

城市垃圾处理的现状和对策

◎ 梁丽琛

摘要：环保部发布的《2014年全国大、中城市固体废物污染环境防治年报》显示：我国大、中城市生活垃圾产生总量为16148.81万吨，处置量为15730.65万吨，处置率为97.41%。虽然大部分的垃圾得到及时处理，但是由于垃圾每天源源不断地产生，现有处理方式的不足以及政策的缺失，不适当的解决垃圾处理问题将严重影响地下水质量和大气安全，威胁人类健康，因此，城市垃圾处理问题受到越来越多的关注。

关键词：垃圾处理 现状 应对措施

【中图分类号】 X703 **doi:**10.3969/j.issn.1674-7178.2015.02.006

一、城市垃圾的处理现状

（一）城市垃圾

城市垃圾是城市中固体废物的混合体，通常包括工业垃圾、建筑垃圾和生活垃圾。工业垃圾指机械、轻工及其他工业生产过程中所排出的固体废弃物；建筑垃圾主要包括泥土、石块、混凝土块、碎砖、水泥等；生活垃圾是指日常生活中或者为日常生活提供服务的活动中产生的固体废物以及法律、行政法规规定视为生活垃圾的固体废物。

按照垃圾处理的3R原则（减量化、资源化和无害化），我国《生活垃圾分类分

类杂志》将垃圾分为6类，即可回收垃圾、可燃垃圾、可堆肥垃圾、大件垃圾、有害垃圾和其他，考虑到公众参与度、时间、费用以及空间属性等因素，大多数城市将垃圾分为可回收和不可回收两类^[1]，以便于提高公众参与。

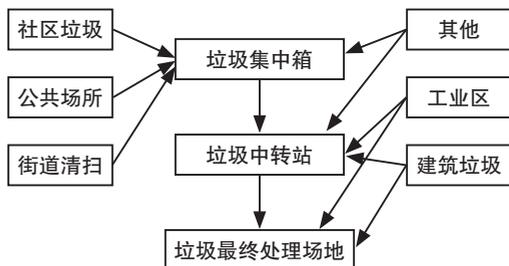


图1 垃圾来源以及流程^[2]

（二）城市垃圾的来源

近年来，随着中国城市化水平和人们生活水平的不断提高，城市数量和规模也在相应的扩大，城市垃圾也随之不断地增加，主要垃圾来源与人们的日常生活习惯和生活水平发展等息息相关，如图1所示。

（三）城市垃圾现状

随着经济的高速发展，我国城市化也进入快速发展阶段，与城市规模、城市数量、城市经济、城市人口的迅速增长相比，目前的城市基础服务设施供给存在严重不足，尤其是环保基础设施，城市垃圾污染问题则更加突出。早在1996年，中国城市生活垃圾清运量就达到了1亿吨，而且每年以8%至10%的速度增长。垃圾的历年堆存量达到了60多亿吨，全国有200多座城市陷入垃圾的包围之中。历史填埋处理的垃圾侵占了约5亿多平方米的土地。且城市生活垃圾增长速度很快，约有三分之二的城市已处在亟待解决^[9]。

（四）城市垃圾的处理现状

1. 宣传力度不够，我国城市居民的垃圾分类意识薄弱

虽然生活水平有很大提升，但人们的环保意识却没有得到提升，有人会将垃圾通过卖废品的形式处理掉，但是更多的是人们很少意识到垃圾也是资源，垃圾混合导致回收难度提高，资源流失。

2. 相关法规体系不完善

主要表现在政府监管的制度建设和力量建设比较薄弱；生活垃圾分类和处理技术标准不完备，指导性不够明确；企业、政府和个人的责任义务不明确等。目

前来说，不健全的相关制度导致人们无法意识到垃圾减量化的根本问题，为按照不同类别分类和再利用提供了难题。并且伴随大量垃圾的逐年产生，政府面临巨大的挑战，资金的缺乏无法满足垃圾处理的需要，没有良好的设备维护和更新换代，使垃圾处理无害化难上加难^[4]。

3. 收集方式不合理

我国绝大多数的城市垃圾采用混合收集的方式，增加了垃圾处理量和花费大量成本。调查表明，我国城市垃圾中的主要成分是无机物，且不同城市的垃圾基本组成情况不同，垃圾资源化难度大，当回收再利用的经济效益不明显时，人们的热情将因此被打击，行动难以落实。

4. 处理技术相对落后

目前，我国垃圾处理的方式主要还是卫生填埋和堆肥。而传统的垃圾处理方法占用大量的耕地，处理效果会导致二次污染等不良影响。

二、应对处理策略

（一）城市垃圾处理对策

1. 城市垃圾资源化

如果按照以往的方式将垃圾作为废弃物混在一起，那么后续处理将耗费更多的人力物力。因此，按照不同的类别将垃圾回收处理有益于后续处理。为政府需要建立一套健全完善的法规体系，包括资源回收和废弃物处理等，通过法律的方式约束人们的行为，良好的体系不仅可以改善政府的垃圾资源化能力，也可以将垃圾管理社会化全民化^[5]。

2. 垃圾处理产业化

城市垃圾处理和回收是一个新兴的

产业，从技术开发到设备使用、维护，以及后续原材料相互利用，形成一整套产业链。这个产业必定伴随社会经济发展而持续发展下去。①提高综合技术集成能力。②建立新的垃圾管理体制，开展市场化运行机制。③建立多元化投资体制，扩大融资渠道^[5]。

(二) 常规垃圾处理方式

我国城市垃圾处理采用的主要手段有卫生填埋、焚烧处理技术、堆肥技术等。卫生填埋，是指对城市垃圾和废物在卫生填埋场进行的填埋处理。为防止填埋对环境造成污染，可根据排放的环境条件，采取适当而必要的防护措施，以达到被处置废物与环境生态系统最大限度的隔绝，即固体废物“最终处置”或“无害化处置”。固体废物最终处置途径可归纳为两种：陆地处置与海洋处置。实践证明，陆地填埋处置是最终处置城市垃圾最经济有效的方法，这种处置方式是基于环境卫生角度，因而又称为“卫生填埋”。堆肥法是指用于处理有机垃圾，其原理主要是利用微生物对垃圾中的有机物进行代谢分解，在高温下进行无害化处理，并能产生

有机肥料。Awasthi指出将城市固体垃圾的有机部分和微生物菌群有机结合，可以提高酶的活性，缩短堆肥时间提高利用效率^[6]。垃圾焚烧已成为城市垃圾处理的主要方法之一，将垃圾用焚烧处理后，垃圾能减量化，节省用地，也可消灭各种病原体，将有毒有害物质转化为无害物。但近年来，垃圾焚烧法在国内外已开始进入萎缩期。目前有超过15个国家和地区，通过了对焚烧垃圾的部分禁令^[7]。三种常规的处理方法其优缺点见表1。

三、垃圾处理中面临的难题与解决方案

(一) 渗滤液处理

渗滤液主要来源于生活垃圾填埋场，在初期填埋时，由于地下水和地表水的流入、雨水的渗入及垃圾本身的分解会产生大量的污水，该污水则被称为垃圾渗滤液。渗滤液是填埋处置中最主要的污染源。合理的堆肥处置一般不会产生渗滤液，热结和气化也不会产生，只有在露天堆肥、裸露堆物以及垃圾中转站可能产生。组成和浓度的不同导致其特性不同，

表1 垃圾处理方式的优缺点^[7]

垃圾处理方式	优点	缺点
卫生填埋	投资成本低； 实用性强； 具有较大的处理能力等。	占用大量的土地资源； 厂址选择较为困难； 渗滤液易造成严重的污染现象。
堆肥法	作为潜在肥料； 有益于土地的改良； 机械化程度高； 公众接受度高等。	国内直接应用缺乏经验； 技术不成熟。
焚烧法	充分燃烧垃圾中的有机物质，将易致病的微生物杀死； 减少垃圾的体积。	影响垃圾资源化价值； 焚烧烟气易产生污染，如二噁英。

一般渗滤液的特点概括为四点^[8]：（1）成分的不稳定性，主要取决于垃圾的组成。（2）浓度的可变性，主要取决于填埋时间。（3）组分的特殊性，垃圾中存在的组分在渗滤液中不一定存在，废水中的组分一般在渗滤液中也不一定存在。（4）渗滤液是不同于生活污水的特殊污水。例如，一般污水中含有大量有机物、糖类，以及脂肪和油脂，但是渗滤水中几乎不含油脂，因为垃圾具有吸收和保持油类的能力；氰化物是地表水监测的必测项目，但是渗滤水中却很少存在。

马月根据垃圾填埋场渗滤液的来源以及水质特征，结合国内外研究和应用实例，对垃圾渗滤液处理方式和处理技术进行了综述，如表2和表3所示。

（二）填埋厂址选择

垃圾填埋占用大量的工地，造成资源浪费和“垃圾围城”现象，因此，填埋场的选择就至关重要了。王贯东^[14]指出可以将城市垃圾作为填充料埋在煤炭采出后形成的采空区，一般若采空区没有及时回填，将会引起大面积的地表沉陷，这样就一举两得，促进城市垃圾处理问题和矿山采空区隐患治理结合，有助于社会经济的可持续发展。

关于可行性的研究表明，城市固体垃圾的主要化学成分是与粘土砖块相似的，所以作为填充材料是完全可以的。装袋填充过程，首先对城市垃圾进行预处理，将垃圾收集、分拣（有机物进行堆肥或焚烧处理，可回收废品废物利用），然后将分拣的垃圾干燥、碾碎和压缩，使用沥青固定化，通过钻孔运输到井下储存仓，最后填充采空区。

目前关于城市垃圾装袋充填煤矿采空区还有些亟待解决的关键技术问题。第一，如何在垃圾充填井下前，进行无害化处理，使其充填后不会对井下环境（水、气）产生二次污染；第二，垃圾本身性质决定其固化后的强度不足，如何与煤矸石等固体废弃物材料有效比配以增强其强度，也需要进一步研究；第三，该项工程既涉及具体的充填技术、污染控制和潜在资源的回收问题，也涉及行政、法律及管理上的一系列问题，是一项复杂的系统工程。只有城市垃圾处理部门和煤矿企业统筹协商，一旦这种模式运行，将带来巨大的社会和经济效益^[14]。

（三）合理焚烧

焚烧过程中易产生二噁英和呋喃等二次污染物，危害人体健康，因此，加强政府管理和提高焚烧时空气排放控制设备可以有效地减少其排放。垃圾焚烧是必需的选择，但是针对我国国情，必须严格遵守四不原则：不分拣不焚烧；不财政不焚烧；不公开透明不焚烧；不公平补偿不焚烧。期望通过政府和相关行政部门的共同努力，合理有效地进行垃圾焚烧。

四、国外垃圾处理近况

国外垃圾处理技术近些年出现了新的趋势：首先，改进热处理工艺，开发垃圾衍生燃料法，并且大规模使用热裂解法，如利用水热碳化方法处理垃圾中的有机固体，其产物是一种具有巨大潜力固体燃料^[15]。其次，更加注重生化法，用化学、生物转化制备液态或气态燃料以及肥料^[16]。

表2 垃圾渗滤液处理方式概括^[9]

垃圾渗滤液处理方式	概念	适用范围	优缺点
合并处理	即将渗滤液引入附近的城市污水处理厂处理	当渗滤液量小于城市污水总量的0.5%，并且引起的污染负荷增量不超过10%时	缺点：由于污水处理厂一般远离城镇，所以长途运输成本高，并且存在环境风险，直接汇入城市污水由于其污染物浓度高等特点会造成冲击负荷
土地处理	利用土壤系统的生化作用处理渗滤液，包括人工湿地和回灌处理		优点：投资少。运行费用低等缺点：易受到土地条件的限制，并对土壤和地下水造成污染
场内处理	即生活垃圾填埋场设有相应的污水处理设备	各处理厂均可实行	优点：原位处理较为便捷，已经成为趋势缺点：技术相对不成熟

表3 垃圾渗滤液处理技术概括^[9]

垃圾渗透液处理技术	适用范围	去除效果	优缺点
物化处理技术	吸附法	用于去除渗滤液中难降解有机物、重金属离子以及色度	如活性炭-沸石组合处理渗透液，COD _{Cr} 和NH ₃ -N去除率分别达74.11%和80.86%
	混凝沉淀法	用于去除大分子物质、重金属，还可降解SS和色度	如：铝盐和铁盐的好氧生物处理，COD降解率为50% ^[10]
	催化氧化法	分解大分子有机污染物	如：Fenton法，COD去除率达68.2%
	膜分离法	用于深度处理	一般COD和SS去除率高达95%
	氨吹脱	用于去除高浓度的氨氮	如：鼓风曝气法，pH=9.5催托12小时，氨氮从1400mg/l降至530mg/l ^[11]
生物处理技术	好氧处理	较多应用于BOD ₅ 、COD和氨氮的去除	如：以活性炭为载体，COD、BOD ₅ 、NH ₃ -N和色度的去除率分别达81%、90%、85%和80% ^[12]
	厌氧处理	处理高浓度有机废水效果佳	如：35℃-40℃条件下，采用上流式厌氧器处理高浓度COD（3-8g/l）去除率达95% ^[12]
	好氧-厌氧联合处理	有效去除COD和BOD ₅	如：厌氧-气浮-好氧工艺，大田山处理厂渗滤液中COD和BOD均达一级排放标准 ^[13]

（一）意大利的垃圾处理

2006年，意大利颁布新的环境法，将城市固体垃圾的处理水平提到一个新的台阶。新的垃圾能源转化技术即在垃圾焚烧之前对收集的垃圾进行一系列的机械、物理、化学和生物方法的分拣和处理。对于不可燃烧的金属和玻璃等，则回收利用；对于生活垃圾中的可生物分解的部分进行厌氧发酵，变成沼气收集起来；对于木屑、纸张等可生物干化处理的部分和其他可燃垃圾一起焚烧。这样不仅提高了垃圾回收量，利用焚烧和处理过程产生的热能和沼气为人们提供能源，大大减少垃圾填埋量，也很大程度上减少垃圾带来的空气、地下水和土壤的污染^[17]。

（二）德国的垃圾处理

德国是世界范围内垃圾处理的典范国家之一，具有高效的垃圾处理体系。首先，减少垃圾处理设备数量，形成集中的、规模化的垃圾处理中心；其次，德国垃圾处理实行家庭、工业和企业垃圾的分类收集制度，有效分类定期回收；最后，德国具有多层次的垃圾处理法律体系，保障垃圾经济的全面运行^[18]。

按照以上理念，柏林市拥有两座第三代垃圾处理技术的工厂，处理着近一半的

城市垃圾。第三代处理技术将生活垃圾变“绿色煤炭”，不仅燃烧值与褐煤相当，在发电厂等地使用时硫化物排放很低，不产生二噁英等二次污染物。其处理工艺如图2所示。

（三）日本的垃圾处理

日本由于土地面积比较小，所以一直以来都坚持以减少最终填埋量为主要处理方式，焚烧和填埋并用，并且严格遵守3R原则，即减量化、无害化和资源化。日本的垃圾在被运到垃圾处理站后，会经过严格的分类处理，再被运到最终的垃圾处理厂。其中，可回收利用的垃圾资源送到工厂分解处理利用；可燃垃圾则被分配到垃圾焚烧工厂或是燃料焚烧工厂，把部分有害的可燃物挑拣出来后，使它们自身的体积和重量降低，然后进行焚烧，焚烧中产生的热能源会被用来发电和供热。由于焚烧会导致空气污染，所以日本在焚烧技术的研发和利用方面投入了大量的资金，用于开发和维护垃圾焚烧处理机来减少废气对公众健康的影响。比如，一次燃烧并不能把垃圾完全销毁时，剩余的无机物垃圾和焚烧后的渣滓都要通过二次焚烧进行再处理。同时在处理过程中适当的加入一些重金属垃圾，可用于吸附和降解那些无机物。加入的重金属经过高温溶解后，体

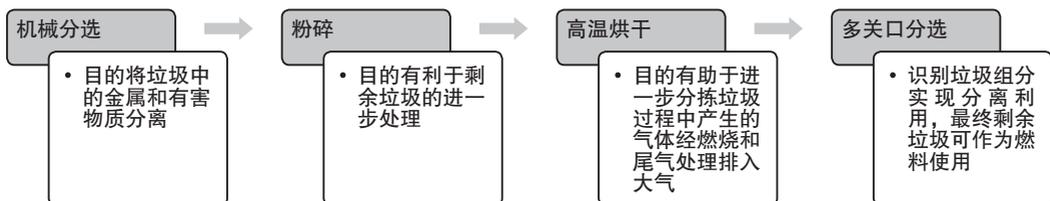


图2 “绿色煤炭”的处理工艺^[19]

积将减小到最少。对于二次焚烧后仍不能彻底分解处理的垃圾再将它们填埋在地底下^[20]。

(四) 国外垃圾处理方式比例汇总

国外普遍观点认为，垃圾是一种放错了位置的“资源”。国际能源署（IEA）特别将垃圾转变为能源作为其发展目标之一。伴随垃圾处理技术的不断发展，国外的基本处理模式是以填埋、焚烧和堆肥三种传统工艺为主，部分国家的处理比例如表4所示。

国外垃圾处理经验丰富值得我们学习，最直接的表现就是分类收集的广泛推广和垃圾排放收费的普遍实行。强调垃圾处理可持续发展，体现在“一小一大一少”，即尽量避免产生垃圾，如果必须产生则使产出量最小；按实际情况最大限度地回收利用垃圾；处理的目标是要减少最终处理量。首先，我们可以学习日本垃圾分类的全民参与，具体表现在：（1）标准精细的垃圾分类条目，包括可燃物、不可燃物、资源类、粗大类和有害类等；（2）法律法规监管有力，限制居民随意丢弃垃圾；（3）重视教育和宣传，将垃圾分类的思想从娃娃抓起，并且根深蒂固。其次，我们要树立“没有真正的垃圾，只有没有得到利用的资源”的想法，向德国、瑞典等发达国家学习资源循环再利用。德国生活垃圾的资源回收是一个巨大的产业，因此垃圾处理业也是一个高利润的行业。德国很多的城市会把垃圾的收集、运输和处理完全委托给一些私有企业，还有很多为私有企业提供垃圾再利用服务的公司，向私有企业提供相关垃圾处理技术咨询和垃圾回收处理等服务。所

表4 部分国家垃圾处理方式比例^[21]

国家	填埋 (%)	焚烧 (%)	堆肥 (%)	回收利用 (%)
日本	10	85	5	0
德国	46	36	2	16
美国	33	40	8	19
法国	45	42	10	3
瑞典	34	47	3	16
新加坡	0	100	0	0

以，重视垃圾资源化，推崇垃圾收费制度是我们学习的。同样，瑞典是世界上垃圾循环利用的领先者，垃圾资源化效率和能力处于世界领先地位。在瑞典必须明确垃圾回收处理的三大主体：地方政府、生产商、其他处理商。地方政府负责生活垃圾回收处理等，通过行政领导、购买服务等方式履行自己的职责；生产商则负责回收、处理掉自己生产的产品，瑞典规定包装物、轮胎、纸张、电池、电子产品、汽车的生产商有义务回收、处理自己的产品，以此减轻政府处理垃圾的负担；其他处理商主要分为公用事业公司和私有公司两大类，有序的分拣和处理垃圾^[22]。这些方式告诉我们，我国的垃圾处理要完善责任机制，将责任落实到相关的部门、企业和个人。建立城市垃圾处理和资源化的新兴产业，从技术研发、设备改进、安装维修、资源利用、垃圾产品生产等发面，将形成一个产业链。鼓励和支持私人或企业参与垃圾处理工程开发和经营，培育和发展的垃圾处理企业或集团，促进垃圾处理产业的发展。同时也要鼓励科研院所、高新技术企业加强垃圾资源化技术的研

究, 不断提高垃圾资源化处理水平。

五、结论

目前, 我国生活垃圾的处理方式主要以混合收集、填埋处理为主。而国外发达国家早已推广垃圾分类收集处理, 并有效地减少垃圾填埋过程中的渗滤液以及有

害气体, 实现了垃圾处理的减量化、资源化和无害化。借鉴国外经验, 我国应该建立完善的垃圾分类收集体系, 与此同时, 加强政府的监督管理, 建立完善的垃圾处理法律法规, 使其符合市场经济的运行机制, 加大资金的投入, 研发先进的处理设备, 以此调动全民参与的积极性, 合理有效地解决我国垃圾处理问题^[22]。 

参考文献:

- [1]张玲玲.垃圾分类回收行为研究现状探讨[J].SILICON VALLEY. 2015,2.
- [2]刘国才等.论城市垃圾分类处理和资源化[J].理论探索.
- [3]路化普等.城市交通规划中环境保护问题探讨[J].交通运输系统工程与信息, 2005,5(1).
- [4]张荣,李维民.我国城市垃圾处理存在问题浅析[J].科技论文与方案交流.
- [5]刘焕杰.城市垃圾处理的现状和对策[J].理论广角.
- [6]Awasthi M K, Pandey A K, Bundela P S, et al. Co-composting of organic fraction of municipal solid waste mixed with different bulking waste: Characterization of physicochemical parameters and microbial enzymatic dynamic[J]. Bioresource Technology, 2015, 182(200-7).
- [7]罗伟,李安钢.城市垃圾资源化再利用处理技术简析[J].科技论文与案例交流.
- [8]奚旦立等.环境监测[M].高等教育出版社.
- [9]马月.城市垃圾渗滤液污染控制技术综述[J].环境科学与管理.2014,39(8).
- [10]赵宗升等.垃圾填埋场渗滤液污染的控制技术[J].中国给水排水.2000,16(6).
- [11]卢平等.高浓度氨氮垃圾渗滤液处理方法研究[J].中国节水排水.2003,19(5).
- [12]徐竺等.上流式厌氧过滤器处理垃圾渗滤液的研究[J].中国沼气.2002,20(2).
- [13]王宝贞等.A(缺氧活性污泥)-B(A/O淹没式生物膜)复合系统处理垃圾填埋场渗滤液[J].给水排水.1996,22(5).
- [14]王贯东.城市垃圾填充煤矿采空区研究[J].资源环境技术推广.2014,16.
- [15]Basso D, Weiss-Hortala E, Patuzzi F, et al. Hydrothermal carbonization of off-specification compost: A byproduct of the organic municipal solid waste treatment[J]. Bioresource Technology, 2015, 182(217-24).
- [16]田忆凯,陈荣等.国外城市垃圾处理的新趋势[J].环保与安全.
- [17]杨青.垃圾给罗马古城带来新生.能源地理.
- [18]佚名.国内国际时讯.
- [19]佚名.人民日报.
- [20]于童.日本垃圾处理技术世界领先.
- [21]柳晓斌.国外垃圾处理技术现状及对北京的启示.低碳论坛.
- [22]杨艳梅.国外城市垃圾处理经验对我国的启示.生态环境.

作者简介: 梁丽琛, 南开大学环境科学与工程学院硕士研究生, 研究方向: 环境科学。

(责任编辑: 卢小文)

The Status-quo and Countermeasures of Urban Refuse Disposal

Liang Lichen

Abstract: It is revealed in an annual report released by the Ministry of Environmental Protection in 2014 that, large-and-medium size Chinese cities produce 1,614 million tons of household refuse, the amount of refuse disposal is 1,573 million tons, with a handling rate of 97.41%. Although most refuse receive immediate disposal, inappropriate disposal methods and absence of policy still result in serious problems affecting water quality, air safety and even human health. The issue of urban refuse disposal is of great public concerns.

Keywords: refuse disposal; status-quo; countermeasure