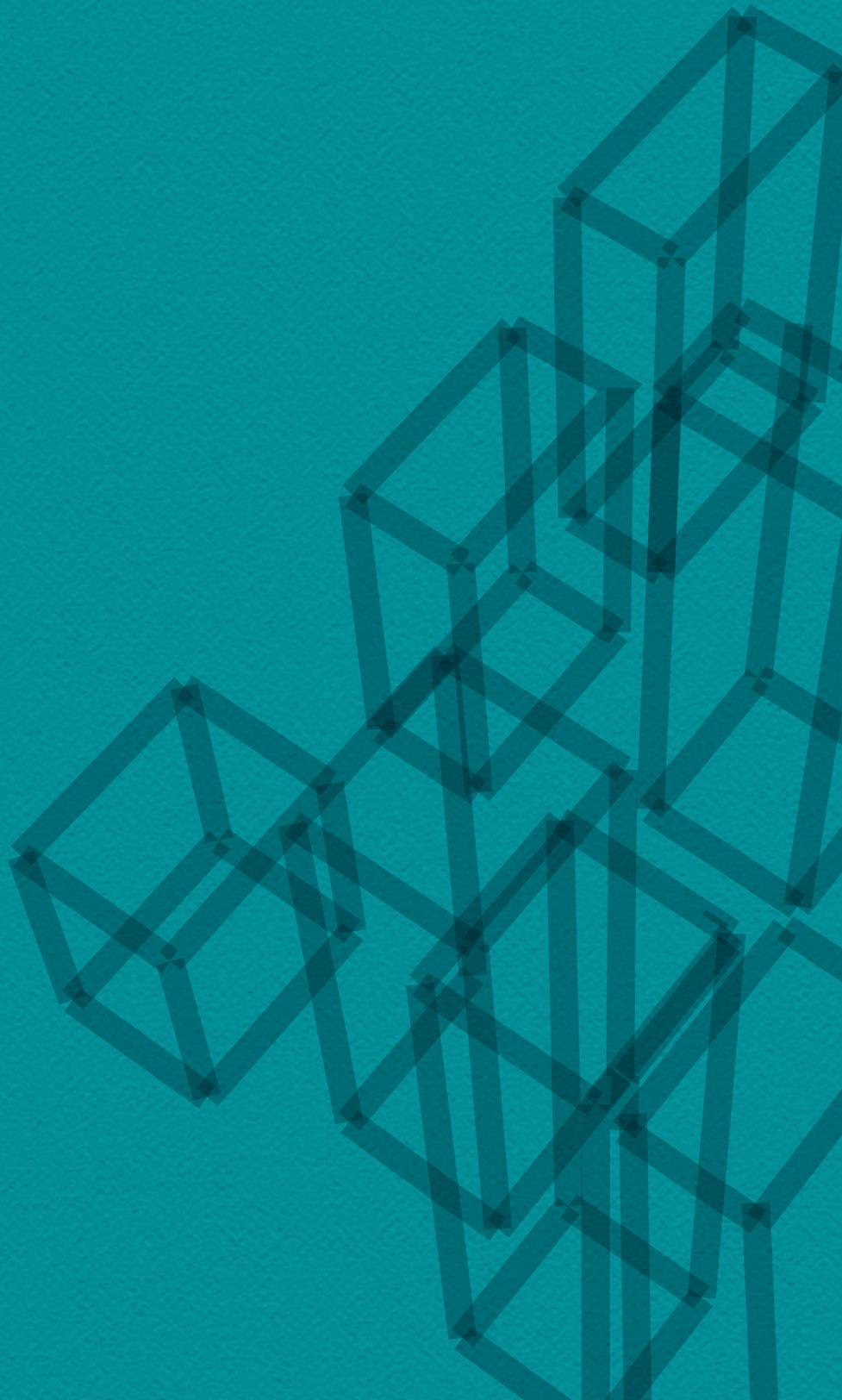


良好实践指南

# 可持续固废 系统网

C40  
CITIES

CLIMATE LEADERSHIP GROUP



## **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

执行摘要.....	3
<b>1 背景 .....</b>	<b>4</b>
1.1 目的 .....	4
1.2 引言 .....	4
<b>2 固废管理和气候变化.....</b>	<b>5</b>
2.1 什么是固废管理? .....	5
2.2 一个好的废物管理系统由什么组成? .....	5
2.3 可持续固废管理系统的好处 .....	6
2.4 实现可持续废物管理系统的挑战 .....	6
<b>3 成功废物管理系统的良好实践 .....</b>	<b>7</b>
3.1 最佳实践的类型 .....	7
3.2 扩展废物处理和填埋卫生管理 .....	7
<b>案例研究： 德班——Buffelsdraai 填埋场闭循环系统 .....</b>	<b>8</b>
3.3 为废物利用开发基础设施 .....	9
3.4 整合废物管理和社会包容 .....	11
3.5 推动废物收集服务创新 .....	12
3.6 支持废物循环利用市场经济的发展 .....	13
3.7 利用数字绘图管理固废 .....	14
3.8 确保和实施综合废物管理系统 .....	15
<b>案例研究： 布宜诺斯艾利斯——市政固废减少项目 .....</b>	<b>15</b>
<b>4 阅读参考 .....</b>	<b>16</b>

## 执行摘要

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固废管理设计、规划和实施。市政固废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/或扩建的收集设施避免产生大量的温室气体。

通过可靠的废物管理行动，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。在了解各种废物管理技术的优缺点后，地方决策制定者可以以最好的方式分配资源、选择工艺和供应商、并制定政策和程序满足社区需求。

本良好实践指南重点为成功实现固废管理系统的几大关键因素，并进行了产生更好的经济、社会和环境成果的良好实践原则的调查：这些良好实践方法包括：

- 扩展废物处理和填埋卫生管理
- 为废物利用开发基础设施
- 整合废物管理和社会包容
- 推动废物收集服务创新
- 支持废物循环利用市场经济的发展
- 利用数字绘图管理固废
- 确保和实施综合废物管理系统

C40 可持续固废网的建立是为了支持城市通过改善废物收集、循环利用和处理提升废物管理层次（例如：管理填埋和填埋气体），同时开发堆肥和循环回收管理社区项目。

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现代固废系统的关键因素，突出表现 C40 城市在规划和实现可持续固废管理系统中的成功。

# 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。以下的良好实践指南重点为成功实现城市可持续固废管理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。这些方法对参与 C40 可持续固废系统网的城市以及世界其他城市均有帮助。

## 1.2 引言

固废管理是市政府的重大职责，也是目前城市主管部门面临的巨大挑战之一，产生的废物数量超出了其能够收集和处理的技能和财务能力。固废还会产生显著的外部负面影响，对环境和健康造成影响。未经收集或管理不当的固废会造成蚊虫滋生，产生空气或水传播的疾病。不卫生的处理往往会引起逸出渗滤液，造成地下水和土壤资源的进一步污染，同时，露天焚烧会引起炭黑等毒物和颗粒物。

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。

数据表明：市政固废和废水系统占目前全球人为温室气体排放 3-5%，但是由于可以采取预防和废物回收（例如回收利用或变废为宝），该部门避免排放的潜力很大。i 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>）、氮氧化物（N<sub>2</sub>O）和炭黑。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>。有预测表明，如果不采取缓解措施，这一数值到 2020 年会翻一倍，到 2050 年则翻四倍。

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。

## 2 固废管理和气候变化

### 2.1 什么是固废管理？

固废管理包括废物管理一开始到结束的所有活动，其中包括收集、运输、监测、处理、回收和最终处置。因此，固废管理是城市卫生的重要组成部分，也是市政府管理的最具资源密集性的服务之一。大多数市政府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。

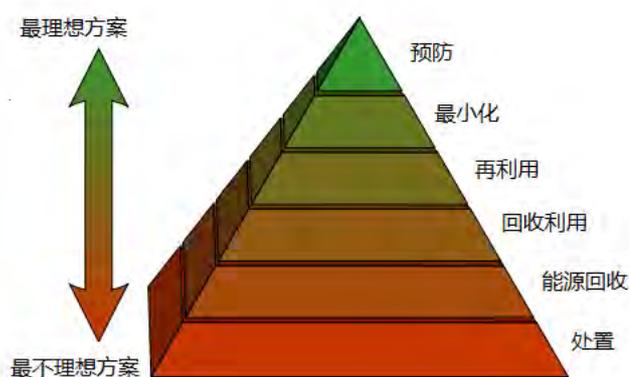
因此，必须进行固废管理以避免对人类健康和环境的不利影响。C40 的‘特大城市 3.0 气候行动’研究表明：C40 城市在废物管理部门采取的行动超过 1279 个，其中三分之二为全市范围内的改革性规模。这些行动中有 70%和废物分离、循环利用和堆肥有关，40%涉及到预防废物，10%关系到废物收集和填埋管理。C40 城市报告的总废物行动中有 40%同感网络和同其他城市的合作得以实现。iii

由于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，必须考虑环境、社会文化、法律、制度和经济相关的技术解决方案。

### 2.2 一个好的废物管理系统由什么组成？

良好的废物管理系统通常是那些按‘废物层次’（见下图）对行动进行优先排序的系统。iv 废物层次是对从最有利到最不有利的行动进行资源和能源消耗的环保过程进行的评估。这一层次根据可持续性确立了重点计划。

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、创造就业和绿色技术的开发。



为固废管理方法和构建良好的可持续废物管理系统选择正确的优先顺序，可以实现许多经济、健康和社会效益。

## 2.3 可持续固废管理系统的好处

良好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。有效的废物管理系统可以提供超过处理排放的重大综合效益，可以作为废物管理行动的主要推动因子。其中一些综合效益包括：

**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。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：** 全球许多地方普遍存在露天焚烧废物的做法，是产生炭黑的主要源头。缺乏废物收集路线规划或使用破旧车辆收集废物也会增加车辆排放，对空气质量产生负面影响。

**脱贫：** 许多城市的废物是人群的重要收入来源之一，而且是许多经济产业的原材料。许多城市的废物收集人员在街上和垃圾场收集、整理、清洁、回收和销售其他人丢下的废物。城市行动可以对参与废物管理的社会部门的经济条件和生活质量产生深远影响。例如，通过利用恰当的卫生填埋处理技术，城市可以避免露天垃圾净化带来的健康危害。

**社会公平：** 固废管理具有高度可见性，影响着人民对政府和对社会本身的看法。规划有效可持续性的市政固废管理系统投资需要广大利益相关者理解并倾向于服务交付，控制费用以及相关的社会环境影响。

## 2.4 实现可持续废物管理系统的挑战

固废管理对城市主管部门是一大挑战，特别是由于废物产生得越来越多，给市政预算带来负担，对各种影响废物管理的因素以及让整个处理系统有效运行的必要挂钩缺乏理解。要实施成功的固废管理系统，必须克服以下一些基本困难：

**废物管理的复杂性：** 固废管理是一个多维度的问题，涉及到多个利益相关者。市政府一般在设备上寻求各种问题的解决方案。但是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。而且还需要解决可能在社会上流行的NIMBY（各扫门前雪）的社会情况。

**涉及多个利益相关者：** 废物管理涉及许多不同利益甚至利益相互冲突的利益相关者。需要详细了解废物管理系统中有哪些利益相关者以及填埋的责任是什么，以建立一个有效率而且有效果的系统。要建立一个运行良好的废物管理系统，不同利益相关者之间一定要进行有效的交流，在发展中国家的城市更应如此。

**制度挑战：** 许多市政机构人手不足，缺乏管理废物的相关技能，特别是固废管理部门。处理固废的能力有限往往导致非常规的处置方法，其中包括露天垃圾处理和焚烧。市政府需要在职员资源和技能两方面的投资来进行能力建设。

**成本回收困难：** 市政府难以回收固废行业的某些相关成本。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废物管理计划。

**市政之外的意义：** 有必要整理可靠数据在城市之间创建恰当的废物管理信息渠道。

决策者必须清楚了解城市的情况来进行积极变革，开发出适应市民需求的综合废物管理战略。

幸运的是，正如以下第 3 节突出说明的最佳实践，C40 城市的经验表明：这些挑战可以通过创新的解决方案、合作、协调以及更好的规划和管理来实现。

## 3 成功废物管理系统的良好实践

### 3.1 最佳实践类别

为了解决上述挑战及收获可靠废物管理系统的综合效益，C40 可持续固废系统网确立了许多关键的良好实践方法。其中包括：

- 扩展废物处理和填埋卫生管理
- 为废物利用开发基础设施
- 整合废物管理和社会包容
- 推动废物收集服务创新
- 支持废物循环利用市场经济的发展
- 利用数字绘图管理固废
- 确保和实施综合废物管理系统

以下对各种方法进行了更为详细的讨论，并列举了展示良好实践的 C40 可持续固废系统网城市的案例研究。

### 3.2 扩展废物处理和填埋卫生管理

全球某些城市仍在使用的露天垃圾场因焚烧、渗滤液和有毒化学品扩散造成污染。同时也对周围社区人口以及拾荒者的健康和生活质量造成负面影响。必须淘汰露天焚烧垃圾场，作为可持续固废管理的关键支柱之一，同时转向受控垃圾处置的卫生填埋场。用卫生填埋取代露天垃圾场的关键考虑项是一开始就将拾荒者作为项目解决方案的一部分。以下的案例研究分别详细说明了卫生填埋场和关闭现有填埋场的良好实践。参考联合国人居报告 *全球城市固废管理* vi 部分对升级和淘汰垃圾场的渐进式恢复，了解更多国际公认的技术方法。

## 案例研究： 德班——*Buffelsdraai* 填埋场闭循环系统

**总结：** *Buffelsdraai* 填埋场管理是一个大型项目，旨在改善德班的废物管理做法。该项目整体上支持该市于 2030 年成为非洲最宜居城市的目标，因为该项目旨在减轻周围弱势社区的贫困，生产可再生能源并降低温室气体排放。*Buffelsdraai* 填埋场作为一个闭循环系统进行管理，即：任何进入填埋场的东西都不以任何形式离开。

**结果：** 这一现代填埋场每天对废物进行压缩和覆盖，将臭味、苍蝇和害虫滋生的状况降到最低。对渗滤液进行收集和处理，用水来抑制灰尘，从而节省宝贵的饮用水。填埋场的气体被提取用来放喷燃烧，消除甲烷和有害的温室气体。通过提取气体和降低甲烷排放，该市预计在填埋场 50 年的使用寿命内降低二氧化碳当量 1000 万吨。以后将对气体进行清洁处理，用作该市车辆或发电燃料。捕获的甲烷气将足以发电 10-12MWh。

该市还将缓冲区当做自然保护区进行管理。目前有一个沿海森林再建项目，为当地社区提供了种籽和插条，让他们按预先确定的尺寸种下这些植物，然后返交给填埋区获得折价券。折价券可以用于学费、自行车、实物或任何其他服务。在短短的 5 年内就种植了 723,000 棵树，约有 200 公顷地从原来的甘蔗种植地转换为沿海森林。预计每年可节省 5.5 万吨二氧化碳排放量。

项目的综合效益包括社区的积极参与和社会资本（因为周围社区可以以此谋生并改善经济状况）、环境效益（通过重新引进原本受到农业活动威胁的沿海森林）以及经济发展（能源使用和销售、地方就业）。该项目已经在德班的其他填埋场得到复制。

**成功的原因：** 该项目的成功是基于社区的积极参与，直接解决项目对地方生计的影响，并将其作为发展的机会。规划的发电效益等多个综合效益也有利于降低项目的长期成本。

## 案例研究： 武汉 <sup>vii</sup>-金口垃圾填埋场生态修复

**总结：** 武汉金口填埋场因健康安全标准不达标、填埋气体污染相关的环境问题、渗滤液渗透以及对填埋场地形破坏等，于 2005 年被关闭。关闭的金口填埋场造成的污染如果通过自然降解需要数十年才能得以清除，不仅影响环境，而且影响附近居民。

为了修复这一荒地，让其更具效率和成本效益，改善开始实施一项有氧生态恢复项目，<sup>viii</sup> 其中恢复了 52 公顷土地用作城市景观（增加了周围地区的土地价值和经济发展），对比传统恢复方法节省资金 1.25 亿美元。<sup>ix</sup> 填埋场的修复开始于 2014 年，引入了恰当的种植技术、各类植物和改善土壤的措施。该项目还和武汉绿色城市规划计划（2010-2020）相结合，该计划的目的在于改善该市的生态环境质量并加强可持续城市发展。

**结果：** 垃圾填埋场生态修复的主要气候变化目标为减少温室气体排放，特别是用当地树木和植物创建一个碳封存区（至少吸收 66 吨二氧化碳），并捕获垃圾填埋场产生的气体。该项目还修复了 52 公顷土地（回收 100 万 m<sup>3</sup> 以上城市施工项目的置换土），改善了填埋场附近 10 万居民的环境，降低了水和空气污染，消除了甲烷排放和潜在爆炸的风险，

通过引入绿色空间降低了周围温度，用作集水区，缩短了废物降解时间，通过种植恢复土地上的地方物种有利于地方生态系统<sup>x</sup>而且，2015年中国国际花园博览会还在这一个前垃圾填埋场上主办。

**成功的原因：**在项目紧迫性以及通过采用创新方法节省资金机会的推动下，武汉成功地污染最严重的地方之一进行了修复并在很短时间内将其打造一个生态安息地。

**什么时候/为什么一个城市可以应用像这样的方法：**希望建造新填埋场的城市应采取这种方法，确保所有新的填埋场都是卫生的闭循环填埋场。为了解决对地方生计的影响，一定要从项目一开始就让当地社区参与进来，并为那些以前依靠露天填埋场生活的人（如：拾荒者）创造新的经济机会。此外，希望修复现有填埋场和改善周围地区市民健康的城市可以采用填埋场修复的方法将修复和其他效益结合起来。

### 3.3 为废物利用开发基础设施

考虑到垃圾填埋不是废物管理的长期方案，尤其是特大城市的填埋场空间有限，能源需求高，而且填埋场到城市的距离较长，转废为能或堆肥厂等可靠的废物利用基础设施需要建立起来。该方法将可持续废物处理同地方可靠能源或资源生产相结合，为废物创造了新的价值。

#### 案例研究：德里——能量回收

**总结：**德里市每天产生固废 9000 吨，其中 2000 吨被运送到加兹布尔垃圾场。该垃圾场已经满溢出来，对社区环境、健康和安装造成严重危害。目前正在实施加兹布尔综合市政废物加工设施项目为这一关键城市问题提供可持续解决方案。变废为能工厂每日采用 1300 吨市政废物发电 12MW，占每日市政废物的 15%，同时解决了露天焚烧的环境问题。为了设定环境标准基准和确保符合欧洲排放标准，管理公司采用了比利时 KeppelSeigher、西门子、施耐德、SPIG 和芬兰 BMH 等一流技术。该项目还为拾荒者及其家庭成员采用直接雇用、能力建设和支持小微企业等方式提供另外的生计。

**结果：**转废为能工厂采用来自填埋场的废物生产垃圾衍生燃料（RDF），为发电锅炉提供动力。项目第一期于 2014 年 8 月竣工，第二期预计在 2015 年末完工。

该项目创造了大量综合效益，避免了甲烷排放（项目预期运行 25 年时间内估计节省 820 万吨）以及在露天固废处理场倾倒废物（SWDS）。综合效益包括：对比露天固废处理场健康和安全风险较低；节省土地（25 年时间仅征地一项预计可节省资金 226 万美元）；稀释渗滤液实现环境效益（节省年处理成本 0.4 美元/KWh）并减少填埋场有毒物排放。而且，该项目还有可见的社会效益。在当地 373 个拾荒者家庭中，该项目工厂将直接雇用 70 拾荒者。此外，提供的其他就业将包括约 100 名女性拾荒者，并对 150 名拾荒者提供功能性读写能力教育。该项目还提供两个托儿所，为 70 个儿童提供发展和营养支持。作为金融普惠的一部分，还给该地区 400 户家庭提供了银行账户和 PAN（为所得税提供的永久账号）。

**成功的原因：**面对新填埋场可用土地有限和废物量大的挑战，德里成功升级了现有填埋场以增加一个转废为能工厂的基础设施，利用减废和发电的双重效益，同时通过拾荒家庭的社会主流化和再培训为地方社区提供支持。这一成功的项目将在德里和印度其他地区的类似工厂进行复制。

### 案例研究：达卡——堆肥项目

**总结：**达卡是亚洲人口密度最大的城市之一（约 1200 万），许多人口生活在贫民窟和寮屋聚落。虽然目前采用了一份《固废主计划》，该市的大多数区域缺乏足够的废物收集服务。达卡 40-60%的废物收集运输到该市的两个填埋场。<sup>xi</sup> 达卡每年产生固废约 165 万吨，其中 80%为有机物。<sup>xii</sup>

‘废物关注’是一家非政府组织，该组织已经证明，如果城市能够提供土地和废物收集支持而且政府能够推动有机肥料销售，则可以盈利。1995 年，‘废物关注’第一次在达卡米尔布尔第二区启动了基于社区的分散堆肥项目。此后，该工厂一直运行良好，对比垃圾焚烧，有利于减少温室气体排放，而且已经在其他社区进行了复制，由公共机构和地方政府机构提供土地。<sup>xiii</sup>

**结果：**目前，‘废物关注’机构的废物管理模型在孟加拉实现了二氧化碳减排 18,000 吨，为城市贫民创造岗位 414 个。有利于减少达卡 52%的未收集废物。‘废物关注’和市政府合作，在 5 个基于社区的堆肥厂通过垃圾堆肥将固废作为资源加以利用（其中一个厂每日产量 10-12 吨；2 个厂每天 3 吨，两个厂每天 1 吨），然后将其出售给肥料公司。

为了扩大其规模，作为社会商业企业的‘废物关注’和一家盈利的荷兰私人公司合作，利用京都议定书清洁发展机制（CDM）的二氧化碳排放抵消。作为项目的一部分，他们在具有战略意义位置的达卡市周围建造了日产量 700 吨的堆肥厂，年产量 5 万吨，旨在未来 6 年降低二氧化碳排放量至 56 万吨。长期来看，达卡的所有有机垃圾堆肥能够为 16000 人提供就业，特别是妇女。‘废物关注’还建立了一个位于达卡的地区回收利用培训中心，提供培训计划帮助地方官员全面实施运营活动。该模型已经在 26 座城市得以复制。<sup>xiv</sup>

**成功的原因：**达卡堆肥项目的成功以有利的固废成分为基础，有机物含量高，水分合适，C/N 比稍高但可以调节，<sup>xv</sup> 且还有运行类似项目经验的专业结构荷载。公私合营还有利于保证该类项目的经济可行性，特别是由于市政府最初提供土地，这对启动堆肥项目 and 利用其效益是必要的。

**什么时候/为什么一个城市可以应用像这样的方法：**如果城市缺少土地而垃圾又不断增长，则需要考虑非传统的废物处置设施，并通过能量回收来实现资源最大化。类似的方法有助于城市减少废物处理设施的足迹，并引导实现针对废物增生的能量回收。同样，城市的废物流如果有机物含量高，则可以投资分散堆肥设施利用生态友好型堆肥，从而减少填埋场垃圾分解产生的数以吨计的甲烷排放。

### 3.4 整合废物管理和社会包容

设计废物管理问题解决方案时，一定要确保其效果具有长期可持续性。在发展中城市，废物处置系统年老待修而且不规范，用新的高度自动化设施取代老旧设施往往得不偿失。可以将这些不规范的固废管理基础设施整合到新的解决方案中，实现拾荒者规范化，从而改善生活标准并推动参与性废物管理等综合效益。该类适应措施不仅促进社会福利和金融效率，而且有利于创建废物管理系统公共所有制以及通过市民直接参与实现更广泛意义上的城区。 xvi

#### 案例研究：波哥大——零废物计划

**总结：**波哥大的零废物计划是为了在市民间实现文化行为和废物意识的改变。其目标是提倡城市有意识消费和强有力的回收利用政策，同时确保将非正式的‘回收装置’整合到城市的社会经济结构中，奖励其劳动并给予适当补偿。零废物计划整合到该市 2012 年的发展计划‘波哥大胡玛纳’中，包括六大重点领域：1) 源头分离；2) 生产商的延伸责任；3) 回收利用模式；4) 城市填埋场处理量降低；5) 零杂物；6) 危害废物和特殊废物管理。

**结果：**零废物计划为社会包容计划创建了一个法律框架，并将现有固废收集处理系统转变为提倡‘降低-再利用-回收利用’的模式，有意识消费和社会包容的系统。2016 年的目标是至少从填埋场分流 20%的固废。特别设计回收人员社会包容来解决其面临的挑战，如缺乏透明的组织、回收人员之间存在强烈竞争等；缺乏技术培训；缺乏对其自己基本权利相关的信息；无家可归人群比例较大；童工或教育缺少等。

零废物计划不仅有助于整合非正式劳动力、更好的管理废物和减少废物（每天约循环利用材料 1 吨），而且具有多个综合效益，包括降低废物收集服务成本 15.23%；由 UAESP（城市公共服务特殊行政部）在 2015 年配送约 12000 个劳保工具包为回收人员提供健康保护；以及胡安娜女士填埋生物气工厂的发电（2014 年月均发电 39.69MW），实现二氧化碳减排约 70 万吨/年。

**成功的原因：**该项目成功利用现有的非正式基础设施构建了一个综合废物收集模型，同时为地方社区提供就业。並意识到行为改变的潜力和必要性来实现成熟且具有成本效益的废物管理系统。

**什么时候/为什么一个城市可以应用像这样的方法：**如果城市目前存在废物收集的非正式设施，则可以采用这一方法整合现有基础设施和工人，这比建立新系统的成本要低。所有城市都应包括教育和意识提升的成分来促进城市居民的行为改变并有利于创建一个可持续的现代废物管理/资源估值系统。

### 3.5 推动废物收集服务创新

改善收集效率的创新战略可以帮助城市大大减少市政费用并为其他项目留出资金。在当前竞争激烈的废物管理市场中，客户希望以具有竞争性的价格获得广泛的收集方案。许多城市的固废管理收集服务已经能够满足这些期望。城市可以通过系统改善来获得更大的成功，如：采用新技术、更好的收集车具、路线设置新方法以及承包机制创新等。美国环保局建议了一套策略用来进行更有效的废物收集。其中包括：减少收集次数、收集服务自动化、减少车队车辆实现双重收集；提高员工的生产力；改善承包和竞争<sup>xviii</sup>。以下案例研究对一个城市的创新性政策方法进行了阐述。

#### 案例研究：拉各斯——私营部门的参与

**总结：**拉各斯市地处尼日利亚的商业中枢，人口一直在急剧增长（预计每年增长 6-8%），2014 年人口超过 2100 万。<sup>xix</sup>这就造成垃圾产生得越来越多，目前约为 1 万吨/天。

过去 10 年来，建立了现有的拉各斯废物收集私营部门参与方（PSP）计划，其中进行了特许安排，私营公司/中小企业根据全州分区对收集活动提供正规执照。然而，由于运营管理费用成本回收不够、投资机会低而且投资回报低，废物账单付款缺乏公共合规，以及其他市场动态，造成全市作业效率低下，参与者工作积压过多。

有必要通过公共教育改进废物收集服务以创建面向责任到人的正确态度和接受意识，同时需要进行强烈的干预对现有做法进行改革以改善服务效率。

**结果：**拉各斯政府通过拉各斯废物管理局（LAWMA）在为期 10 年（2005-2015）的市场开发战略指导下，为私营参与部门和地方银行合作的金融和融资机制提供了支持，为资金市场渠道提供了信誉工具。对市内的不同社会-经济团体/区域的私营化模式和成本回收计划进行了定义来协助私营参与部门回收资本投资并通过政府干预采购收集车辆来支持偿债方案。为了提升公众意识和参与以实现地方社区合规而提供了进一步协助。同时为低收入地区私营参与部门提供了政府补助和债务回购。

自 2005 年以来，增加卡车 800 辆（增长率 100%），收集服务效率有记录增长率超 60%，成本回收约为 55%，预计基于市场潜力会进一步增加。通过扩展私营部门/中小型企业参与废物收集而进一步提高了就业机会。因此，将拉各斯（废物收集）模型作为基准来改善尼日利亚/西非城市的收集效率。

**成功的原因：**根据国家和州政府层面的现有立法以及政策和法规工具，拉各斯废物管理局采用了‘私营参与部门手册’，规定了具体的标准/前提条件和运行方针，同时为市内市政固废收集和运输私营部门参与的绩效评估提供了一个基础。

为私营部门参与方/中小企业代表的地方和海外培训提供了技术协助，以桥接部门内知识差距和加强能力发展。同时通过作为政府机构的固废管理局提供制度支持为私营参与方和客户群体之间的争议解决提供透明度和公平性。

什么时候/为什么一个城市可以应用像这样的方法：如果城市人口众多，旨在优化不同经济社会地区/区域的废物收集和清洁，同时要确保所需车辆/基础设施的可用性，则可以采取拉各斯的方法，同时通过增加中小企业/私营部门的参与为经济增长提供机会并创造就业。

### 3.6 支持废物循环利用市场经济的发展

除了确认和开发新的可靠而且稳定的回收/再利用材料市场外，关键是建立可以对废物进行回收利用或再使用的地方系统来前面利用现有出口，从而创建一个对材料有高估值的可持续废物管理系统。如果城市能够实现更大的地方回收利用/再处理能力，也会带来几个其他好处，如就业、减少废物运输（相关成本和环境影响）、更大的自给自足和废物管理系统的灵活性、更大的公共信心和参与。成功的家居回收利用市场将提供成功回收利用系统的可见证据，从而加强公众对回收利用产生环境效益的信心并推动进一步参与。

#### 案例研究：墨西哥城——可回收利用物的易货市场

**总结：**2012年3月，墨西哥城行政部门启动了一个物物交换市场项目，用经过分离的清洁可回收生活固废换取当地农业产品。物物交换市场的总体目标是构建一项教育计划在墨西哥城人口中推进回收利用和地方消耗的文化。每日产生的12,500吨市政固废都在填埋场内，该市创建了物物交换市场来探索填埋场的可持续方案，同时开发并保持一种废物最低化和回收利用的文化。项目的另一目标是给地方生产商提供支持并为墨西哥城农村地区的传统农业提供支持。

**结果：**物物交换市场在公园或广场等公共场所周日早上每月进行一次。市场采取流动巡回方式以逐渐涵盖墨西哥城的不同集市。每个市民每个市场日可交换10公斤废物或更多类有价值的可回收物，目前包括、纸张、纸板、PET、玻璃、无菌铝箔包、铝、锡罐和电子废物。交换的农产品为墨西哥城农业地区当地生产商种植的，包括果蔬以及植物和自制果酱。物物交换市场和80个地方生产商和几个负责回收利用公司发展了战略合作伙伴关系，负责在赶集期间收集废物并自费运输到回收利用设施。作为对可回收物的交换，私营公司以环境教育材料的形式给市政府提供物资捐赠。

该项目为全市贡献5000吨/日的回收利用目标（是当前回收利用率的两倍），已经在小范围产生了重要的结果。2013年，物物交换市场举办了12次，参与可回收固废的市民达2万人，材料的总量达到约15.1万吨。

该项目的主要环境目标是将有用的可回收废物从填埋场最终处置中分流到有用的可回收材料，而且预计会带来重大的综合效益，如：通过在物物交换市场提供健康优质的食品交易和墨西哥反复出现的健康问题——营养不良作斗争。该集市不仅有利于地方农业生产商（2014年战略合作伙伴80个），他们的交易可以获得政府补助，同时有益于私营废物部门，提供收集和再使用有用的可回收物中的就业。物物交换市场非常受市民欢迎，每个月交易时有2000多人参与。

**成功的原因：**物物交换市场是一个引人注目的社会实验室，市民可以积极参与推动可持续循环经济。市民不仅有机会学习分离、收集和估值可回收生活固废来降低填埋场的最终处置量，而且可以消费地方农产品（健康产品，距离消费者近，所以可以减少交通温室气体排放）。物物交换市场越来越受欢迎，因为市民可以用家里的废物来换取新鲜的季节农产品。

**什么时候/为什么一个城市可以应用像这样的方法：**城市可以采用这一方法在市民中培养对可回收废物价值的意识，同时支持地方农业生产或其他可用于可回收废物交换的地方产品和服务。该项目特别有益于低收入人群，能够创造重要的社会经济收益。

### 3.7 利用数字绘图管理固废

废物管理系统已经发展了几十年，采用新的软件技术改善废物收集和运输服务是一种相对较新的现象。如果没有恰当的数据收集和管理系统，制定可靠透明的废物战略具有很大的挑战性。城市已经开始意识到这一点，正在努力采用软件技术来管理固废并创建知识数据库来进一步产生积极变化。xxi

#### 案例研究：班加罗尔——废物收集数字绘图

**总结：**班加罗尔采用数字绘图来管理废物收集和运输系统以实现该市 100%固废收集的目标。班加罗尔有几个填埋场已经关闭，固废管理系统缺乏效率（仅收集 50%废物），数据不可靠或缺乏，难以规划有效的收集和运输，所以班加罗尔于 2013 年采取了新的固废管理方法，同时开始同‘公共问题解决中心’合作。该市启动了一项创建基于地理信息系统（GIS）的固废管理程序，目前正准备对半座城市进行试用。该 GIS 系统让城市能够存放、分析和共享各种绘图地理信息，如分散式基础设施和现有车辆路线，这些对废物收集和运输的规划都是至关重要的。数据驱动模型可以通过采用优化路线算法和数据收集的自动化规则促成具有成本效益的管理系统。

**结果：**规划良好有效且受到监测的收集和运输系统预计在 2016 年能降低废物收集行程距离的 80%，并将挨家挨户的收集扩展到全市范围。预计能实现二氧化碳减排 109 吨/年，同时实现多重综合效益。废物处理的新常态将确保易受影响社区的更干净和健康的生活条件；2016 年 GIS 模型覆盖全城时将创造就业 19,000 个，为全城实现挨家挨户的收集；露天焚烧和倾倒将被最小化，空气和土壤污染将得以减轻。

**成功的原因：**班加罗尔的废物管理数据方法成功的关键是利用 GIS 模型作为运输社区固废资源管理的决策支持工具，同时是一项广泛的并行性市民参与项目。

**什么时候/为什么一个城市可以应用像这样的方法：**该方法特别适合旨在实现有效果而且有效率的废物收集车队服务的城市。通过 GIS 软件可用的各种算法有助于在交通拥堵时指出其他的路线，为市政府节省成本和燃料。此外，过去车辆移动的数据库能进一步支持制定和改善市民参与废物收集服务的战略，例如：通过开发用户友好型移动应用软件传播和更新收集废物的时间。

### 3.8 确保和实施综合废物管理系统

可持续的综合废物管理政策将预防废物和减少废物、物品再使用以及废物回收利用（堆肥、变废为宝）等结合在一起。可靠的综合固废管理会结合不同的技术为所有不同类别的废物提供有针对性的废物处理方案。不同过程的整合以及预处理、机械和手工分类、回收利用和发电技术相结合带来了重要的协同效应和规模经济，如果单独采用这些措施是无法实现这些效益的。

#### 案例研究：布宜诺斯艾利斯——市政固废减少项目

**总结：**布宜诺斯艾利斯的市政固废减少项目<sup>xxiii</sup>发起于2014年1月，旨在通过源头分离、资源回收、回收利用和资源保值等降低运送到填埋场的废物数量，同时将责任返回给市民。例如：布宜诺斯艾利斯发起了针对可回收材料和绿色废物的‘绿色中心’，并安装了一个‘机械生物处理厂’，利用新的创新技术<sup>xxiv</sup>。该市还在实施强化意识运动以教育市民以可持续的方式分类、分离和处理废物。

**结果：**在街道上布置集装箱和横向收集车辆已经取得进展，以避免到处都是垃圾袋的现象、减少臭味并改善市容市貌。已经安装地方垃圾转运站，降低了垃圾运输产生的二氧化碳排放。在初始期间，于2013年降低了44%的废物处置量，避免二氧化碳排放当量25297吨。2014年，在项目第二个阶段减少78%的废物量后，实现温室气体减排45787吨当量。该项目还设计创建新的就业岗位并孕育废物和回收利用链更大的社会参与度和透明度。目前，已经创造了4500个‘城市回收员’岗位，预计还会再增加2000个岗位，努力实现长期正式就业增长。

**成功的原因：**布宜诺斯艾利斯通过强调居民部门和颁布政策来增加私营企业的废物管理职责，通过市政府的管理大大降低废物流。随着街头集装箱的快速布置，将负面影响降到最低，参与度也在迅速增长。

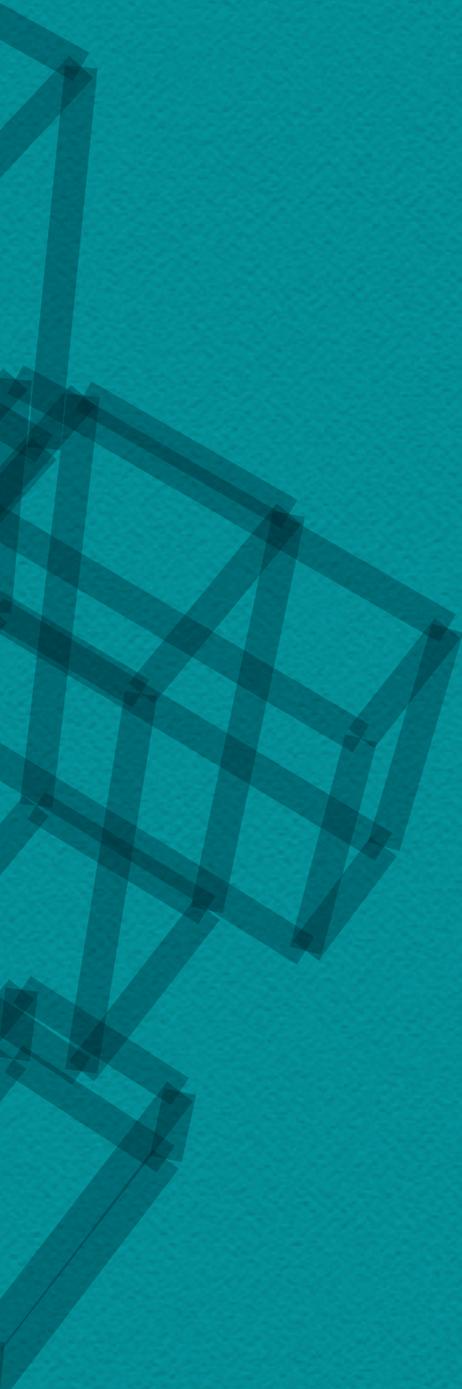
**什么时候/为什么一个城市可以应用像这样的方法：**如果城市需要对其废物系统进行快速过渡，特别是如果城市同时意图实现废物减少的长期宏伟目标，则可以采用综合废物管理规划方法以从相关的协同效应和综合效益中获益。

## 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#iswm1>
- 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%20DTIE\\_Japanese%20waste\\_english\\_web.pdf](http://www.unep.org/ietc/Portals/136/Publications/Waste%20Management/UNEP%20DTIE_Japanese%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：全球固废管理概览  
<http://go.worldbank.org/BCQEP0TMO0>
- 国家城市事务研究所-全球良好实践纲要-城市固废管理，2015  
<http://www.citiesalliance.org/sites/citiesalliance.org/files/GP-GL3%20SWM.pdf>

- 
- i <http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/spc/Waste&ClimateChange/Waste&ClimateChange.pdf>;
  - ii <http://www.unep.org/ccac/tabid/1060441/Default.aspx>
  - iii <http://cam3.c40.org/images/C40ClimateActionInMegacities3.pdf>
  - iv <http://www.fccenvironment.co.uk/assets/files/pdf/content/wrap-applying-wastehierarchy.pdf>
  - v <http://www.oxforddictionaries.com/definition/english/nimby>
  - vi [http://www.waste.nl/sites/waste.nl/files/product/files/swm\\_in\\_world\\_cities\\_2010.pdf](http://www.waste.nl/sites/waste.nl/files/product/files/swm_in_world_cities_2010.pdf)
  - vii <http://www.c40.org/awards/3/profiles/62>
  - viii <http://www.kinghome.com.cn/Home/Products/1/2014-08-21/337.html>
  - ix <http://issuu.com/sustainia/docs/cities100/35?e=4517615/31305566>
  - x [http://cjweek.cjn.cn/images/2015-11/20/19/2015112019\\_pdf.pdf](http://cjweek.cjn.cn/images/2015-11/20/19/2015112019_pdf.pdf)
  - xi [http://waste.ccac-knowledge.net/sites/default/files/files/city\\_fact\\_sheet/Dhaka\\_MS\\_W\\_FactSheet\\_0.pdf](http://waste.ccac-knowledge.net/sites/default/files/files/city_fact_sheet/Dhaka_MS_W_FactSheet_0.pdf)
  - xii [http://waste.ccac-knowledge.net/sites/default/files/files/city\\_fact\\_sheet/Dhaka\\_MS\\_W\\_FactSheet\\_0.pdf](http://waste.ccac-knowledge.net/sites/default/files/files/city_fact_sheet/Dhaka_MS_W_FactSheet_0.pdf)
  - xiii <http://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1716&context=scipapers>
  - xiv [http://www.c40.org/case\\_studies/organic-waste-is-composted-and-sold-as-bio-rich-fertilizer-reducing-emissions-generating-jobs-and-cleaning-up-the-city](http://www.c40.org/case_studies/organic-waste-is-composted-and-sold-as-bio-rich-fertilizer-reducing-emissions-generating-jobs-and-cleaning-up-the-city)
  - xv [http://www.sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/ENAYETULLAH%20et%20al%20ny%20Community%20based%20Decentralized%20Composting.pdf](http://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/ENAYETULLAH%20et%20al%20ny%20Community%20based%20Decentralized%20Composting.pdf)
  - xvi <http://www.citiesalliance.org/sites/citiesalliance.org/files/GP-GL3%20SWM.pdf>
  - xvii [http://uaesp.gov.co/uaesp\\_jo/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=16](http://uaesp.gov.co/uaesp_jo/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=16)
  - xviii <http://www3.epa.gov/epawaste/nonhaz/municipal/landfill/coll-eff/k99007.pdf>
  - xix <http://worldpopulationreview.com/world-cities/lagos-population/>
  - xx Text adapted from: <http://www.c40.org/profiles/2014-mexicocity-solidwaste>
  - xxi [http://www.waste.nl/sites/waste.nl/files/product/files/swm\\_in\\_world\\_cities\\_2010.pdf](http://www.waste.nl/sites/waste.nl/files/product/files/swm_in_world_cities_2010.pdf);
  - xxii <http://www3.epa.gov/climatechange/wycd/waste/downloads/overview.pdf>
  - xxiii <https://www.c40exchange.org/download/attachments/47644728/BuenosAires-CaseStudyOctober2014.pdf%3Fversion=1%26modificationDate=1415989545805%26api=v2>
  - xxiv <http://futurenviro.es/en/planta-de-tratamiento-mecanico-biologico-norte-iii-ceamse-provincia-de-buenos-aires-argentina/>
  - xxv [https://www.c40exchange.org/login.action;jsessionid=084D130440470B3083C36703ECA02979?os\\_destination=%2Fdownload%2Fattachments%2F47644728%2FBuenos+Aires+-+Case+Study+October+2014.pdf%3Fversion%3D1](https://www.c40exchange.org/login.action;jsessionid=084D130440470B3083C36703ECA02979?os_destination=%2Fdownload%2Fattachments%2F47644728%2FBuenos+Aires+-+Case+Study+October+2014.pdf%3Fversion%3D1)
  - xxvi Adapted from: <http://www.c40.org/profiles/2014-buenosaires>



**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