	11000	9.4	1.3%
	人工成本	工人 10 名, 1380 元 / (人 · 月), 津贴福 利 7064 元 / (年 · 人)	236240	202.3	27.8%
密闭式清 洁站成本	基建折旧	吊装设备市场价为 9 万元 / 套 (含 2 个 7-8 立方米的集装箱); 使用寿命 14 年	6171	5.3	0.7%
	土地成本	北京市 2011 年的商业用地价格 12787 元 /m <sup>2</sup> , 按商业用地 40 年的使用年限计算	44755	38.3	5.3%
	运行维护费	人员工资 <sup>2</sup> 、水电、保险、清洁维护等费用	486744	416.7	57.3%
合计			727.2		

资料来源：公用垃圾桶成本、运输成本、密闭式清洁站的运行维护费来自北京市环境卫生设计科学研究所，其中，使用寿命均为一手调研数据；密闭式清洁站基建折旧是对长沙天工环保科技有限公司的电话访谈结果；商业用地价格来自《中国国土资源统计年鉴》。

注：密闭式清洁站基建折旧为 2012 年数据，土地成本为 2011 年数据，其他均为 2009 年数据。

## (2) 转运成本

1、执行《密闭式清洁站环境卫生管理标准》(京政管发[2008]245号)，且站内人员数量及工资、占地面积、设备、服务面积等均有统一标准。

2、密闭式清洁站有 3 名工作人员(北京市标准为 2-3 人/站)，其工资福利为 36000 元 / 人 · 年。



1) 转运站成本。大屯垃圾转运站位于朝阳区大屯乡,是国内首座密闭压缩式<sup>1</sup>且符合卫生条件的垃圾转运站,执行《关于北京市生活垃圾填埋场水污染物排放适用标准有关问题的公告》。该转运站于1994年投入运行,2008年12月经过改建后正式运行,占地9667平方米,其主体建筑物为垃圾压缩车间,另有车库、门卫、地磅、污水池等附属建(构)筑物<sup>39</sup>,主要承担北京市东城区、西城区、朝阳区的垃圾转运(涵盖阜外西里社区),总投资10417万元,设计转运能力1800吨/日,若按20年使用寿命,其单位垃圾基建折旧为7.6元。2012年,大屯垃圾转运站运行维护成本为39.1元/吨<sup>2</sup>,包括人工费、动力费、材料费(含轮胎)、工艺费、修理费、设备折旧、资产税费、期间管理。其中,人工费占比最高(49.26%),其次是工艺费(12.38%),动力费和设备折旧费分别占4.72%、4.30%,见表25。参照密闭式清洁站土地成本计算方法,转运站土地成本为4.7元/吨(2011年数据),转运站成本合计51.4元/吨,如表34。

表 23 生活垃圾管理各环节成本

项目	人工费	动力费	材料费(含轮胎)	工艺费	修理	折旧	资产税费	期间管理
成本(元/吨)	19.3	1.8	1.4	4.8	4.3	1.7	1.4	4.4
比例(%)	49.3	4.7	3.5	12.4	11.1	4.3	3.5	11.2

资料来源:北京市环境卫生工程集团。

2) 运输成本。考虑到不同社区生活垃圾运输路线及运输距离不同,以大屯垃圾转运站和阿苏卫垃圾卫生填埋场的主要服务区域(西城区、东城区、朝阳区)的平均距离核算垃圾运输成本。西城区、东城区、朝阳区的中心位置距离大屯垃圾转运站分别为17.1公里、10.9公里、12.5公里,即运输I的平均距离为13.5公里,而运输II即大屯垃圾转运站至阿苏卫垃圾卫生填埋场的距离为24.0公里,因此,垃圾的平均运输距离为37.5公里。北京市生活垃圾均由集装箱密闭清运,可按普通货物运输价格估算,根据对物流公司的访谈,按照平均运输距离37.5公里计算,单位垃圾的运输成本为150.0元(2012年价格)<sup>3</sup>。

### (3) 卫生填埋成本

2011年北京市环卫集团阿苏卫、安定、北神树三个垃圾填埋场处理的垃圾量占北京市城六区垃圾清运总量的53.5%。其中,阿苏卫垃圾卫生填埋场位于昌平区百善乡,是北京市第一座符合现代卫生填埋标准的大型垃圾填埋场。填埋区实施气体表面收集及全密闭工程,通过点燃和沼气发电两种形式对填埋气进行综合利用;渗沥液出水执行《关于北京市生活垃圾填埋场水污染物排放适用标准有关问题的公告》。该填埋场于1994年建成并投入运行,填埋场工程主要包括防渗处理系统、渗滤液收集处理系统和沼气收集利用系统<sup>40</sup>。该填埋场占地604000平方米,总投资1.1亿元,使用寿命17年,日垃圾处理能力2000吨,主要承担

1、北京市城区垃圾转运站包括大屯垃圾转运站、小武基垃圾转运站、马家楼垃圾转运站、海淀五路居垃圾转运站、石景山衙门口垃圾转运站、丰台垃圾转运处理中心,其中,大屯、海淀五路居、石景山为压缩式,其余为分选式,大屯垃圾转运站的成本一定程度上可以代表压缩式转运站成本。

2、资料来源:北京市环境卫生工程集团。

3、资料来源:德邦物流公司(国家“AAAAA”级物流企业)。

东城区、西城区的全部生活垃圾以及朝阳区、顺义区、昌平区的商业垃圾的卫生填埋(涵盖阜外西里社区),单位垃圾基建成本为 8.5 元。2012 年,环卫集团三个填埋场的运行维护成本均为 110.0 元/吨<sup>1</sup>,即为政府补贴价,其中,材料费占比最高,为 50.09%,其次是工艺费 21.77%,动力费和设备折旧分别占 1.34% 和 2.65%,成本结构详见表 26。参照密闭式清洁站土地成本计算方法,垃圾卫生填埋的土地成本为 264.5 元/吨。因此,卫生填埋末端处置的社会成本合计 383.0 元/吨。

表 23 生活垃圾管理各环节成本

项目	人工费	动力费	燃润料	材料费(含轮胎)	工艺费	修理	折旧	资产税费	期间管理
成本(元/吨)	12.6	1.5	3.2	55.1	23.9	2.7	2.9	1.1	7.1
比例(%)	11.4	1.3	2.9	50.1	21.8	2.4	2.7	1.0	6.4

资料来源:北京市环境卫生工程集团。

#### (4) 可比价格调整

为了更加准确且完全可比,有必要对不同年份的价格调整为以 2012 年为基期的可比价。贴现率的选择在跨期成本(或收益)分析中非常重要<sup>41</sup>,结合 2000 年以来 2.24%—4.14%<sup>2</sup> 的国有银行一年期存款利率,本文选择 4% 作为基准贴现率。同时,采用居民消费价格指数<sup>3</sup> 调整因通货膨胀带来的物价波动。调整后的单位垃圾填埋处置社会成本为 1530.7 元,详见表 27。

表 27 以 2012 年为基期的可比价调整

成本类型	成本明细		单位成本(元/吨,当年价格)	价格年份	单位成本(元/吨,2012 年价格)	所占比重 %
收集成本	公用桶成本		33.0	2009	41.5	—
	运输成本		233.9	2009	293.9	—
	密闭式清洁站成本	基建折旧	5.3	2012	5.3	—
		土地成本	38.3	2011	40.9	—
		运行维护费	416.7	2009	523.6	—
小计		727.2		905.1	59.1	
转运成本	转运站成本	基建折旧	7.6	2008	9.9	—
		土地成本	4.7	2011	5.0	—
		运行维护费	39.1	2012	39.1	—
	运输成本		150.0	2012	150.0	—
小计		201.4		204.0	13.3	
卫生填埋成本	基建成本		8.5	1994	29.4	—
	土地成本		264.5	2011	282.2	—
	运行维护费		110.0	2012	110.0	—
	小计		383.0		421.7	27.6
合计		1311.6		1530.7	—	

1、资料来源:北京市环境卫生工程集团。

2、数据来源:中国人民银行网站,《中国人民银行决定上调金融机构人民币存贷款基准利率》等文件。

3、资料来源:《中国统计年鉴》。



### (5) 讨论

收集成本占全成本的比重高达 59.1%；转运成本占 13.3%，其中，转运站和运输分别占 3.5%、9.8%；卫生填埋成本为 421.7 元 / 吨，占 27.6%。收集与卫生填埋成本构成全成本的主要部分。垃圾收集环节属于劳动密集型<sup>42</sup>，人工费占收集成本的 36.5%；而真正用于垃圾处理的费用较少，转运站和卫生填埋的作业成本合计 188.4 元 / 吨（未包括土地成本），其他 1342.3 元主要产生于收集与运输环节以及往往被忽视的土地成本。此外，土地的机会成本为 328.1 元，占全成本的 21.4%。

根据《中国环境年鉴》核算的北京市 2012 年生活垃圾处置成本为 151.2 元 / 吨<sup>1</sup>。该成本包括垃圾处理厂的固定资产投资、运行维护费用（能源消耗、设备维修、人员工资、管理费及与垃圾处理厂运行有关的其他费用），为垃圾处理厂的处置费用，仅占垃圾处置全社会成本的 9.9%。

2012 年，北京市生活垃圾清运量 648.31 万吨，按照 1530.7 元 / 吨的全社会成本，垃圾管理的社会成本总额达 99.23 亿元，占北京市当年财政支出的 2.1%，人均垃圾处置支出高达 480.5 元 / 年。垃圾处置的社会成本已经非常高，垃圾减量已刻不容缓。

## 3 评估结论和初步建议

### (1) 无害化水平不高，且缺乏连续达标排放的证据

城市生活垃圾无害化处理能力（用城区的无害化处理率表达）逐年提高，2012 年已达 93.43%，若考虑市辖区的农村部分，则无害化处理率仅为 62.02%；无害化处理设施的空气污染物和水污染物排放信息缺乏公布，不足以证明连续达标排放，渗滤液的超标排放常有报道。

### (2) 减量化没有进展

人均生活垃圾清运量处于较高水平，2012 年人均生活垃圾日清运量平均为 1.12 千克，未出现明显的下降趋势，减量化没有取得实质性进展。特别地，对于生活垃圾分类试点城市，人均生活垃圾清运量也并非都出现下降。如果生活垃圾源头分类政策无重大进展，人均生活垃圾清运量不会有明显减量。

### (3) 资源化水平低

生活垃圾资源化统计指标体系不完善。对全国和典型城市废纸和废塑料的资源回收率估算结果表明，资源回收率并不理想。北京、本溪、牡丹江、苏州等有信息的城市的纸类回收率分别为 25.32%、24.74%、61.52%、20.11%，城市间差异大，进一步回收的空间较大。

### (4) 低成本化缺乏信息

近年来环卫设备投入增长迅速，与清运量不匹配，存在设备闲置问题。单位垃圾末端处

1、估算方法：生活垃圾处理厂本年运行费用 / 实际处理量 + 生活垃圾处理厂累计完成投资 / 平均使用寿命 / 实际处理量，其中，垃圾处理厂平均使用寿命按照 15 年计算。

置支出普遍较低且不同城市差异较大。2012年，全国113个环保重点城市单位垃圾处置成本均值为85.0元/吨，最低成本为抚顺市的6.5元/吨，最高为曲靖市的375.7元/吨，北京市为151.2元/吨，垃圾处理指出水平与城市财政收入密切相关。根据处置投入水平估计，低于平均投入水平的城市可能存在污染物排放超标的现象。

2012年，北京市生活垃圾填埋处置的社会成本为1530.7元/吨，垃圾收集成本、转运站成本、运输成本、卫生填埋成本所占比重分别为59.1%、3.5%、9.8%、27.5%，收集环节成本远超过中间转运成本和末端处置成本，其中，土地成本所占比重为21.4%。全社会成本远高于由公开统计资料估算的末端处置成本，垃圾处置的全社会成本被低估。北京市生活垃圾处置的全社会成本已经较高，按照现在的人均生活垃圾日清运量来算，人均垃圾处置支出达到480.5元/年。2015年开始执行的北京市非居民生活垃圾300元/吨的收费标准显然严重偏低，需要按照全成本付费，不应当补贴。虽然居民的生活垃圾处置支出由财政支付了，但公开的成本数据不完整，数据偏低，也不利于刺激减量。

#### (5) 制定城市生活垃圾源头分类和信息公开法规

修订《固体废物污染环境防治法》，将垃圾源头强制分类纳入法律，并在法规中明确分类对象、分类与投放方法、奖励与惩罚措施等内容，用法律的权威性和确定性保障垃圾分类的有效实施。

明确信息公开内容、公开方及其责任、公开频率、公开范围、公开方式和渠道等。主要包括无害化信息，即垃圾填埋场、焚烧厂、转运站污染物排放达标信息；减量化信息，垃圾源头产生量、清运量、终端处理量，垃圾分类等信息；资源化信息，即回收的资源物种类、数量、来源等以及各城市生活垃圾成分信息；成本信息，即收集、运输、转运站、填埋场和焚烧厂的相关投入信息。同时，应完善生活垃圾管理的信息统计体系，细化统计指标，增加统计内容并扩大统计范围，明确统计口径及其含义，尤其是资源化信息和无害化信息。

#### (6) 建议中央政府明确规定“十三五”城市生活垃圾管理目标并每年公布城市生活垃圾管理绩效评估报告

中央政府应明确城市生活垃圾管理目标，目标应细化到具体指标；要求每个城市制定生活垃圾管理规划；每年公布城市生活垃圾管理绩效评估报告。

#### (7) 对生活垃圾卫生填埋场和焚烧厂执行水和空气的排污许可证制度

生活垃圾填埋场、焚烧厂执行空气排污许可证制度和水质排污许可证制度，以许可证为记录、核查及监管手段，增加填埋场和焚烧厂的违法排放成本，促进其连续达标排放，进而倒逼源头分类与减量。

## 参考文献

1. 刘志雄, 曹峰. 借鉴西方发达国家经验推动我国城镇垃圾无害化处理 [J]. 江苏商论, 2013,07:85-88.
2. 何晶晶, 张春燕, 杨娜, 章骅, 吕凡, 邵立明. 我国村镇生活垃圾处理现状与技术路线探讨 [J]. 农业环境科学学报, 2010,11:2049-2054.
3. 王震, 邵立明. 生活垃圾“三化”评估指标体系设计及实践 [J]. 再生资源与循环经济, 2008,08:29-31.
4. 赵庆华. 广州市城市垃圾终处理的现状及发展策略 [J]. 环境科学研究, 1998,03:47-49.
5. 何晶晶, 张春燕, 杨娜, 章骅, 吕凡, 邵立明. 我国村镇生活垃圾处理现状与技术路线探讨 [J]. 农业环境科学学报, 2010,11:2049-2054.
6. 雨辰, 龚常. 垃圾围城, 令人揪心的世界生态困局 [J]. 上海城市管理, 2012,02:80-84.
7. 刘宇熹, 迟琳娜, 谢家平. 垃圾减量化模式与运作机制研究 [J]. 科技管理研究, 2012,11:238-241+250.
8. 王震, 邵立明. 生活垃圾“三化”评估指标体系设计及实践 [J]. 再生资源与循环经济, 2008,08:29-31.
9. 赵庆华. 广州市城市垃圾终处理的现状及发展策略 [J]. 环境科学研究, 1998,03:47-49.
10. 雨辰, 龚常. 垃圾围城, 令人揪心的世界生态困局 [J]. 上海城市管理, 2012,02:80-84.
11. 王震, 邵立明. 生活垃圾“三化”评估指标体系设计及实践 [J]. 再生资源与循环经济, 2008,08:29-31.
12. 何晶晶, 张春燕, 杨娜, 章骅, 吕凡, 邵立明. 我国村镇生活垃圾处理现状与技术路线探讨 [J]. 农业环境科学学报, 2010,11:2049-2054.
13. 陈科, 梁进社. 北京市生活垃圾定价及计量收费研究 [J]. 资源科学, 2002,05:93-96.
14. 赵庆华. 广州市城市垃圾终处理的现状及发展策略 [J]. 环境科学研究, 1998,03:47-49.
15. 芜湖: 垃圾运输车一路滴洒污水污染道路环境, 凤凰资讯, 2014年07月24日. [http://news.ifeng.com/a/20140724/41290018\\_0.shtml](http://news.ifeng.com/a/20140724/41290018_0.shtml)
16. 垃圾运输车滴漏二次污染将遭扣款, 南方日报, 2012年6月27日. <http://finance.chinanews.com/ny/2012/06-27/3988632.shtml>
17. 杜倩倩 宋国君 马本 韩冬梅. 台北市生活垃圾管理经验及启示. 环境污染与防治. 2014(12):83-90.
18. 邓俊, 徐琬莹, 周传斌. 北京市社区生活垃圾分类收集实效调查及其长效管理机制研究 [J]. 环境科学, 2013,01:395-400.
19. 刘瑞. 政府经济管理行为分析 [M]. 北京: 新华出版社, 1998.
20. 聂永有, 王振坤. 公共产品供给民营化背景下的政府规制研究 [J]. 中国人口资源与环境, 2012, (01): 167-172.
21. Macve R. Washington, D. C.: The London School of Economics and Political Science, 2000.
22. 张越, 鲁明中. 城市生活垃圾收费政策的经济学分析 [J]. 环境科学动态, 2005, (01): 46-47.
23. Karagiannidis A, Xirogiannopoulou A, Tchobanoglous G. Full cost accounting as a tool for the financial assessment of Pay-As-You-Throw schemes: A case study for the Panorama municipality, Greece [J]. Waste Management, 2008, 28(12): 2801-2808.
24. Lohri CR, Camenzind EJ, Zurbrugg C. Financial sustainability in municipal solid waste management — Costs and revenues in Bahir Dar, Ethiopia [J]. Waste Management, 2014, 34(2): 542-552.
25. Debnath S, Bose SK. Exploring full cost accounting approach to evaluate cost of MSW services in India [J]. Resources, Conservation and Recycling, 2014, 83(0): 87-95.
26. Kinnaman TC. Determining the socially optimal recycling rate [J]. Resources, Conservation and Recycling, 2014, 85(0): 5-10.
27. Fiorucci P, Minciardi R, Robba M, et al. Solid waste management in urban areas: development and application of a decision support system [J]. Resources, Conservation and Recycling, 2003, 37(4): 301-328.

28. Costi P, Minciardi R, Robba M, et al. An environmentally sustainable decision model for urban solid waste management [J]. *Waste Management*, 2004, 24(3): 277–295.
29. El-Hamouz AM. Logistical management and private sector involvement in reducing the cost of municipal solid waste collection service in the Tubas area of the West Bank [J]. *Waste Management*, 2008, 28(2): 260–271.
30. Assamoi B, Lawryshyn Y. The environmental comparison of landfilling vs. incineration of MSW accounting for waste diversion [J]. *Waste Management*, 2012, 32(5): 1019–1030.
31. 陈科, 梁进社. 北京市生活垃圾定价及计量收费研究 [J]. *资源科学*, 2002, (05): 93–96.
32. 何晶晶, 张春燕, 杨娜, 等. 我国村镇生活垃圾处理现状与技术路线探讨 [J]. *农业环境科学学报*, 2010, (11): 2049–2054.
33. 褚祝杰, 西宝. 城市生活垃圾按排计费研究 [J]. *软科学*, 2011, (05): 16–19+25.
34. 褚祝杰, 西宝. 基于按排计费费用核算的城市生活垃圾付费模式研究 [J]. *大连理工大学学报(社会科学版)*, 2012, (01): 84–89.
35. 王小红, 张弘. 基于经济学视角的城市垃圾回收对策与处理流程研究 [J]. *生态经济*, 2013, (07): 145–148.
36. 李翠梅, 陶涛, 刘遂庆, 等. 城市水价预测的长期边际成本方法理论与案例研究 [J]. *资源科学*, 2010, (07): 1356–1361.
37. 张景曾, 周德英. 略论固定资产折旧的计算方法 [J]. *数量经济技术经济研究*, 1992, (08): 28–37.
38. 俞钟祺, 马秀兰. 固定资产折旧方法比较 [J]. *数理统计与管理*, 2000, (01): 46–50.
39. 刘晋, 蒋岚岚. 无锡市柏庄生活垃圾转运站工程设计 [J]. *环境工程*, 2009, (05): 99–102.
40. 魏光明, 邹安华, 邢奕, 等. 城市生活垃圾卫生填埋场工艺设计及存在问题探讨 [J]. *环境工程*, 2007, (05): 67–69+4–5.
42. 马本, 宋国君, 杜倩倩. 中国太阳能热水器成本分析方法与应用研究 [J]. *中国人口资源与环境*, 2012, (11): 150–156.
42. Lombrano A. Cost efficiency in the management of solid urban waste [J]. *Resources, Conservation and Recycling*, 2009, 53(11): 601–611.