

# 生态城区建设中固体废弃物的源头减量化和资源化

袁 雯,赵由才

(同济大学污染控制与资源化国家重点实验室,上海 200092)

[摘 要]从理论层面分析了生态城区产生的固体废弃物的特点以及现行的固体废弃物管理中各方面的问题所在,生态城区对固体废弃物在源头减量和生态资源化有更加严格的要求,人的生态环保意识的提升,废弃物再生资源化全面实行清洁生产,建立循环经济体系和完善的废品收购业等可以作为生态城区中达到固体废弃物源头减量化和资源化的手段。

[关键词]生态城区;固体废弃物;源头减量;资源化

中图分类号:X171.4、X705 文献标识码:A 文章编号:1004-4345(2007)02-0205-05

## Minimization and Recycling of Solid Wastes from Ecological Districts

YUAN Wen, ZHAO You-cai

(State Key Laboratory of Pollution Control and Resource Recovery, Tongji University, Shanghai 200092, China)

**Abstract** This paper analyzes the characteristics of solid wastes from ecological districts and problems existing in current solid waste management. The ecological district should have more strict requirements on the minimization of solid wastes from sources and the waste recycling. The effective means of reaching the goal of waste minimization, recycling and reuse in the ecological district include the followings: the increase of people's environmental awareness, the recycling and reuse of wastes, the overall implementation of clean production, the creation of the circulative economy system and the improvement of the waste recycling industry, etc.

**Keywords** Ecological district; solid waste; minimization of waste from source; resource recovery

## 1 前 言

20世纪是全球工业化和城市化高速发展时期,人类社会在创造巨大物质财富的同时,也付出了沉重的环境代价。历史证明,建立在高能耗、高物耗、重污染、重生态破坏基础上的传统发展模式已难以为继。经济快速增长的同时带来空前的生态环境与资源压力<sup>[1]</sup>。

生态城区要求固体废弃物改变末端无害化处理的传统做法,要从产生的源头减量化,减少其对环境造成的压力;要实现充分的资源化,以促进循环经济的发展。在生态城区的模式中,对固体废弃物的源头减量化和资源化是固体废弃物管理的关键<sup>[2]</sup>。

生态城区改变了固体废弃物是废物的传统思维

模式,随着人类认识的逐步提高和科学技术的不断发展,被认识和利用的物质越来越多,昨天的废物有可能成为今天的资源,它处的废物在另外的空间或时间就是资源和财富<sup>[3]</sup>。一个时空领域的废物在另一个时空领域也许就是宝贵的资源,因此固体废物应该是在时空上错位的资源。固体废弃物应该成为推动生态城区中循环经济实现的有利源泉。

## 2 固体废弃物管理的发展阶段

总体来看,世界各国固体废弃物的管理发展经历了四个阶段<sup>[4]</sup>:

第一阶段:为维护环境卫生而进行无害化处理的阶段。这一阶段的主要目标是清运城市固体废弃物,以保证城市环境清洁卫生,固体废弃物处理以简

收稿日期:2006-11-10

作者简介:袁 雯(1982—),女,上海人,硕士研究生,主要研究方向为矿化垃圾资源化利用;赵由才(1969—),男,福建人,教授、博导,主要从事填埋场渗滤液处理、矿化垃圾资源化利用、危险废弃物管理等工作。

易填埋和焚烧为主,方法简单,成本低,会带来二次污染和恶性事故。

**第二阶段:避免产生二次污染的处理阶段。**在这一阶段人们开始注意防治固体废物处理产生二次污染,采用卫生填埋、带有烟气处理设备的焚烧技术处理城市固体废物。这一阶段的特点是固体废物焚烧发电,供热等余热利用技术得到发展。

**第三阶段:资源化阶段。**这一阶段管理的重点开始转向如何分别对不同类废物实行分别管理。随着固体废物产生量的增大,成分的不断变化,其中可以再循环使用的成分急剧增加。资源化系统成为城市固体废物综合处理系统中的一个重要组成系统。

**第四阶段:源头减量化和资源化结合阶段。**这一阶段,源头避免的生态设计思想和全过程管理模式逐步确立其重要地位。随着可持续发展要求的逐步深入,城市固体废弃物的处理需要越来越高,人们认识到解决固体废物问题的最佳途径,是避免固体废弃物的产生和源头减量,然后通过综合处理,实现资源的充分回收和最佳利用,使需要无害化处理处置的固体废物最小量化。同时随着人类对于人与自然环境之间关系的认识,开始探讨可持续的发展模式与固体废物管理模式。基于对产品整个生命周期的分析,在产品阶段就考虑避免污染。固体废物管理发展到了源头避免为主,资源化高度发展的全过程管理阶段。

### 3 生态城区中固体废弃物的管理

#### 3.1 生态城区的内涵和表征

生态城区的内涵可以概括为:城市是由社会、经济、环境三个子系统构成的一个大生态系统,系统内社会进步向着健全文明、经济发展向着高效持续、环境变化向着和谐美丽,而且城乡生态系统整体上处于动态的平衡和优化<sup>[9]</sup>;也即实现人与自然的协调、持续发展。随着时代的进步,生态城市的内涵也在不断地丰富和发展,它不仅反映了人类对城市可持续发展的美好要求,而且也体现了人类对人与自然关系认识的提高,是生态价值和生态文明在人类发展过程中的自觉表现。概括而言,根据生态城区的内涵,生态城区和表征如下<sup>[9]</sup>:

**和谐性:**这是“生态城区”的核心内容,主要体现人与自然、人与人、人工环境与自然环境、经济社会发展与自然保护之间的和谐,并寻求建立一种良性

循环的发展新秩序。

**高效性:**科学高效地利用各种资源,不断创造新的生产力,物尽其用,地尽其利,人尽其才。物质、能源得到多层次分级利用,废弃物循环再生达到最大化。各个行业、部门之间的关系协调。

**持续性:**以可持续发展为指导,兼顾不同时间、空间、合理配置资源,公平地满足现代与后代在发展与环境方面的需要。实现城区发展的健康、和谐。

**循环性:**要求在城区内实现“资源—产品—再生资源”的反馈式流程<sup>[9]</sup>,城区内的物质和能源能在循环中得到合理和持久的利用。

**系统性:**由经济、社会、自然生态等子系统组成的具有开放性、依赖性的复合生态系统,各子系统在生态城区这个大系统内整体协调并且均衡发展。

**区域性:**建立趋于平衡基础之上的人类活动与自然生态完善结合的产物,使城乡融合,形成互为一体的开放体系。

#### 3.2 生态城区各项表征对固体废物管理的要求

生态城市中技术与自然充分融合,人的创造力和生产力得到最大限度的发挥,而居民的身心健康和生态规划是城市规划的必由之路<sup>[9]</sup>。城市生态系统单靠“自我调节”是能适应“突变过程”的。这就要求人们应用生态学的观点,按照自然界的客观发展规律,采取相应的对策,对城市生态系统中各种组成要素加以改造,合理地建立各种要素之间的联系,以达到最大限度的利用资源、发展生产、保护环境、造福人类的目的。对待固体废物问题的优先顺序应该是:避免产生—循环利用—最终处置<sup>[9]</sup>。

生态城区建设以可持续发展战略、循环经济和生态城区建设原则为指导,以建设循环经济体系为核心。这同时也是固体废物处置所要坚持的战略以及贯彻的理论<sup>[9]</sup>。在固体废物管理方面要达到生态城区的要求,必须改变传统的环卫管理体系和末端处理处置的模式,而是要全面、科学地规划城区内固体废弃物的管理,合理优化配置资源,统一对固体废弃物的产生、收集清运、中转运输和处理处置的全过程进行规划设计,建立起城区固体废物综合管理体系。探索符合生态城区特点的固体废物减量化管理、资源化利用、无害化处置的模式,实现环境效益、生态效益、社会效益和经济效益同步协调发展。

##### 3.2.1 和谐性对固体废物管理的要求

生态城区的和谐性,要求多方面的和谐发展。在经济社会发展与自然保护之间的和谐性方面就要求

固体废弃物从产生到最终处置尽可能对自然环境的负作用最小。固体废弃物的管理是城区管理的重要内容,其水平高低体现了一个城区的经济发展水平和文明程度,影响到人民群众的生活质量,关系到城区的总体形象和投资环境。要做到经济发展和自然环境保护的和谐性,固体废弃物的源头减量化必须放在首位<sup>[11]</sup>。从源头减量是实现环境保护的最佳途径。固体废弃物实现减量化之后还会节省城区宝贵的土地资源,固体废弃物不会因为堆放而造成城区面貌的下降。同时也不会对城区的水环境和大气环境造成不良影响。固体废弃物从“摇篮”到“坟墓”的全程管理中,在“摇篮”阶段就对其进行控制,使其对环境的负影响降至最低,有利于实现生态城区的和谐性<sup>[12]</sup>。

循环经济要求把经济活动组织成一个“资源—产品—再生资源”的反馈式流程,所有的物质和能源要能在这个不断进行的经济循环中得到合理和持久的利用,从而把经济活动对自然环境的影响降低到尽可能小的程度。而传统工业社会的经济是“资源—产品—污染排放”单向流动的线性经济,使资源不断变成废物,通过反向增长的自然代价来实现经济数量型增长。

### 3.2.2 高效性对固体废弃物的要求

生态城区的高效性,对固体废弃物的再生循环利用和资源化提出了很高的要求。随着人类认识的逐步提高和科学技术的不断发展,可被利用的物质越来越多,昨天的废物有可能成为今天的资源;它处的废物在另外的空间或时间就是资源和财富<sup>[13]</sup>。物尽其用就是要使固体废弃物充分发挥作用,以求达到最高效的利用。

生态城区建设过程中对固体废弃物处理的认识和理念有一个从线性模式到循环模式的飞跃<sup>[14]</sup>。目前,我国城市固体废弃物处理的最主要方式是填埋,约占全部处理总量的 70%以上;其次是高温堆肥,约占 20%以上;焚烧量甚微。这些只处理不利用的处理方式,就是所谓的城市固体废弃物处理的线性模式。

现代城市固体废弃物处置的认识和理念上一个本质的飞跃就是实现了由线形模式到循环模式观念的转变。以前只要能把垃圾无害化处理就达到了目的。而如今人们认识到发展循环经济,将垃圾作为资源二次利用,这才是城市垃圾处理的可持续发展方向。

循环模式看似简单,但却是一项十分复杂的系统工程。例如城市生活垃圾,垃圾分类收集需要从源

头做起,千家万户将垃圾分门别类地存放,这涉及到宣传、教育、意识和法律等;要有专门的回收机构,转变目前垃圾管理体制;精细地分类回收后的各类垃圾,需要分类设备、分类加工和处理技术等;尔后送到各种可加工利用这些垃圾的工厂,这又涉及到垃圾处理产业化市场的培育、财税金融政策等经济杠杆的运用。这些问题是客观存在的,不是在短时间内所能解决的。

### 3.2.3 持续性对固体废弃物管理的要求

生态城区的持续性,要求固体废弃物的管理符合可持续发展战略和原则。生态城区的可持续性有以下方面的要求,其中包括了固体废弃物管理的要求。

(1)在能源使用上,要从化石能源和核能等污染环境的能源转移到可再利用率高的太阳能、风力和潮汐和地热等绿色能源上来<sup>[16]</sup>。

(2)要抵制为倾销商品而进行的过分包装。同时,使用可以回收再利用的包装材料和容器,实现产品的绿色包装<sup>[17]</sup>。

(3)对产品最大限度进行绿色设计,而不单单注重新产品的开发和产品质量的提高。要尽可能地减少原材料的消耗,并选用能够回收再利用的材料和结构。

(4)减少产业废弃物的排放量,并进行尽可能彻底的回收再利用,对于有害的产业废弃物及时进行环境无害化处理<sup>[18]</sup>。

(5)培育回收再利用产业,使消费后的产品资源化,从而使生活废弃物的填埋和焚烧处理量降低到最小。

### 3.2.4 循环性对固体废弃物管理的要求

目前的经济模式是线性经济,其特征是高开采、低利用、高排放(所谓两高一低)。这与可持续发展战略相背离,是引起当今环境问题日趋严重的重要原因。为改变这种状况,生态城区中要实现的是循环经济,它以物质闭环流动为特征,可以在资源环境不退化甚至得到改善的情况下促进经济增长,从而实现可持续发展所要求的环境与经济双赢的战略目标。可持续发展的必要条件就是集约型增长的循环经济。以下 4 点可以说明循环性的实质。

(1)投入最小化:凡不可再生的资源、能源要尽量少用,多采用被再生的以及可再生的资源,即在经济活动中新投入的不可再生资源 and 能源要最小化。

(2)回收利用最大化:产品在使用以后,有的可以修复再使用、有的可以再使用、有的可加工后再使

用,凡符合这些条件的都要回收利用,使在整个物质循环过程中排出的废物尽可能少<sup>[19]</sup>。

(3)资源能源的使用效率最大化。

(4)环境的改变尽可能小;通过对最终排出的少量废物进行有效治理,使大气、水系、土壤等所受的影响降至最小。

这些都要求固体废弃物满足“减量化、再利用、再循环”的原则(也称为3R原则)。其中,减量化原则(Reducing)旨在减少进入生产和消费流程的物质量;再利用原则(Reusing)属于过程性方法,旨在延长产品和服务的时间强度;资源化原则(Recycling)是输出端方法,通过把废弃物再次变成资源以减少最终处理量。这些原则也是循环经济的操作原则,对循环经济的成功实施都是必不可少的<sup>[20]</sup>。

### 3.2.5 系统性对固体废弃物管理的要求

在企业与企业之间形成废弃物的输出输入关系,即把不同的工厂联接起来形成共享资源和互换副产品的产业共生组合,使得这家工厂的废气、废热、废水、废物成为另一家工厂的原料和能源<sup>[21]</sup>。这种工业发展模式是符合生态城区系统性的要求。在企业和企业之间形成一个有机的整体和系统。将不同企业产生的废弃物互相利用,对某些企业而言其废物在另外的企业中就可以变成资源。实现这一点需要在城区内建立完善的废弃物信息管理和交流平台,以便使企业之间的废弃物信息互相了解。

生态城区中最重要的物流特征是:“资源—产品—再生资源”,在这个系统中已经没有了废弃物的概念,而转化成了再生资源。充分说明了废弃物必须融入良性的生态循环系统中,这同样要求固体废弃物要做到资源化。

### 3.2.6 区域性对固体废弃物管理的要求

区域性要求生态城区有地区性的固体废弃物的监控和管理机构,以便有效地对固体废弃物进行管理和资源化利用。

在北美和欧洲,大多数经合组织管辖区都有固体废弃物方面的专业技术机构,这些地区性专业技术机构定期召开会议和年会,为会员提供交流想法和信息的机会,明显地提升了这一领域的整体专业化程度。很多主要利益相关者是国际固体废物协会(ISWA)的会员,国际固体废物协会举办全球性的会议,制定政策和技术指南,广泛地满足大范围的国际会员的需求。

地区性的社区团体对固体废弃物管理政策与业

务有着显著影响。许多国家的社区团体都参与设施的规划,并对转运、处理和处置设施的选址和许可的决策过程有高度影响。如在设施规划过程中没有组织良好的公众参与,那么在拟建设施附近的社区团体可以推迟甚至阻止设施建设的实施。地方社区团体还能够在防止乱丢垃圾、制定废物收集时间表、运输路线和废物减量计划方面起着很大的作用。

## 4 达到生态城区固体废弃物管理要求的措施

### 4.1 工业企业走生态化道路

#### (1)树立市场位与生态位并重的观念

工业企业,尤其是大型工业企业或企业集团作为人类社会复合生态系统的重要组成要素,直接影响人类社会生态环境系统的稳定与进步。随着可持续发展观的形成与推广,生态观已成为全球工业企业,尤其是大型企业或集团生存与发展的支撑性观念。发达国家的大型工业企业特别重视以生态观念为企业生存与发展的理念支撑。

#### (2)树立可持续发展的观念

从表层看,企业的目的在于“营利”,而从本质看,企业的根本目的在于可持续发展。因此,从可持续发展的角度看,我国工业企业,尤其是大型企业或集团从“人本主义”观念转变为“生命主义”或“地球整体主义”,并站在更高的视角审视企业自身的发展。

#### (3)树立经济、生态、社会三大效益协调发展的观念

对一个工业企业而言,追求“经济效益”,通过市场获取利润是工业企业发展的基本动力,也是企业自身可持续发展的经济条件。但是工业企业经济效益、生态效益及社会效益的严重不协调又会制约工业企业经济增长和可持续发展。应引导工业企业从单纯的“利润最大化”、“经济效益优先”等观念转变为“经济、生态、社会三大效益协调发展”的观念。这不仅有利于工业经济可持续发展,也有利于工业企业自身的生存与发展。工业企业生态规划是谋求工业企业与自然环境的协调,促进工业结构的调整、优化与升级,从而实现可持续发展的重要途径。

### 4.2 全面推行清洁生产,重视源头防治

清洁生产包括节约原材料和能源,淘汰有毒原材料并在全部排放物和废物离开生产过程以前减少它们的数量和毒性。对产品而言,清洁生产策略旨在减少产品在整个生产周期过程(包括从原材料提炼

到产品的最终处置)中对人类和环境的影响<sup>[21]</sup>。清洁生产通过应用专门技术、改进工艺技术和改变管理态度来实现。

通过资源的综合利用,短缺资源的代用,二次资源的利用以及节能、省料、节水,合理利用自然资源,减缓资源的耗竭。

减少废料和污染物的生成和排放,促进工业产品的生产、消费过程与环境相容,降低整个工业活动对人类和环境的风险。

生态城区中,企业要全面推行清洁生产的重要性:

#### (1) 推行清洁生产是产业结构调整的需要

为了保护未来长期持续发展所需要的资源和环境,必须把可持续发展的思想结合到我国的产业结构政策中。在我国最近 5 年和 10 年规划纲要中关于经济建设的几个重要问题,就体现了保护环境和资源的方针,明确技术改造的重点要放在节约能源、减少原材料消耗,提高产品质量、档次,以及防止污染上来,并加强资源的综合利用。

#### (2) 推行清洁生产是参与国际竞争的需要

清洁生产对当代世界各国经济发展和环境保护的影响是深远而广泛的,最终将改变各国的工业结构,并直接影响各国经济的总体发展方向和水平;影响各国技术和产品的国际竞争力。

### 4.3 建立城区内固体废弃物循环利用模式

对待废弃物问题的优先顺序为:避免产生—循环利用—最终处置。要求人们改变废弃物是无用的东西这一传统观念,把废弃物进行第二次的循环再利用,以达到固体废弃物资源化的要求,同时也实现了固体废弃物的减量化。循环利用方式的建立依赖于—组以“减量化、再使用、资源化”为内容的行为原则<sup>[23]</sup>。

“再利用”要求尽可能多次以及尽可能以多种方式使用人们所购买的东西。人们可以将可再次利用的物品返回市场体系供别人使用或捐献不再需要的物品给需求者。

“资源化”要求尽可能多地再生利用或资源化<sup>[24]</sup>。资源化是指把被认为“废物”的物质返回工厂,在那里再次融入新的产品之中,即将消费者遗弃的“垃圾”资源化形成新的产品。

### 4.4 建立可持续的城区垃圾管理系统

生态城区是以可持续发展战略、循环经济理念和生态城市建设原则为指导,以建设循环经济体系为核心的一项系统工程。城区内的固体废弃物管理体系也要贯彻可持续发展的理念,根本出发点在于

对垃圾中可用物质的挥手利用和消除对环境的污染。怎样使废物转变为资源,需要在全社会范围内进行统筹协调与合理组织才能实现<sup>[25]</sup>。

可持续的城区垃圾管理系统由废物产生前的管理和废物产生后的管理两大部分组成。前者可称为社会综合管理,主要管理目标是源头削减和资源的循环利用,即实现减量化,内容涉及清洁生产、能源结构改善、包装物削减、物质能量回收利用等方面;废物产生后的管理称为行业管理,即传统意义的城市垃圾管理,主要管理目标是城市垃圾的资源化和无害化,内容包括垃圾的收集与分类、运输、有用物质和能量的回收以及剩余垃圾的无害化处置等。

与传统的城市固体废弃物管理相比,生态城区的城区固体废弃物管理体系,具有动态适应性、技术综合性、环境协调性、经济可行性、公众参与性。

### 4.5 废品收购行业规范化和产业化

废品回收是垃圾减量化和资源化的一条重要途径。在垃圾产生之后,收集处理之前,垃圾中还有很多可以再利用的物质,经过回收系统的收集、整理,送往加工企业再次利用,可成为再生资源,重新进入经济生产系统。建立完善的资源回收系统,对那些在消费过程中产生的,即将进入城市生活垃圾中的可再生利用资源进行回收和再生利用,这在生态城区固体废弃物管理中应处于优先位置。

废品收购行业就是再生资源的回收利用,在生态城区的经济中应当占有重要的地位。做好废品收购工作,对于支援工农业生产、挖掘物资潜力、增加社会资源、创造社会财富、推动社会节约、保护环境卫生、促进国民经济发展等方面有着重要的意义和作用<sup>[26]</sup>。

## 5 结论与建议

生态城区把循环经济作为发展战略,以高新科技产业和新型工业为主导趋势,建立起有高效物质流、能量流和信息流的生态工业链式结构。固体废弃物遵循减量化、资源化原则,依靠技术创新和政策引导,实现经济效益、资源效益和环境效益的“多赢”<sup>[27]</sup>。

模仿自然生态系统,使资源和能源在这个城区系统中循环使用,上家的废料成为下家的原料和动力,尽可能把各种资源都充分利用起来,做到资源共享,各得其利,共同发展。

(下转第 222 页)

生改变。利用脱硫剂与烟气中的 SO<sub>2</sub> 发生化学反应, 吸收吸附作用等, 经旋风除尘器将生成的固体颗粒去除, 从而达到去除 SO<sub>2</sub> 的目的。根据这样的机理, 建立高活性碱粉增湿脱硫工艺的试验装置, 并且进行正交试验, 利用正交试验得出影响脱硫效率的因素及其作用大小, 根据正交试验得出的影响因素, 分别对其进行单因素分析及讨论。该工艺方法费用低, 对于产生的产物可以回收利用, 避免了飞灰的影响, 提高了脱硫剂的利用率和 SO<sub>2</sub> 的去除率, 避免了由于没有反应完全的石灰加湿后发生硬化, 减少了对

管壁玷污的可能性。

【参考文献】

[1] 于水军. 粉煤灰物理化学激活新方法研究[J]. 粉煤灰综合利用, 1998, 2.  
 [2] Tomohiro I. initial step of flue gas desulfurization—an ir study of the reaction of SO<sub>2</sub> with CAO, environ.Sci[J]. technol, 2000, 34.  
 [3] 高正中. 实用催化[M]. 北京: 化学工业出版社, 1996.  
 [4] Jozeic. w; fly ash recycle in dry scrubbing[D]. environ. prog, 1996, 5.  
 [5] Uneo. the process for preparing desulfurization and denitrating agents[D]. u.s. pat, 1986, 12: 16.



(上接第 209 页)

【参考文献】

[1] 郭慧光, 杨 茜. 点评城市垃圾处置[J]. 云南环境科学, 2003, 22(4): 21~23.  
 [2] 陈 婷. 环境近似调整后的 GDP 核算及其在生态城市规划中的应用初探[D]. 上海: 同济大学硕士学位论文, 2005.  
 [3] Municipal Solid Waste Generation, Recycling, and Disposal in the United States [EB/OL]. <http://www.epa.gov/msw/msw99.htm>.  
 [4] 赵由才. 固体废弃物污染控制与资源化[M]. 北京: 化学工业出版社-环境科学与工程出版中心, 2001.  
 [5] 冯东方. 城市垃圾的现状[J]. 城市环境与城市生态, 2003, 18(3): 19~22.  
 [6] 国家环境保护污染控制司. 城市固体废弃物管理与处理处置技术[M]. 北京: 中国石化出版社, 2000, 40~48.  
 [7] 邓立华, 阎晓蓉. 医用垃圾的管理[J]. 中华医院感染学杂志, 2004, 14(8): 31~32.  
 [8] 朱 峰. 我国电子废弃物商品化处理可行性初探[J]. 江西农大国土资源与环境学报, 2004, 12(4).  
 [9] 伊秋生. 改变单纯无害化治理加快发展循环经济[J]. 内蒙古环境保护, 2003, 11(9): 32~35.  
 [10] 臧文超. 我国城市生活垃圾管理对策思考[J]. 环境保护, 1998, 3(9): 8~9.  
 [11] 卢英方, 田金信. 中国城市生活垃圾管理体制探讨[J]. 环境卫生工程, 2002, 13(6): 17~19.  
 [12] 沈雪梅, 俞 凯. 城市垃圾处理产业化的现状和对策[EB/OL]. <http://sdep.cei.gov.cn/index/a/aindex.htm>  
 [13] 苏征耀. 垃圾, 垃圾! —现代文明城市的呻吟与呐喊[J]. 生态环境与保护, 2004, 2(1): 29~30.  
 [14] 阳 夏. 人类的理想城市—生态城[J]. 城市生态, 2004(8): 13~14.  
 [15] Mengiseny E. Kaseva and Stephen E. Mbuligwe, Appraisal of solid waste collection following private sector involvement in Dar es

Salaam city[J]. Tanzania, Habitat International, Volume 29, Issue 2, June 2005, Pages 360~366 .  
 [16] 金运成. 建生态城市走人和自然和谐发展之路[J]. 绿色中国, 2003, 12(5): 58~59.  
 [17] Roseland, Mark. Dimensions of the future: An eco-city overview. Eco-city Dimensions, New Society Publishers [M]. Gabriola Island, BC, 1997.  
 [18] 薛东辉, 刘与东. 城市垃圾处理系统的新思路[J]. 绿色广场, 2005, 21(2): 24~26.  
 [19] An interval nonlinear program for the planning of waste management systems with economies-of-scale effects—A case study for the region of Hamilton, Ontario, Canada, European Journal of Operational Research, In Press[J]. Corrected Proof, Available online 23 May 2005, X.Y. Wu, G.H. Huang, L. Liu and J.B. Li  
 [20] 毕 仁. 3R—循环经济的核心[J]. 环境保护, 2004, 5(11): 37~38.  
 [21] 苗泽华. 论工业企业生态规划与区域可持续发展[J]. 中国人口、资源与环境, 2003, 11(13): 107~108.  
 [22] 何 涓. 清洁生产—走可持续发展之路[J]. 四川环境, 2003, 12(22): 77~79.  
 [23] 张 帆. 城市垃圾的处理和防治对策[J]. 环境科学动态, 1996, 9(3): 62~63.  
 [24] 马晓翼. 固体废弃物的处置与生态环境保护[J]. 重庆环境科学, 2001, 20(1): 31~34.  
 [25] 彭绪亚. 可持续的城市生活垃圾管理模式及其建议[J]. 中国人口、资源与环境 2002, 7(12): 146~147.  
 [26] S. T. A. Pickett, M. L. Cadenasso and J. M. Grove, Resilient cities: meaning, models, and metaphor for integrating the ecological, socio-economic, and planning realms [J]. Landscape and Urban Planning, Volume 69, Issue 4, 30 October 2004, Pages 369~372 .  
 [27] 张新颖. 回收物流[M]. 北京: 中国物资出版社, 2003.