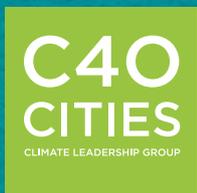
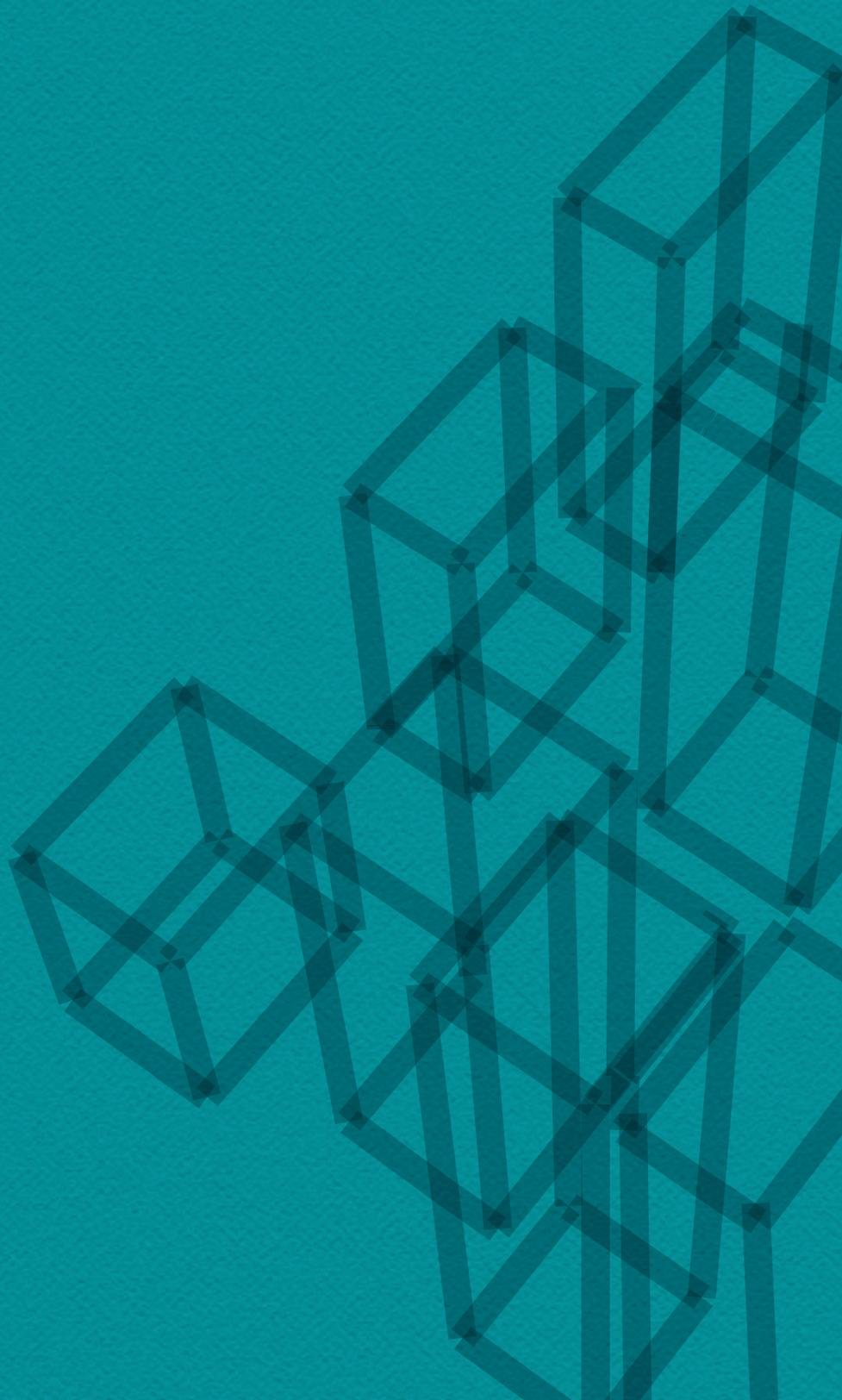


良好实践指南

# 变废为宝



## **C40城市气候领导联盟**

C40城市气候领导联盟已经成立了11年,联系着全球80多座最大的城市,代表6亿多人口和四分之一的全球经济。C40由城市创建和领导,致力于推动城市温室气体减排、降低气候变化风险、应对气候变化,同时提升市民的健康和福祉,增加经济机会。[www.c40.org](http://www.c40.org)

C40城市气候领导联盟对温室气体减排和降低气候风险的关键领域制定了一系列良好实践指南。指南概述了具体气候行动的主要好处,同时列出城市可以采用或有效扩大规模的方法和战略。这些指南的制定是基于C40城市的经验教训,以及参与这些领域的龙头组织和研究机构的研究成果和建议。这些良好实践方法对参与C40网络的城市以及世界其他城市均有帮助。

# 目录

<b>执行摘要 .....</b>	<b>3</b>
<b>1 背景 .....</b>	<b>4</b>
1.1 目的 .....	4
1.2 引言 .....	4
<b>2 变废为宝系统和气候变化 .....</b>	<b>5</b>
2.1 什么是固废管理? .....	5
2.2 从废物管理到资源管理 .....	5
2.3 从资源管理到循环经济 .....	7
2.4 实现可靠的变废为宝系统的好处 .....	8
2.5 实现可靠的变废为宝系统的挑战 .....	9
<b>3 交付成功的变废为宝系统 .....</b>	<b>9</b>
3.1 最佳实践类别 .....	9
3.2 设定宏伟目标 .....	10
3.3 着重综合规划和快速部署 .....	12
3.4 通过管理和公共采购支持循环经济 .....	13
<b>案例研究：奥克兰零废物计划公私合营 .....</b>	<b>15</b>
3.5 提升促进源头削减和强制分离的意识 .....	16
<b>案例研究：横滨 3R 梦想计划 xxxvi—让企业和居民参与废物削减 .....</b>	<b>17</b>
3.6 面向食品和绿色废物削减 .....	17
<b>4 阅读参考 .....</b>	<b>22</b>

## 执行摘要

市政固体废物管理战略可以通过气体回收和经过改善的填埋实践达到有效的温室气体减排，而且能够通过受控堆肥、变废为能设施和扩建的收集设施避免产生大量的温室气体。此外，通过保护原材料、改善能源和资源效率以及避免化石燃料，废物最少化、回收利用和再利用是温室气体减排行动领域的代表性行动。

通过综合的废物管理行动，城市实现减排的机会很大，由于城市有权力制定法规进行变革，该地区还有更多行动的机会。必须在地方资源可用性、经济学和环境关注的框架范围内进行综合废物管理设计、规划和实施。

本良好实践指南重点为成功交付转废为能系统的几大关键因素，并进行了引导城市获得更好的经济、社会和环境成果的最佳实践调查。其中包括：

1. 设定宏伟目标
2. 着重综合规划和快速部署
3. 通过管理和公共采购支持循环经济
4. 促进源头削减和强制分离
5. 面向食品和绿色废物削减

成功的废物管理系统旨在从产品中抽取最大的现实效益并产生最少量的废物。废物层次的恰当应用有几个好处，其中包括温室气体减排、降低环境污染和能耗、节能、创造就业和刺激绿色技术的开发。

C40 变废为宝网的建立是为了支持城市分享在超越废物管理实现资源管理中获得的经验和教训。

本良好实践指南旨在总结出能够在全球范围内进行传播的变废为宝良好实践的关键因素，突出表现 C40 城市在规划和实现成功的变废为宝系统中的成功。

# 1 背景

## 1.1 目的

C40 城市气候领导联盟对温室气体减排和降低气候风险的关键领域制定了一系列良好实践指南。C40 良好实践指南对具体气候行动的主要好处进行概述，同时列出城市可以采用的成功方法和战略来实施这些行动或有效地扩大这些行动规模。这些指南是基于 C40 城市的经验教训，以及参与这些领域的龙头组织和研究机构的研究成果和建议。本良好实践指南重点为成功实现从废物管理升级到资源管理的几大关键因素，并进行了引导城市获得更好的经济、社会和环境成果的最佳实践调查：这些方法对参与 C40 变废为宝网的城市以及世界其他城市均有帮助。

## 1.2 引言

废物管理排放和处理占城市温室气体排放的比例越来越高。由于废物的产生比任何其他环境污染物（包括二氧化碳）的产生速度都要快，必须采取措施减少这些影响，特别是在发展中国家，废物占到总排放的很大一部分。<sup>i</sup>

固废处理和管理活动会产生甲烷（CH<sub>4</sub>）、二氧化碳（CO<sub>2</sub>）和氮氧化二碳（N<sub>2</sub>O）。填埋是产生甲烷的第三大人为来源，占全球甲烷排放量约 11%，约等于 800MtCO<sub>2e</sub>。<sup>ii</sup>

市政固废管理战略既能通过填埋气体回收和做法改善处置和处理活动而实现有效的温室气体减排，同时也能通过受控的堆肥和/或先进能源回收系统避免产生大量的温室气体，也可以通过改善收集服务从废物流中分流宝贵的材料。

通过保护原材料、改善能源和资源效率以及避免化石燃料，废物最少化、回收利用和再利用代表的是与日俱增的间接温室气体减排的重要潜力。

## 2 变废为宝系统和气候变化

### 2.1 什么是固废管理？

废物管理包括固体废物收集、运输、处理、回收利用、处置和监测。进行固废管理是为了避免对人类健康和环境的不利影响。

大多数城市通过直接所有制和运营或通过政策设定及实施负责废物管理。废物管理是市政预算最大成本之一，废物管理系统要取得成功并可持续，需要考虑环境、社会文化、法律、制度和经济相关的技术解决方案。

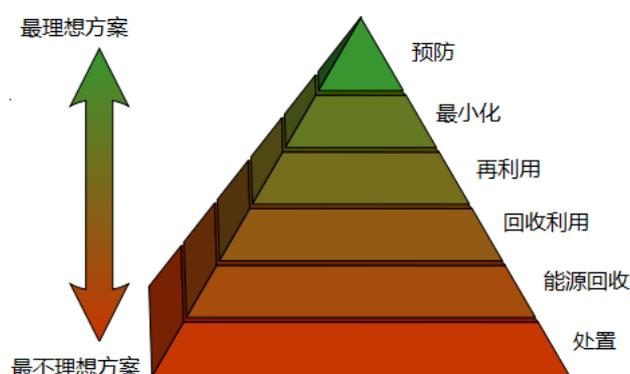
随着全球人口暴增，全球越来越以消费为导向，而且容易浪费。新兴城市面临消费增长和对更好的服务的需求，所以废物管理的问题尤为迫切。

C40 的‘特大城市气候行动 3.0’研究表明：C40 城市在废物管理部门采取的行动超过 1039 项，约 50% 具有改革性质，这意味着这些行动是在全市范围开展的，重点行动为废物源分离政策（>60%）、再利用方案（>60%）和电子废物回收利用（>50%）<sup>iii</sup>。

### 2.2 从废物管理到资源管理

从生产原材料的提取到制造、配送、使用和处置，所有的产品和服务都会产生环境影响。根据废物处置策略层级的原则，对产品的生命周期进行管理，能够做到最具资源效率而且环境可靠的选择。

废物处置策略层级是对资源和能源消耗过程中从最有利到最不利行动的环保过程评估。这一层级根据可持续性确立了重点计划。普遍认可的‘完善废物管理’系统将行动放在金字塔尖，将行动最少化的目标放在塔底。



**预防废物和废物最少化：**预防废物是指减少产生的废物量，减少该废物的有害成分以及减少其对环境的影响。这建立在一个简单的理念上：如果你产生的废物少，你消耗的资源就少，那么久不需要花很多费用对产生的废物进行回收利用或处置。预防废物包括严格避免产生废物以及在源头进行定性和定量削减。

**再利用：**再利用是指为同一目的（例如：回收的玻璃牛奶瓶）或不同目的（如：将旧果酱罐用于存放食物）对某一产品使用一次以上。对产品进行维修、出售或捐赠给慈善/社区团体也能减少废物。如果可能就尽量进行再利用而不是回收利用，因为再利用更方便，不需要在再使用前进行重新加工。

**回收利用：**回收利用是将原本会被当做垃圾扔掉的材料进行收集和处理并将其变为新产品的过程。回收利用是对无法进行再利用的废物进行管理的有效方法。可以防止废物被运送到填埋场，能把废物变成新货物或产品。其中也可能涉及到将旧材料翻新货变成完全不同的产品。例如：用过的玻璃瓶可以回收利用成新的瓶子或作为道路材料用于建筑项目。有效的回收利用往往要求根据不同材料对废物进行分离，从而实现有效的回收利用。有机材料堆肥可以成为有用的土壤改良剂，让土壤获得碳和营养物，也是一种宝贵的回收利用形式。

**能量回收：**从废料中回收能源是通过各种工艺将不可回收利用的废物材料转换为可用的热量、电力或燃料，包括燃烧、气化、厌氧消化和填埋气体（LFG）回收。该过程通常被称为变废为能（WTE）。批评人士指出，焚化炉或其他高温过程破坏宝贵资源，碳排放量高，和循环经济不兼容，会减少回收利用的动力。但是这一问题还有待讨论，因为欧洲国家对大部分（70%）废物进行回收利用并将其余废物进行焚烧以避免填埋。固废有机物焚烧的处置方法让其转化为残余物或气相物。这种方法对处理固废管理中的残余物和废水管理中固体残余物都有好处。该过程将固废量减少到原来量的 20-30%。

**处置：**处置是通过填埋、焚烧和其他最终手段对废物进行处理。填埋场的废物处理涉及填埋垃圾，这是大多数国家的普遍做法。设计良好而且管理完善的填埋场可以保持卫生而且是一种相对廉价的废物处置方法。现代填埋场的设计特点包括采用粘土或塑料衬里材料等对渗滤液进行截留。

## 2.3 从资源管理到循环经济

当今世界的资源和环境压力越来越大，城市有机会成为向资源有效且最终再生的循环经济进行紧急过渡的推动者<sup>iv</sup>。

城市及地方政府表明，他们有能力推动市场变化并要求减少浪费的更好产品。最终的目标是在生产和消费周期内实现系统性改变，从线性系统面向周期性方法，让材料、产品和资源能够尽可能有效地生产和使用。资源管理的循环经济理念旨在将当前的做法来模仿可持续的自然周期，其中所有材料都设计为他人可用的资源，并转移到新的做法上，工业部门采用产品再利用和寿命周期延长作为预防废物、创造地区就业和资源效率的策略。

如欧盟在节约型欧洲申明中所述<sup>vi</sup>，通过以下措施（正文改编）可以以社会包容且负责的方式实现具有适应力的节约型循环经济。

1. 鼓励**创新**并加速公私部门对节约型技术、系统和技能的**投资**。
2. 实施、利用并采用智能**法规**、标准和行为准则，a)创建公平竞争的环境，b)奖励带头人；c)加快实现过渡
3. 取缔在老式措施上浪费金钱而且对环境有害的**补助**和减税，转移节约型岗位的税负负担，将**税费**和收费用于鼓励创新和发展一个就业丰富、社会兼容、资源有效而且具有气候适应力的经济。
4. 为对其生命周期影响较低的产品和服务创建更好的市场条件；通过告知和刺激消费者鼓励可持续生命周期，同时鼓励可持续采购、新商务模型以及将废物作为原材料使用。
5. 将当前和未来的资源稀缺性和脆弱性整合到更广阔的政策领域里，如：运输、食品、水和建筑领域。
6. 通过采用政策目标向所有经济参与者发出要实现节约型经济的明确信号，设定给出明确方向的目标和测量进度的**指标**。

## 2.4 实现可靠的变废为宝系统的好处

良好的废物管理和变废为宝系统旨在从产品中抽取最大的现实效益并产生最少量的废物。

有效的废物管理系统不仅能应对排放问题，而且能带来从健康社会效益到经济发展和缓解贫困的重大综合效益。

**公共健康：**未经管理的废物往往被丢在街上或堵在排水口，引来蚊虫和细菌。在不卫生的填埋或垃圾场进行废物处理会产生有毒渗滤液，污染地下水。改善废物收集和处置的做法并降低产生的废物总量对公共健康、洁净水使用和干净的环境有直接影响。

**空气质量：**全球许多地区一直对废物进行露天焚烧，露天焚烧是炭黑的重要来源，炭黑对短期全球变暖也有影响。缺乏废物收集路线规划或使用破旧车辆收集废物也会影响车辆排放，对空气质量产生负面影响。废物削减和回收利用有利于缓解这些困难。

**资源和能效：**城市面临材料和能源方面的资源效率压力越来越大。变废为能有助于减少化石燃料消耗和降低系统成本。更好的回收利用系统能减少原材料利用，为更好的消费和生产做法提供了鼓励。生产者责任延伸计划有助于为可回收材料增加价值，降低让项目运行的市政预算补助要求。

**发展经济和缓解贫困：**通过建立恰当的‘材料管理程序’，城市可以协助增加资源回收效率并通过推动创建合作社和改善工作条件将所有的非正式回收人员整合到正式经济中<sup>vii</sup>。通过制定从制造到处置和生产商责任促进对材料进行恰当管理的政策，城市可以帮助增加可回收材料的价值并让工业部门寻求这些材料。

**社会知觉：**固废管理具有高度可见性，影响人们对政府和社会的看法，作为消费和废物产生的驱动因子。市政固废管理系统的有效规划和可持续投资、促进社区资源共享以及教育活动能够有助于对地方政府的积极看法和对长期目标的公共支持。

## 2.5 实现可靠的变废为宝系统的挑战

可持续固废管理对市政府来说是挑战也是机遇，主要是因为城市人口和废物量增长，因处置和管理成本对市政预算造成负担，缺乏对影响废物不同管理阶段因素多样化的了解以及需要为系统有效发挥作用而建立相关联系。

**利益相关者数量大：**废物管理涉及各种领域的许多利益相关者，他们之间的沟通交流是关键。需要详细了解废物管理系统中有哪些利益相关者以及他们在结构中的责任是什么，以建立一个有效率而且有效果的系统，这是很重要的一步。

**复杂的问题：**固废管理是一个多维度的问题。市政府一般在设备上寻求答案，作为解决各种问题的途径之一。成功的废物管理系统必须考虑和环境、社会文化、法律、制度和经济挂钩的技术解决方案。

**难以回收成本：**固废服务和其他任何服务一样会产生成本，但是通常开支难以收回。需要财务资源来获得有经验的人员、基础设施和设备来实施成功的废物管理系统。变废为宝通过废物估值和/或产生众多综合效益而回收部分成本。

**城市之外的问题：**废物管理往往要求跨城市跨地区的合作和协调。在城市范围内和城市之间建立恰当的信息渠道来产生可靠的数据，同时帮助决策者制定适合市民需求的综合废物管理战略，这些是进行废物管理的基础。

这些挑战通常都可以通过创新的解决方案、合作、协调以及下文第 3 部分所列的最佳实践得以克服。

## 3 交付成功的变废为宝系统

### 3.1 最佳实践类别

在 C40 变废为宝网内，城市采取几个不同的战略来实现其理想成果。一个城市采用哪种方法取决于各个城市的特点，其中包括：

- 市长对废物管理系统和交通的管治权力。

- 地区和国家层面的法律背景
- 资产所有制结构
- 管理运营方和其他机构之间的关系
- 市民的参与和买进
- 收入流和财务的可用性

为了解决上述挑战及收获可靠的变废为能系统的综合效益，已经确立了许多关键的良好实践方法。其中包括：

- 设定宏伟目标
- 着重综合规划和快速部署
- 通过管理和公共采购支持循环经济
- 促进源头削减和强制分离
- 面向食品和绿色废物削减

我们已经确立了各个类别的案例研究并展示来自 C40 城市的良好实践。

### 3.2 设定宏伟目标

城市和市政府往往面临行政管理期限较短而影响长期规划的访问团。设定长期的积极目标提供能够让市政府在不同行政部门对统一目标进行跟踪和推进。要让长期战略获得成功，必须对能够通报和用来评估进度的客观量度和里程碑进行定义。

一个全市范围的目标有助于统一不同部门之间的目标。废物管理规划和服务交付往往涉及财务、环境、人力、公共工程和其他部门，涉及的重点往往多种多样，有时候甚至相互冲突。一个共同的目标有助于在不同利益相关者之间达成缓和的合作。

#### 案例研究：旧金山——到 2020 年实现零废物 <sup>viii</sup>

**总结：**零废物的目标是一项政策倡议，目标是根除资源材料管理中的废物并转向循环经济，从而实现真正的长期可持续性 <sup>ix</sup>。旧金山将零废物定义为不向填埋场送任何废物，也不用高温破坏（焚烧）任何废物。产品根据最高和最好用途进行设计和使用而不是变成废物送到填埋场或焚烧，并遵循废物削减处理策略：防止产生废物—减少废物量—再利用、回收利用和堆肥（以此顺序）。通过成为零废物城市，旧金山旨在实现三大目标：保存宝贵资源、减少填埋场排放甲烷造成气变等环境影响、创造绿色行业岗位。

**结果：**这一项目实施后，旧金山的填埋场于 2013 年达到数十年来的最低水平，不到 2000 年处理量的一半。该市还超出了其从 1990 年填埋场废物分流 35% 提高到 2010 年分流 75% 的目标，达到分流 80%（2010 年为 159.383 万吨），帮助城市创造了北美回收利用和堆肥纪录<sup>x</sup>。旧金山通过引入措施和倡议<sup>xi</sup>，包括要求人人对可回收和可堆肥废物强制分离（包括所有食物），旧金山每天收集的餐饮垃圾为 600 吨，实施的是美国最大的城市餐饮垃圾堆肥项目，每年减少使用数百万个塑料袋，并禁止使用泡沫聚苯乙烯餐具。填埋场废物减少实现了温室气体减排，有助于实现旧金山到 2050 年碳减排 80% 的目标。

**成功的原因：**随着旧金山阿尔塔蒙特填埋场合同处置量的吨级达限，旧金山抓住机会采取替代性可持续途径，将 3R 法（再利用—减少—回收利用）的综合效益以及填埋和焚烧的实际成本纳入考虑<sup>xii</sup>。项目从一开始就定义了宏伟的愿景并设定了目标，同时定义可测量的里程碑来跟踪进度。此外，向市民明确通报<sup>xiii</sup>使得项目保持一致性而且容易参与，确保对结果进行持续改进。旧金山在面向零废物以及减少碳排放和气变之间建立了强有力的关系。它将其‘气候行动战略’按‘0-50-100-根’进行了重新组织。0 是指零废物（50 和 100 为可持续交通和再生能源），根是指从大气中清除碳并利用堆肥将其封存在土壤和植物中。

### 案例研究：纽约市——纽约零废物

**总结：**纽约人平均每周从家里扔出的垃圾为 15 磅，工作期间和商务区扔出的废物为 9 磅<sup>（OneNYC,2015）</sup>，而且纽约市每年废物处理量为 3.5 亿美元，而且将垃圾拉出位于州外的填埋场产生了额外的碳排放。为了应对这一情况，纽约市已经设定目标，已 2005 年为基准（约 360 万吨），到 2030 年减少垃圾 90%。到时将不再向填埋场运送废物而且有助于实现对比 2005 年到 2050 年实现温室气体减排 80% 的目标，这一目标于 2014 年提出并在该市的可持续和适应计划中提出 OneNYC<sup>xiv</sup>（2015 年 4 月）。

**结果：**零废物的目标推动了多个市级倡议的制定，<sup>xv</sup>对零废物计划的好处和综合效益进行详细分析，并让公共机构和地方机构早期参与，让更多的利益相关者加入进来<sup>xvi</sup>。纽约零废物倡议既要减少成本又要减少废物产生量，例如：包括扩展纽约市有机物路边收集项目（目前应用到 10 万户家庭<sup>xvii</sup>）以及在 2018 年年底服务所有纽约人的当地垃圾回收点计划。该市还希望到 2020 年对金属、玻璃、塑料和纸制品实施单流回收。其他废物倡议包括建造一个变废为能的厌氧消化厂每日将 500 吨有机废物转换为供暖甲烷；减少塑料袋和其他非可再生废物的使用（例如：泡沫聚苯乙烯）；让每个市民有机会回收利用并减少废物；让所有学校都成为零废物学校；扩展对纺织品和电子废物的再利用和回收利用；制定‘免扔’项目蓝图<sup>xviii</sup>，通过污染者付费的原则减少废物；并于 2030 年实现商业废物处理量降低 90%<sup>xix</sup>。

**成功的原因：**自 2001 年福来雪基尔斯拉垃圾填埋场被关闭以来，纽约市几乎所有填埋废物都要运出州外，造成成本上升和环境问题。因为废物对社区的负面影响以及该市的温室气体减排目标（废物减少有可能有助于 80x50 温室气体减排目标，至少减排 4% 或 3.8MMT 二氧化碳当量<sup>xx</sup>），纽约市还制定了宏伟的零废物目标和一项综合战略来减少产生的废物量。

什么时候/为什么一个城市可以应用像这样的方法：城市正在面临与日俱增的资源优化需求以及填埋空间、燃油消耗和服务质量的局限。希望部署长期宏伟计划减少废物处置的城市可以借鉴旧金山和纽约的经验，让市民、生产商和服务提供商参与，同时在全市维持一直的参与战略，测量进度并交付满足人们参与所需的基础设施。

### 3.3 着重综合规划和快速部署

如果对所有利益相关者的优先重点进行了排列，从而避免延误和时间表冲突，则废物管理的大型基础设施开发更容易成功。城市 and 市政府正在证明：如果有政治意愿和政府实体间的协调，那么固废管理能够在较短的时间内发生有转化力的变革。

#### 案例研究：米兰 2012-2014 年综合废物收集系统 <sup>xxi</sup>

**总结：**自 2012 年起，米兰市制定了一项综合废物收集计划对包括有机废物在内的最大部分材料进行回收利用。

由于在全市家庭内实施了食品废物收集，米兰的垃圾分离和回收率在欧洲大都市地区排名很高。米兰于 2012 年下半年启动了居民食品废物收集计划和透明袋计划，并于 2014 年中期完成了全市部署。该市通过家庭登记和法令，同市政废物公司和市民进行了协调活动，并和建筑管理者合作提高对计划详情的意识，同时实施了效率跟踪和现场优化指标。

**结果：**综合废物收集计划将 2011 年 45 万吨废物残渣减少到 2015 年的 31.6 万吨，并于 2015 年实现了 52.7% 的市政固废回收利用率，包括收集的有机废物 13.6 万吨（对比 2012 年的 4 万吨），填埋处置量为 0%。这让该市开始实现欧盟到 2020 年实现市政固废再利用或回收利用至少 50% 的目标，以及到 2016 年实现意大利更宏伟的 65% 的目标。

**成功的原因：**米兰通过和管理链相关的所有利益相关者合作对废物收集系统进行了显著的改善，其中包括市政废物服务公司、AMSA，建筑经理和普通大众，设计了一个持续计划，测量了服务要求，并逐步实施部署战略，采用这种方法对该市的其他部分进行了优化。

#### 案例研究：奥斯陆 <sup>xxii</sup>—废物管理战略

**总结：**奥斯陆市已经设定一个总体目标，对比 1990 年，到 2030 年实现二氧化碳减排 50% 以及到 2050 年实现碳中和 <sup>xxiii</sup>。要实现这一宏伟目标的措施之一是综合废物管理系统，由奥斯陆于 2006 年和废物管理战略（WMS）启动，旨在建立一个‘回收利用和再利用’社会。废物管理战略以国家战略为基础，促进废物管理层级（见第 2.2 节）。焚烧和填埋被视为最不理想的废物管理形式，是奥斯陆战略中最后不得已的解决方案。因此，废物管理战略的很大部分已市民行为习惯为重点，让他们自己实施废物减少、再利用和回收利用。2012 年，奥斯陆实施了循环废物管理系统，其中包括回收利用、用生物垃圾生产生物气和生物肥料，并利用区域供暖和发电进行能量回收。

**结果：**目前奥斯陆的废物管理系统中，家庭垃圾由市民自己分类。自 1997 年以来，家庭对纸张和饮料盒进行收集，而家庭交付的玻璃和金属包装被送到约 700 个当地收集场所（一般都在 300 米半径范围内）。从源头对食品废物和塑料包装进行分类起始于 2009 年 10 月，自 2012 年 6 月起，奥斯陆所有家庭都被纳入在内。塑料包装装入蓝色袋子内，食品垃圾装入绿色袋子。2014 年人均产生食品垃圾 85.5 公斤。其中 40% 被分离到绿色袋子内。让食品垃圾显而易见的同时，该系统还让居民意识到有多少食品被浪费，所以自从食品垃圾收集开始，总浪费量减少了 5%。废物残渣放在其他塑料袋内。所有的袋子都丢入同样的废物集装箱内。彩色袋子在光学分类厂内进行分离。<sup>xxiv</sup> 该系统不需要市政府对当前废物管理后勤进行变革，可以快速实施——不需要增加更多的废物集装箱和收集车辆路线<sup>xxv</sup>。塑料包装被回收利用，食品废物被提供给年处理量 5 万吨的生物处理厂，生产足够的生物气和生物肥料来运行约 150 辆巴士，而且每年为约 100 个中型农场提供生物肥料。

两个变废为能工厂用于焚烧城市的废物残渣，年废物处理量 41 万吨，并为区域供暖和发电提供能量。年产能约为 840GWh 的热量和 160GWh 的电力。通过区域供热系统，生产的热能满足约 8.4 万户居民的需求，而发电则供给奥斯陆的学校，2007 年关闭的市填埋场的填埋气体产生的电力也供给给学校。

2011 年，收集了约 24 万吨家庭垃圾，其中 1% 被再利用，33% 回收利用（2014 年为 37%），60% 用于能源回收，仅 6% 被送至填埋场。该市旨在到 2018 年实现家庭垃圾回收利用 50%。目前，奥斯陆正在为 2015-2025 年起草一项新的废物战略，进一步加强循环经济的目标和密切关系。

**成功的原因：**奥斯陆市已经成功建立了一个基于传统废物收集系统的综合废物管理系统，利用新技术进行了迅速升级，及早认识到行为改变在减少废物产生量中的重要性，并积极促进长期温室气体减排和废物减少的目标。由于对废物和生物气/生物肥料生产厂的系统思考方法，奥斯陆和 CambiAs 于 2012 年受到了挪威研究委员会的创新奖。

**什么时候/为什么一个城市可以应用像这样的方法：**需要对其废物系统进行迅速过渡的城市可以借鉴其废物分离和减少处置量的新技术解决方案，还可以学习其沟通战略和让市民参与。规划长期战略的城市还可以根据以上例子制定更为宏伟的计划。

### 3.4 通过管理和公共采购支持循环经济

循环经济是社会发展的一个完整范式转换，远远不止固废管理这么简单。但是，全球城市已经开始采取行动朝这一目标前进。

在大多数城市中，政府往往是最大的采购实体，这让他们有推动市场变革和鼓励更好的产品设计的独特机会，最终让人人受益。

大多数城市有能力通过材料限制（禁用塑料、禁用泡沫聚苯乙烯罐等）施加影响，或通过整合环境资源效率事项采购整个生命周期中影响较低的产品和服务。城市还可以通过告知和鼓励消费者鼓励可持续的生活方式，并鼓励可持续采购、新商业模式和将废物作为原材料使用。

### 案例研究：柏林——可持续公共采购<sup>xxvi</sup>

**总结：**根据柏林《循环经济与废弃物管理法》（1999）和《柏林废物管理战略》（2011），其主要目标是开发一个闭合的现代废物管理系统，柏林市实施了措施和倡议将回收利用的废物量从1996年的44.5万吨（总废物量的20.9%）增加到2012年的62.4万吨（42.2%）<sup>xxvii</sup>。《战略》进一步设定了宏伟的气候保护目标，其中包括到2020年实现年二氧化碳当量减排110万吨（占2010-2020年期间柏林温室气体减排量的25%）。通过高质量的回收利用和更清洁的废物回收以及经过改进且对环境负责的公共收购系统来实现这一目标，市内官方机构每年价值约40-50亿欧元。

2010年，柏林众议院通过了《柏林公共采购法案》（BerIAVG）。该法案要求柏林土地众议院的所有公共采购办事处在采购中考虑环境标准，其中包括生命周期成本。2013年，‘项目、施工和服务的环境友好采购和订购法规法令 VwVBUI’开始生效。该法令以数据表、采购限制和评标规范的形式通过计算电器、车辆和建筑物的生命周期成本为收购相关产品、施工工程和服务确立最低环境标准。

**结果：**该行政法规就位后，通过推动使用可持续的节能型产品，市政机构成为了推动各个部门创新的驱动力。这些产品对气候、环境和公共健康的生命周期影响有限，而且在公平的前提下产出。同样经济效率也得以提高，因为以前被忽略或估计过低的后继成本现在都能够得到有效减少。柏林市为德国其他城市树立了榜样。规定包括了较高的环境标准，例如：针对办公室材料、办公设备、清洁剂和清洁服务、道路车辆、大型会事、供电投标、办公楼规划以及商业废物回收利用等都设定了严格的环境标准。

---

<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/service/gesetzestexte/de/beschaffung/vorschrift.shtml>

*成功的原因*：欧洲城市在改善资源效率和增加长期可持续性上存在固有的问题。柏林通过在所有政府采购中纳入可持续性要求对更有效率的生产和产品设计贡献积极的力量。市政府是最大的采购实体，所以是力量强大的促变因素，对生产链的所有利益相关者都有好处。

### 案例研究：奥克兰零废物计划公私合营

*总结*：2015 年，加州奥克兰市批准了和其废物收集公司新签的零废物特许协议。这两个协议于 2015 年 7 月生效，大大扩展了对居民的服务，包括回收利用和堆肥方案、打包收集、非法倾倒垃圾收集以及采用压缩天然气（CNG）车取代所有垃圾收集车整个车队。零废物计划还包括气变目标，如：分流填埋场所有可堆肥和可回收利用的材料；实施低排放交通和废物处理；通过综合教育计划实施源头削减和改善客户分类；同时实现该市到 2020 年从废物管理温室气体减排 36% 的目标。

其他一些城市的零废物计划采用强制法令和劳动密集型合规计划，有可能大大减少废物，但是政府可能缺乏投入工作的资源而变得不可行。奥克兰零废物计划具有创新性，因为该计划通过同各类利益相关者的合营利用少得多的资源实现高度分流和人均填埋垃圾量。其中包括当地市级固废主管部门 StopWaste<sup>xxviii</sup>、东湾市政公用事业区<sup>xxix</sup>、地方供水公司和该市独特而且多样化的私营部门回收利用企业。这些合营企业已经产生了广泛的影响和处理收集、转运、处置和回收利用的协调过程。

*结果*：奥克兰的零废物计划已经实现了具体的成果，每年有记录的填埋场材料分流超过 25 万吨。结合利用天然气驱动的收集和转送车辆（车队车辆数量的 70%），该计划每年减少温室气体排放 45 万吨。该计划还产生了众多的综合效益，如：通过 Civicorps<sup>xxx</sup> 和东湾市政公用事业区提供培训机会；增加解决非法倾倒垃圾和大物件收集方案，改善市容市貌和通达性；从柴油电动混合动力收集车的逐步采用改善了地方空气质量；为绿色企业增加降低碳足迹的机会；对城市私人回收利用、堆肥和相关产业提供支持。

2

[http://www.stadtentwicklung.berlin.de/service/gesetzestexte/de/beschaffung/studie\\_evaluierung.shtml](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/service/gesetzestexte/de/beschaffung/studie_evaluierung.shtml)

**成功的原因：**《零废物战略计划》（2007）设定了目标并列出了城市政策方向，但是却难以付诸实施，奥克兰市吸取其中的经验教训，将其面临的多个挑战纳入考虑（如：缺乏对当地人口废物减少和回收利用实践的了解，过多的非法垃圾倾倒以及城市缺乏激励居民和企业行为改变的手段），而且已经制定了各种政策、协议和新战略，和私营部门、地方利益相关者和公众进行密切合作，将材料从填埋场分流。

**什么时候/为什么一个城市可以应用像这样的方法：**所有城市都可以得益于可持续性、资源和废物管理的长期战略。复制成功的计划并让其适应当地条件，在避免错误或无效解决方案的同时提供最好的成功机会。重要的是设定现实而又宏伟的里程碑并对成功进行宣传以维护公众的支持和参与。

### 3.5 提升促进源头削减和强制分离的意识

如果城市 and 市政府采取行动，重点实现固废减少和避免，则可以有效避免将有用的资源放到废物流中，从而避免耗费不必要的工作将这些资源从废物中分离。

源头削减和避免让有用的资源保持干净，不用混在固废中，让他们能够被用于更有效的目的，如：食物银行、饲料或更有效的回收利用。

废物削减和避免需要明确告知消费者、生产商和社会，以推动更好的消耗，同时要求永久性意识和信息计划、以及避免具体材料进入废物流的基础设施。

#### 案例研究：休斯顿再利用仓库<sup>xxxii</sup>

**总结：**从门、电气设施设备到照明、木材、金属、水管、三合板、水池和淋浴等施工和建筑材料占休斯顿地区废物流的 38%。休斯顿加尔维斯顿区议会和休斯敦市固废管理部拨款启动了‘建筑材料再利用仓库’<sup>xxxiii</sup>，通过为建筑余料提供空间而让社区受益，如果没有这个项目，这些余料可能会被倒入当地的填埋场。仓库接收来自个人、供应公司和建筑商的材料，任何非盈利机构都可以免费进行再利用。这个理念很简单，这些机构取得越多，仓库就有更多的空间接受材料。<sup>xxxiv</sup> 仓库项目最近还建立了一个社区中心，用来组建研讨会和会场并进一步推动‘再利用’和共享资源的理念。

**结果：**休斯顿市建筑材料再利用仓库目前构成了休斯顿地方社区组织的一部分，努力减少填埋场中可再利用的建筑材料，让这些材料有用武之地。‘再利用仓库’主要将材料提供给非盈利机构，许多其他的地方组织也向个人提供材料。到 2015 年，该项目从填埋场分流了 3000 吨材料<sup>lxxxv</sup>，其中 90% 已经被再利用。除了有助于废物分流外，该项目还让休斯顿社区团结一致，让企业和个人捐出材料，腾出其储存空间。

**成功的原因：** 拆解（C&D）废物是城市废物流的主要成分之一，在快速增长的城市中更是如此。一定要制定简单的方案让废物产生者方便参与拆解材料的再利用，以避免将这些材料混入废物，从而更难回收利用或再利用。休斯顿的再利用仓库项目是社区项目的一个典范，不仅鼓励材料再利用，而且鼓励社区参与交流施工项目的可持续理念和项目。

### 案例研究：横滨 3R 梦想计划<sup>xxxvi</sup>——让企业和居民参与废物削减

**总结：** 横滨面临人口急剧增长和废物焚烧灰尘堆积的问题，于是采取了一个方案：通过在全市范围内增加再利用和回收利用减少废物。

**3R 梦想计划<sup>xxxvii</sup>** 2010-2025 于 2011 年 1 月实施，旨在“在保持垃圾分离和回收利用的同时减少垃圾，以应对全球变暖和降低二氧化碳排放；（并 d）通过进行安全稳定的垃圾处理实现垃圾得到控制的舒适宜居城市（3R 梦想计划，2011<sup>xxxviii</sup>）”。该计划以市民、公司和市政府之间的合作为中心，鼓励行为变更来增加回收利用和削减废物。横滨 3R 梦想计划让生产商在生产期间采用被回收利用和可回收利用材料并敦促企业销售生态友好产品和服务，从而减少资源进口和使用并最终减少废物。通过广泛的推广和宣教运动鼓励居民参与管理家庭废物、再利用塑料袋和水瓶并支持环境友好型企业。邀请居民参与数以万计的居民简报，2000 多次运动和火车站举行的数百次活动。

**结果：** 由于横滨的持续努力（G30 计划 2002-2010 和 3R 梦想计划 2010-2025<sup>xxxix</sup>），该市已经将 2001 年的 161 万吨废物降低了 45%。3R 梦想计划在城市人口增长的同时特别以扩展废物减少工作为中心。因此，横滨旨在从 2009 年的水平到 2025 年减少垃圾产生量 10%（到 2013 年已经减少了 3%），同时缓解气候变化并对比 2009 年到 2025 年实现温室气体减排至少 50%（2013 年已经减排 10%以上）。横滨的目标是到 2017 年每年减少二氧化碳 7.1 万吨，到 2025 年减少 14.1 万吨以上。成功的推广和宣教活动也带来众多的综合效益，如：由于居民收集了厨房垃圾，一整天转换的能量可以为 17 万户居民供电。

**成功的原因：** 横滨能够通过为政府、工商业、消费者和普通人群创建参与性环境在逐渐减少废物产生量的同时维持经济发展。只有能够避免利益冲突的透明机制才能达到这种效果。

**什么时候/为什么一个城市可以应用像这样的方法：** 对于大多数面临填埋能力减少或普遍需求更好的废物和资源管理的城市来说，减少和避免废物已经是一个总体目标，休斯顿和横滨开发的经验将提供有用的经验，推动循环经济并满足让社会各界参与的要求。

### 3.6 面向食品和绿色废物削减

从气候角度来看，面向食物和绿色废物减少的影响超过其他任何固废成分。

如果食物和绿色废物被拖到填埋场，则会在无氧（厌氧）环境中分解，产生二氧化碳（CO<sub>2</sub>）和甲烷（CH<sub>4</sub>）。甲烷是很强的温室气体，由于能够吸收大气中的热量，所以在短期内对气候有破坏性影响。甲烷释放后二十年内，其效果比二氧化碳强 84 倍。

即使能够从填埋场捕获和破坏甲烷，由于存在固有的效率低下问题，无法完全捕获气体，有些气体仍然会通过泄漏逃逸到大气中。

填埋场有机物分流让有机物可以被用于其他目的，如食物银行、饲料或堆肥和厌氧消化。从清洁有机物生产出高质量堆肥是废物管理气候影响的最佳解决方案之一。堆肥可以通过加强土壤存贮碳的能力将排放源产生的固废转换为排放池，并抵消化学肥料的使用，进一步减少间接排放。

### 案例研究：香港——食物和庭院垃圾计划 <sup>xi</sup>

**总结：**香港食物和庭院垃圾计划（2014-2022）是一项发起于 2014 年 2 月的综合有机废物管理计划，该计划考虑到应对香港面临的挑战，对未来数年内该类废物的管理筹划一项综合战略、目标、政策和行动计划。其目标是到 2022 年将运往填埋场处理的食物废物处置量减少至少 40%。为了达到这一目标，香港政府已经筹划出四大战略作为该计划克服食物废物挑战的支柱，即：源头削减、再利用和捐赠、可回收垃圾收集，以及对食品垃圾实行变废为能。

**结果：**估计计划于 2022 年全面实施后，每年可避免约 46 万吨二氧化碳当量温室气体排放。此外，香港的目标是到 2022 年将运往填埋场处理的食物废物处置量（2011 年每天约为 3600 吨）减少至少 40%。通过香港的惜食运动和垃圾收费的实施，估计避免约 20% 的食物废物。

**成功的原因：**食品和庭院垃圾计划的成功取决于该计划中强调的措施，让市民、机构和政府在减少、分离和回收利用食物废物中都能各司其责。

### 案例研究：伦敦——节粮计划 <sup>xii</sup>

**总结：**英国餐饮部门每年扔掉的食物约为 92 万吨或 13 亿餐，其中的 75% 应该可以吃掉而避免浪费 <sup>xiii</sup>，伦敦针对咖啡屋、酒馆、餐厅和零售商发起一项新的自愿性节粮计划，节省了数千磅食物。

节粮计划发起于 2013 年 11 月，该项目有助于中小餐饮企业减少食品浪费，将多余的食物移作他用，通过堆肥或厌氧消化等工艺以更负责任的方式处置无法避免的食物废物。该计划提供食物浪费审计，并提倡一些简单措施，如：给顾客提供不同大小的食物，用杯子提供配菜，当日例汤和特别菜采用剩菜，并让员工培养不乱扔的意识 <sup>xiiii</sup>。

由欧洲地区发展基金、伦敦垃圾和回收利用委员会以及伦敦市长资助的节粮计划是同 *可持续餐馆协会* 和 *维持：粮食和农业改善联盟* 合作实施的，该协会负责为餐饮业实现‘节粮’（包括餐馆、酒馆、职员餐厅、酒店和咖啡店），联盟则为零售商、生产商和批发商服务。

**结果：**到 2015 年 3 月，节粮计划帮助伦敦 200 个餐饮企业对食品垃圾进行了更好的管理，减少食品垃圾 150 吨以上，从填埋场分流食品垃圾 1000 吨以上（约等于 3270 吨二氧化碳当量<sup>xliv</sup>），同时为企业节省垃圾削减和处置相关成本 35 万欧元。同时，该项目还为伦敦市餐饮部门减少食品垃圾积累了许多经验。

**成功的原因：**伦敦市抓住了外部资助的机会同餐饮业代表和个体企业建立起新的公私合营机制，通过自愿性食品垃圾削减计划应对食品废物问题，同时利用项目成果作为未来在全市范围内应对食品垃圾的宝贵经验。

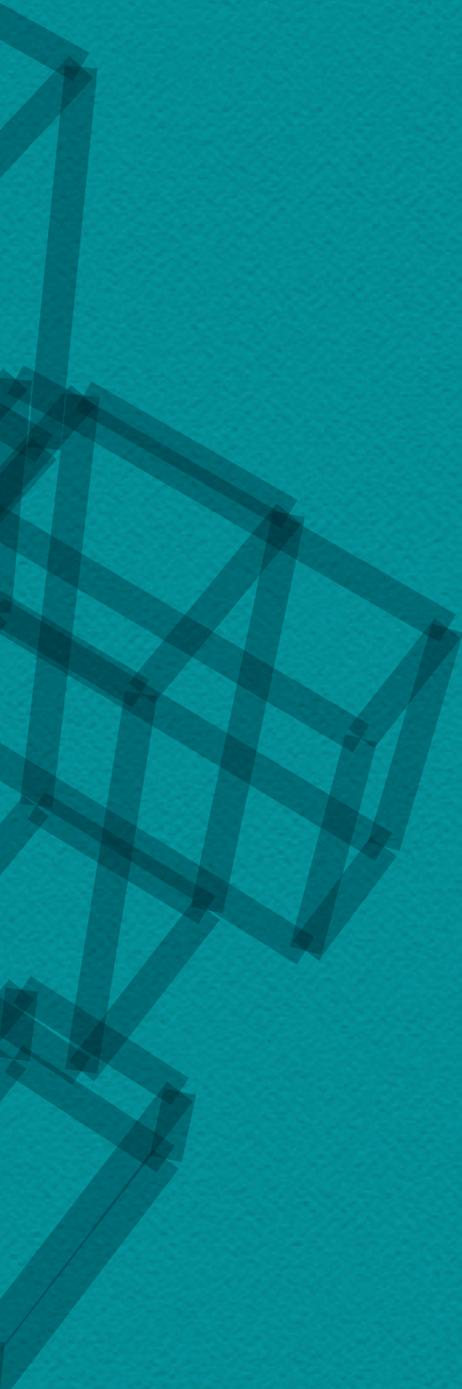
**什么时候/为什么一个城市可以应用像这样的方法：**其他城市可以借鉴这一方法在企业中提倡食品垃圾削减并制定行动计划实现应对食品垃圾和庭院垃圾的目标，同时分享在密集生活环境中进行源头分离、收集和处理的经验。

## 4 阅读参考

包括 C40 合作伙伴在内的许多外部机构发布了开发废物管理项目的最佳实践指南，其中包括：

- UNEP/IETC-开发综合固废管理计划——培训手册，2009 年 6 月  
<http://www.unep.org/ietc/InformationResources/Publications/tabid/56265/Default.aspx#iswml>
- UNEP/IETC-日本的工业废物经验：快速工业化国家的教训，2014 年 3 月  
[http://www.unep.org/ietc/Portals/136/Publications/Waste%20Management/UNEP%20DTE Japanese%20waste\\_english\\_web.pdf](http://www.unep.org/ietc/Portals/136/Publications/Waste%20Management/UNEP%20DTE%20Japanese%20waste_english_web.pdf)
- 世界银行-基于结果的市政固废项目融资  
<http://documents.worldbank.org/curated/en/2014/07/20328140/results-based-financing-municipal-solid-waste-vol-2-2-main-report>
- 世界银行：真浪费：全球固废管理回顾  
<http://go.worldbank.org/BCQEP0TMO0>

- 
- i 真浪费：全球固废管理回顾，世界银行，2012.
  - ii <http://www.unep.org/ccac/tabid/1060441/Default.aspx>
  - iii <http://cam3.c40.org/#/main/home>
  - iv <http://www.theguardian.com/sustainable-business/climate-change-circular-economy-davos>
  - v SanFranciscoclosetoturningzero-wasteambitionintoreality:  
<http://www.theguardian.com/environment/2014/jun/17/san-francisco-zero-waste-recycling-composting>
  - vi [http://europa.eu/rapid/press-release\\_MEMO-12-989\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-12-989_en.htm)
  - vii BuenosAiresembraces 挿 artoneros?inpushforzerowaste- <http://citiscopes.org/story/2014/buenos-aires-embraces-cartoneros-push-zero-waste#sthash.y7YU6rje.dpuf>
  - viii [http://www.c40.org/case\\_studies/zero-waste-program](http://www.c40.org/case_studies/zero-waste-program)
  - ix <http://sfenvironment.org/zero-waste/overview/legislation>
  - x <http://bit.ly/1SOEhap>
  - xi Adaptedfrom: [http://archive.epa.gov/jius/web/html/zero\\_waste\\_program.html](http://archive.epa.gov/jius/web/html/zero_waste_program.html)
  - xii <http://bit.ly/1JKARTR>
  - xiii <http://sfenvironment.org/zero-waste>
  - xiv <http://www.nyc.gov/html/onenyc/downloads/pdf/publications/OneNYC.pdf>
  - xv <http://www.nyc.gov/html/onenyc/downloads/pdf/publications/OneNYC.pdf-p.178>
  - xvi <http://on.nyc.gov/1Ofg8cF>
  - xvii <http://bit.ly/1F7Ticp>
  - xviii <http://observer.com/2015/11/save-as-you-throw-working-group-will-consider-financial-incentive-for-recycling/>
  - xix <http://www.nyc.gov/html/onenyc/downloads/pdf/publications/OneNYC.pdf>
  - xx C40AwardsApplication2015
  - xxi <http://bit.ly/1PbCB4E>
  - xxii [http://www.c40.org/case\\_studies/waste-management-system](http://www.c40.org/case_studies/waste-management-system)
  - xxiii [http://carbons.org/index.php?id=312&tx\\_datareport\\_pi1%5Buid%5D=339](http://carbons.org/index.php?id=312&tx_datareport_pi1%5Buid%5D=339)
  - xxiv <http://www.recyclingtoday.com/article/stadler-oslo-award-roaf>
  - xxv <http://waste-management-world.com/a/oslos-colourful-solution-to-waste-management>
  - xxvi <http://bit.ly/1TUVywU>
  - xxvii <http://bit.ly/1TUVywU>
  - xxviii <http://stopwaste.org>
  - xxix <https://www.ebmud.com>
  - xxx <http://www.cvcorps.org>
  - xxxi <http://www.oaklandrecycles.com>
  - xxxii <http://www.houstontx.gov/solidwaste/reuse.html>
  - xxxiii <http://www.houstontx.gov/solidwaste/reuse.html>
  - xxxiv <http://www.houstontx.gov/solidwaste/reuse/reuseflyer.pdf>
  - xxxv [http://www.houstontx.gov/solidwaste/reuse.html\(video,0.48min\)](http://www.houstontx.gov/solidwaste/reuse.html(video,0.48min))
  - xxxvi <http://www.city.yokohama.lg.jp/shigen/sub-keikaku/keikaku/3rm/dai2ki/2ki-english.panhu.pdf>
  - xxxvii <http://www.city.yokohama.lg.jp/shigen/sub-keikaku/keikaku/3rm/dai2ki/2ki-english.panhu.pdf>
  - xxxviii <http://www.city.yokohama.lg.jp/shigen/sub-keikaku/keikaku/3rm/plan/3rmplan/3rmplangaiyo-en.pdf>
  - xxxix [http://citynet-ap.org/wp-content/uploads/2011/10/Intergrated\\_solid\\_waste\\_management\\_in\\_Yokohama.pdf](http://citynet-ap.org/wp-content/uploads/2011/10/Intergrated_solid_waste_management_in_Yokohama.pdf)
  - xl <http://bit.ly/1SOEwCe>
  - xli <https://www.c40exchange.org/pages/viewpage.action?pageId=54624404>
  - xliv <http://bit.ly/1mVzYnk>
  - xlivii <http://www.edie.net/news/5/Boris-Johnson-Food-Save-Scheme-London-restaurants-Food-Waste/>
  - xliv <https://www.c40exchange.org/pages/viewpage.action?pageId=54624404>



**伦敦**

North West Entrance, City-Gate House  
39-45 Finsbury Square, Level 7  
London EC2A 1PX  
United Kingdom

**纽约**

120 Park Avenue, 23rd Floor  
New York, NY 10017  
United States

**里约热内卢**

R. São Clemente, 360 - Morro Santa Marta  
Botafogo, 22260-000  
Rio de Janeiro - RJ  
Brazil

[www.c40.org](http://www.c40.org)  
[contact@c40.org](mailto:contact@c40.org)

© C40 Cities Climate Leadership Group  
February 2016