

中国固体废弃物管理：

问题和建议

2005年5月

城市发展工作报告
东亚基础设施部
世界银行
工作报告No.9

前言

世界上没有一个国家曾经经历过像中国现在正在面临的固体废物数量如此之大或如此之快的增长。在2004年，中国超过美国成为世界最大的废弃物制造者，到2030年，中国每年的固体废物数量还将增长150% - 从2004年的1.9亿吨增长到2030年的4.8亿吨。废弃物流如此之快的增长对社会、经济和环境的影响是显著的。中国废弃物管理系统的各个方面正在经历大规模的变化，政府正在努力对挑战做出回应。

中国需要提高“废弃物管理分级”，在采用其它废弃物处置方法之前，促进废弃物减量化、重复和循环使用。然而，尽管正在进行积极的废弃物分流活动，中国将来的废弃物处置需求还是十分庞大的。例如，中国城市在今后20年大约要建设1400座垃圾填埋场。

这篇报告通过提供最新的和相对准确的城市废弃物数量和组成预测，为中国城市固体废弃物的讨论提供帮助。报告还证明了主要的发展趋势，并提出了可能的应对措施。

Christian Delvoie

主任

基础设施部

东亚及太平洋区域

Maryvonne Plessis-Fraissar

主任

交通和城市发展部

致谢

这篇报告由东亚及太平洋城市发展部（EASUR）编写。Dan Hoornweg，项目经理，Philip Lam和Manisha Chaudhry负责编写。Demetrios Papathanasiou也参与了编写。Songsu Choi，Sandra Cointreau，和Hardy Wong进行了详细的审查并提出了建议。David Hanrahan和Jack Fritz进行了同业审查，除了他们，Tore Semb，Lixin Gu，Michel Kerf，George Plant，Edourade Motte，Bekir Onursul，和Tom Zearley也提供了广泛的意见。Wit Siemieniuk和Laura Thomas进行了技术和编辑审查。世界银行的碳基金部门提供了技术援助和资金支持。

Keshav Varma

部门主任

东亚和太平洋城市发展部

目录

前言	2
致谢.....	3
目录.....	4
缩写.....	7
第一章 总摘要.....	8
第二章 废弃物数量和组成 当前状况及预测.....	12
第三章 功能和职责.....	23
第四章 固体废物减量化.....	28
第五章 可持续的废弃物综合管理.....	33
第六章 中国城市固体废弃物的碳基金.....	48
第七章 废弃物管理资金.....	52
第八章 建议.....	58
第九章 – 术语.....	64

表

表2.1: 城市固体废弃物的来源和分类

表2.2: 中国城市人口预测的城市废弃物产生量

表3.1: 中国国家城市废弃物法规概况

表5.1: 建议的堆肥标准

表5.2: 废弃物分类的两类和三类对比

表6.1: 各种废弃物管理技术估算的温室气体减排量

表7.1: 2002、2010和2020年中国城市在城市居民固体废物处置方面估算的总运行费用

表7.2: 2002年上海、重庆和昆明城市居民固体废物处置的估算资金

表7.3: 固体废物管理资金的预计来源

表7.4: 2002年上海、重庆、昆明城市固体废物财务数据

图

- 图2.1: 中国城市地区预测的城市废弃物组成
- 图2.2: 经合组织国家城市废弃物产生量与GDP的比较
- 图2.3: 中国各地区城区预测的城市废弃物产生量
- 图2.4: 各种富裕程度废弃物产生量和组成的变化：中国北京
- 图2.5: 中国的工业固体废物产生量
- 图2.6: 武汉市废弃物组成
- 图2.7: 中国城市人口的废弃物预测产生量
- 图2.8: 1900-2000年美国按重量计的原材料流量
- 图2.9: 经合组织国家的城市废弃物产生量
- 图2.10: 中国、印度和美国预测的城市废弃物产生量
- 图6.1: 全球发展机制项目周期

方框

- 方框3.1 巴西企业再生利用协会（CEMPRE）
- 方框4.1: 城市固体废物管理市场手段示例
- 方框4.2: 工业废料交易机构
- 方框5.1: 废弃物管理分级
- 方框5.2: 日本的二恶英
- 方框5.3: 废弃物综合管理计划的关键内容

附件

- 附件1: 城市固体废弃物的产生（中国超过75万人口的城市）
- 附件2: 亚洲开发银行报告：加强城市固体废物管理 摘要
 - 图A2.1: 废弃物管理分级
 - 图A2.2: 建议的远期固体废物管理机构组织形式（到2010年）
- 附件3: 中国不断增长的日用品需求
 - 图A3.1: 中国：1993-2002粗钢表面消费量
 - 图A3.2: 中国：中国耐久品占有量增长
 - 图A3.3: 中国城市卫生水平，2002
 - 图A3.4: 中国某些产品产量，1999-2002
 - 图A3.5: 中国进口：石油，石油产品和相关材料
 - 图A3.6: 中国进口：化工材料和产品
 - 图A3.7: 中国进口：钢和铁
 - 图A3.8: 中国进口：纸，纸板及纸浆
 - 图A3.9: 中国进口：铜
 - 表A3.1: 2001年全球铝消耗量

表A3.2：中国、美国、印度和法国资源消耗的比较

表A3.3：2002年可口可乐消费及市场人口

表A3.4：全球资源消耗量

附件4：中国城市废弃物管理法律和法规-总结

附件5：商业协会

方框A5.1 巴西企业再生利用协会（CEMPRE）

方框A5.2：回收支持社团（CSR）

方框A5.3：加拿大回收工业协会（CARI）

方框A5.4：伊斯坦布尔大都市城市市政环境保护和废弃物材料回收工业和贸易公司（ISTAC J.S. Co）

附件6：国际废弃物立法

表A6.1：国际废弃物立法政策举例

表A6.2：英国包装行业回收利用的目标，2004-2008

表A6.3：可回收纸回收率的发展 1980-2002

附件7：上海可回收材料价格

附件8：废弃物管理计划内容

附件9：城市固体废弃物焚烧-总结

表A9.1：城市废弃物的燃料特性

表A9.2：从分析废弃物比例和发热量计算低热值的例子

附件10：经济合作与发展组织的废弃物产生和处置数据

附件11：卫生保健废弃物管理-总结

方框A11.1：废弃物管理的原则

表A11.1：卫生保健机构大气排放浓度限值

表A11.2：卫生保健机构废液浓度限值

附件12：电子废弃物

附件13：提高混合市政废弃物产生甲烷的回收和利用

附件14：固体废弃物管理的私营参与：国际和中国的观察

表A14.1：估计的新兴市场的营业额

表A14.2：中国出现的一些主要的私营运营商

附件15：2001年挑选的中国城市的环境服务水平

附件16：填埋场运行

表A16.1：场地初步调查数据列表

缩写

ADB	亚洲开发银行
CEMPRE	巴西企业再生利用协会
COD	化学需氧量
EPB	环保局
ESB	环卫局
ER	减排量
EU	欧盟
FOB	离岸价格
ICI	工业、商业、机关
LFG	填埋气体
MOC	建设部
MSW	城市固体废弃物
NGO	非政府组织
OCC	旧的瓦楞纸板
PPP	公共私营合作
PVC	聚氯乙烯
RDF	废弃物衍生燃料
RMB	人民币
SEPA	国家环保总局

第一章 总摘要

本书的目的是为了促进有关中国对城市固体废弃物管理的发展。本报告介绍了有关这一领域总的背景情况，同时也阐明了世界银行目前对该问题的理解，并提出了详细的建议。¹

本报告的编写是基于世界银行在2004年聘用的4位咨询专家的工作评估报告²、对亚洲开发银行在2001年完成的名为《加强城市固体废弃物管理：国家固体废弃物管理战略》(TA3447-中华人民共和国)的全面报告的审议以及对名为《废弃物管理中的公私合作》的纲要报告为参照完成的。除此以外，世行的工作人员还进行了实地考察和本领域项目的评估。

中国最近已超过美国成为世界上最大的城市固体废弃物(MSW)制造者。2004年，仅中国的城市地区就产生了大约190,000,000吨城市固体废弃物，到2030年，该数量预计增长为至少480,000,000吨。还从未有哪一个国家的废弃物有如此巨大的增加，或其增加的速度如此之迅猛。废弃物的管理对国内国际都有巨大的影响。本报告提到的废弃物数量是估计数字，但从国家规划和资源分配目的状况来看，这些数字还是足够可信的。

根据目前的固体废弃物计划，从现在起到2020年，全中国范围内废弃物管理对预算有着八倍增长（从目前300亿元人民币的估算金额增加到2,300亿元人民币）的需求。预算增加的需要尤其在小型城市（人口数量少于1,000,000的城市）显得最为严峻。

在过去10年内，中国在废弃物管理领域已经取得了重大进步。例如，大部分大型城市正在积极推进垃圾卫生填埋，并将此作为其主要的处理方法。在废弃物管理方面，目前中国最为迫切的需求很可能就是对垃圾填埋场运营管理的改进以及增加填埋场的数量。

¹ 本报告并不探讨有害废弃物、医疗废弃物、污水污泥、废弃物采集器等关键领域的问题。本报告对这些领域的后续工作提出了建议。

² 英特华投资咨询有限公司——《中国城市废弃物管理活动评论》；AMEC 地球与环境国际公司——《中国废弃物质量和构成评论》；Gabiella Prunier——《中国废弃物管理领域的私营部门参与评论》，以及环境资源管理集团——《中国城市固体废弃物清洁发展机制伞式方针》。所有这些文件都是在2004年制定的，并都可以从世界银行获得。

尽管中国在固体废物处理方面迈出了巨大的步伐，但仍无法满足对废物处理覆盖面的不断增长的需求、对垃圾安全处理系统的环境要求、以及在处理运营方面对成本效益的合理化要求。

中国对废物管理的实践目前对全球都是有影响的。例如美国二手材料的价格现在受中国对这些材料的需求的影响。中国建设部将废物焚烧率增加到30%的目标（现在为1%）很有可能将全球环境空气中的二恶英³含量至少翻一番。

本报告指出了中国固体废物管理的关键性问题：

1. 废物数量带来的问题：废物产生的增长率是最快的，其构成也发生显著变化，但在减少废物方面所做的工作却很少；

2. 信息可获得性带来的问题：缺乏可靠一致的废物数量和处理成本数据，使得废物管理战略的制定异常困难；

3. 决策过程带来的问题：在技术选择、私营部门参与、成本回收方面缺乏连贯一致的政策和战略规划，而公众也未能适当接触和参与规划过序；

4. 运营方面的问题：：运行的设施与设计标准不符，特别是在污染控制领域。设施运营有缺陷，废物收集运作很多情况下缺乏合理性；

5. 资金方面的问题：对用户和垃圾处理的收费未能达到成本回收；

6. 机构安排方面的问题：收集和转运服务的分散化程度不够，市政技术规划能力不足，私营部门参与程度不深，政府各个部门（例如建设部和国家环保总局）责任划分不清，中央和地方职责的区分不够适当；

7. 私营部门参与方面的问题：基于不明确、不一致的商业参与规则和成本核算做法、不透明的采购行为、不具持续性的补贴、不够充足的市政资金支持以及不清晰的监管框架，政府想要在固体废物服务领域提高私营部门参与的目标受到阻碍；

8. 碳基金方面的问题：碳基金的重要性在中国城市固体废物领域不断增

³ 二恶英是一种持久的高毒性有机污染物。其数量的增加是各个地区及全球范围都非常担忧的问题。

加。中国每年可以从碳排放减少的成绩中获得多达10亿美元资金。这些成绩主要是通过通过对垃圾填埋产生气体的回收、堆肥、循环使用和厌氧消化而实现的⁴。但这种机会在时间上可能是有限的，所以需要迅速的采取干预手段。

本报告在第八部分提出了很多建议。主要建议如下：

- 鼓励三个城市作为试点或示范城市，引入可复制的可持续性模式。选定的试点城市应积极推行废弃物最少化的战略，提供可靠而全面的废弃物管理数据（特别是关于成本和质量的数据），并作为中国废弃物管理在技术、政策和培训方面的“最佳地点”。试点城市也应提供一个良好的平台来制定长期管理计划，即20年以上的计划。
- 中国需要把废弃物管理提高到更高的一个层次，在减少废弃物数量同时并实现更多的再使用、再循环和回收（堆肥和消化），从而将需要处置的废弃物数量降至最低程度。
- 废弃物最少化战略应成为中国城市固体废弃物规划优先考虑的重点。需要特别强调的是废弃物流的有机物部分（在可以预见的未来，有机物部分将继续占整个废弃物流的50%），以及废纸问题（废纸很可能是废弃物流中增长最快的组成部分）。包装废弃物也应作为一个目标，因为它在废弃物数量的增长中占了很大的一部分。
- 关于城市固体废弃物的立法是需要在全国范围内具有一致性的政策。这些政策应鼓励区域合作和跨部门的协调，用推动经济的手段来改善废弃物管理。
- 需要建立具有废弃物隔离目标的综合性可持续废弃物长期管理方式。这种方式涉及到规划和决策过程中的各个主要利益相关者，并要求对整个废弃物管理系统采用全局性观点。该管理系统应包括废弃物最少化运作、收集、转运、处理、再循环、资源回收和处置。重要的规划和决策标准应包含包括社会、文化、环境、机构、财务和技术等各个方面的标

⁴ 基于每吨 4.50 美元的出售价格，最高达 50% 的垃圾填埋气回收转换率和 10% 的堆肥率。不包括从再循环使用或节能/能源生产中获得的潜在能源和资源。

准；

- 再循环产业需要得到加强（更专业；改善产品标准；发展市场；执行更好的运营标准）；
- 堆肥的重要性可能会得到提高（可能受到碳排放量减少出售的鼓励），但从产品营销角度考虑，检查堆肥质量并建立营销计划显得尤为重要。
- 在中国，废弃物处理采用焚烧的方式越来越受欢迎。但推动其增长的主要因素是一些人为的、不具持续性的补贴措施和不透明的融资结构以及对焚烧设备缺乏理解和经验等造成的。新建的垃圾焚烧场应能满足日本-欧盟二恶英和水银排放的标准，并且所有的焚烧场都必须对经营人员进行充分的培训。在任何情况下进行完整而准确的成本效益分析是十分必要的。
- 垃圾填埋的问题应急需得到更多的关注，以改善整个领域总体运营条件。填埋场需要有一定坡度以将沥出液降到最低程度；它们的建设要按阶段实施，并根据国际“卫生填地”标准来运作。此外，要对垃圾填埋场关闭后的正确使用应给予更多的关注，即将其看作一种综合的、必要的土地使用——可能在关闭后建成高尔夫球场或绿地（作为城市规划和发展的一部分）。中国各个城市可能在未来的25年内需要增加1400个垃圾填埋场；
- 需要对特殊废弃物{例如有害废弃物、废墟、医疗废弃物}以及问题异常严重的废弃物（例如电池、一次性尿布、一次性饮料瓶和报纸）加强规划和提供相关服务；
- “棕地”——由于处置措施不当或化学材料外溢而受到污染的土地——将成为中国各个城市所面临的日益严峻的一个问题。它们将继续影响公共卫生、环境质量以及土地的价值。中国各个城市目前大约有至少5000个这样的棕地。清理这些棕地的费用总是大大高于最初适当处理废弃物的费用。在中国，目前对这一领域的认识还不够充分，需要加强理解和研究。

第二章 废弃物数量和组成 当前状况及预测

中国最近已经超过美国成为世界上最大的城市固体废物（MSW）制造者。2004年，中国仅城市地区就产生了大约1.9亿吨固体废物。到2030年，预计这一数字将增长到至少4.8亿吨（见图2.1），超过美国同期产生的固体废物总量的两倍。

管理固体废物将是一项庞大的任务

从现在起到2030年，中国将需要发展处理超过现有水平2.5倍的固体废弃物的系统。国内和全球的环境将需要提供并消解相当于超过目前美国经济水平两倍的物质质量。附件3给出了全球的比较图表，指出了中国的消费模式，在能源和材料需求方面具有显著增长。

有三个关键因素在推动着中国固体废物产生总量的增长幅度，即城市化、城市人口增长和富裕程度的增长。如果不考虑收入水平⁵，城市居民的固体废物产生量比农村居民多2-3倍。城市居民固体废物产生水平较高，部分是与他们的城市经济活动有关，包括商业、工业和机关活动。另外，城市居民的平均收入高于农村居民，从而有更高的消费模式。图2.2强调了不断增长的富裕程度（以GDP计算）与固体废物产生量之间的直接关联。

附件1给出了中国大城市（这些城市2000年人口至少为75万，其中51座城市位于东部地区，38个位于中部地区，22个位于西部地区）城区固体废物预计产生量的变化趋势。本研究没有提供中等规模城市（城市人口少于75万，这样的城市在中国超过500个）的单独数据。但是，本报告提供的国家级的城市固体废物产生总量包括了这些小型城市；假定这些城市的人均固体废物产生量与其他大城市相同。数据显示，最大的沿海城市的废弃物产生率最高，而中等城市和大型城市的废弃物产生率比较一致。

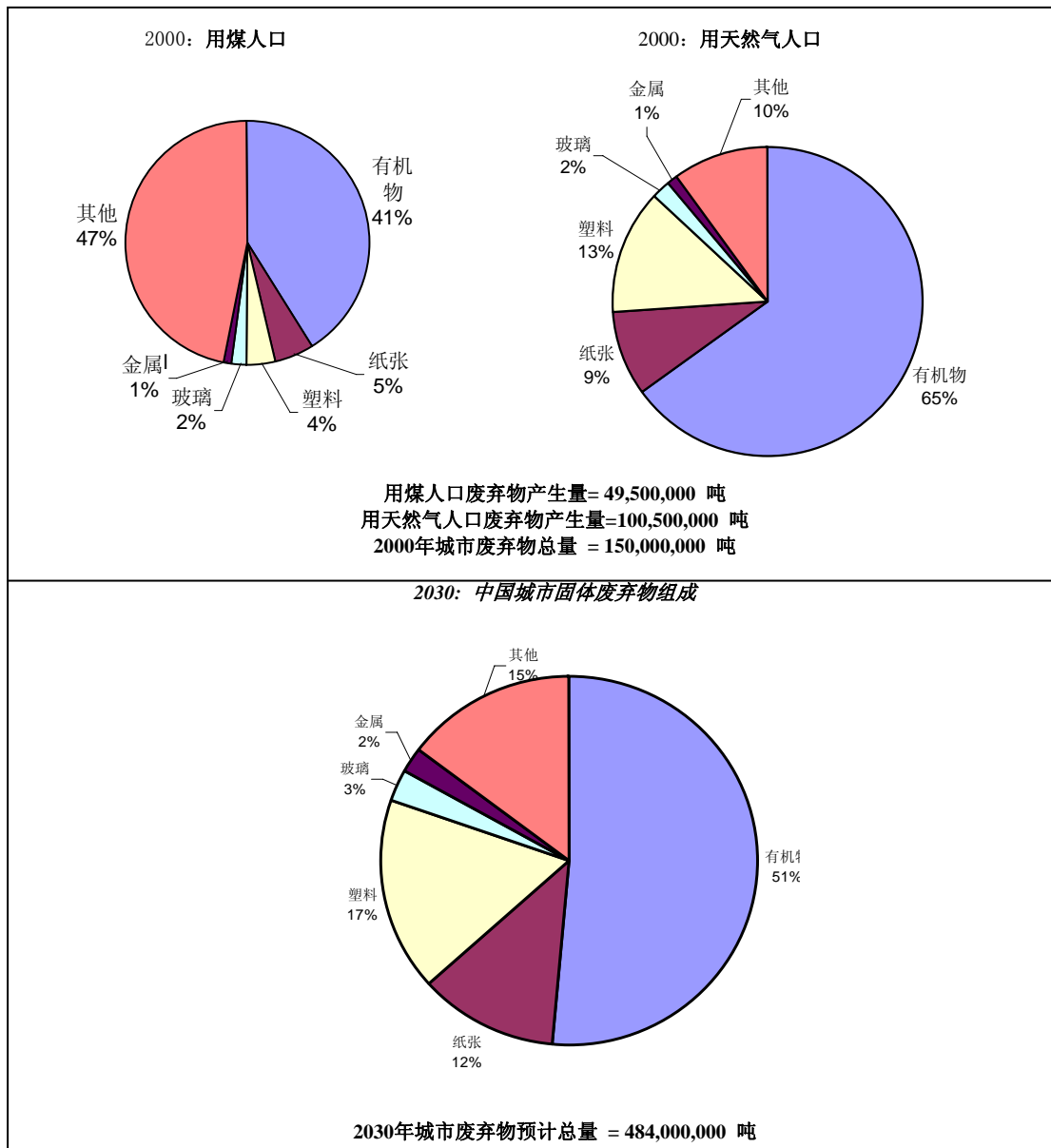
中国城市的固体废物服务水平随着其它市政服务水平的差异而有所不同。服务水平从东部沿海城市到西部城市不断下降。

⁵ Hoornweg, Dan 和 Laura Thomas. What a Waste: 亚洲固体废物管理。1999年5月,第8页

估算固体废弃物数量

附件1给出了从2000年到2030年各城市（人口超过75万的城市）废物产生量的最全面的估算。这些数据是AMEC地球与环境国际公司作为本研究的一项内容来准备的，这些数据来源于现有的政府数据和对三个代表性城市（昆明、上海、重庆）的现场调查。

图2.1 中国城市地区预测的城市废弃物组成 – 按产生时的状态



对于服务规划和加强责任来说，可靠而全面的固体废弃数据是非常关键的。中国的固体废弃物数据存在着几项不足，包括：定义和方法不一致；缺少关于数据收集的参考资料；参数的频繁变化使得难以进行趋势比较；缺少对国家资源和

指导方针（条约）的认识，如，中国已经有了“城市生活垃圾采样和物理分析方法”（CJ/T 3039-95），但是，很多城市似乎并不知道该标准的存在。

大多数可获得的资料是基于“废弃物的收集量”数据，而不是“废弃物的产生量”数据。但是，废弃物产生量数据更为有用，因为它包含了可回收进行二次利用的物质，并有利于对整个城市固体废物管理系统进行更为全面的费用核算和计划融资。本报告中提供的数据是废弃物产生量的估算。在中国今后的五年中，提高废弃物管理数据的可靠性将是非常关键的（主要由城市主导）。

数据收集工作主要应该由城市环卫局和环保局的固体废物管理部门负责。提供的数据收集方法要清晰和一致，并散发给各个负责部门。目前的做法制约了城市固体废弃物的长期规划。

图2.3将预测的废弃物产生量分成了中国东部城市、中部城市和西部城市三个区域。虽然最初预计的是东部、中部和西部城市的人均废弃物产生率会有所不同，但是，分析结果却没有证实这一假设。因此，在本报告中，对于全国所有城市居民都采用了统一的人均固体废物产生率。

图2.2 经合组织国家城市废弃物产生量与GDP的比较

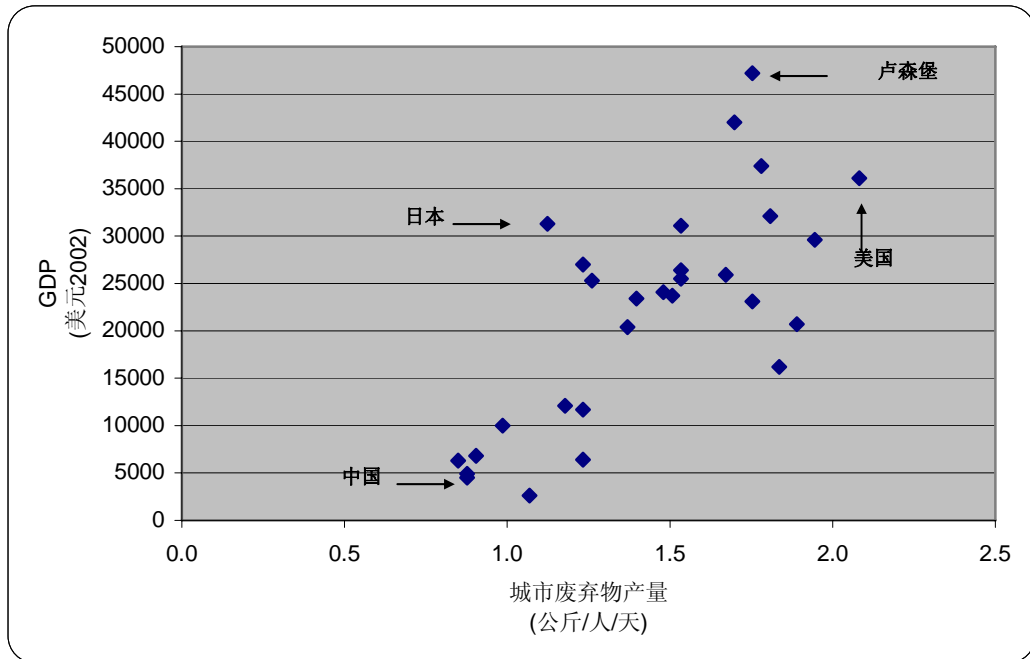
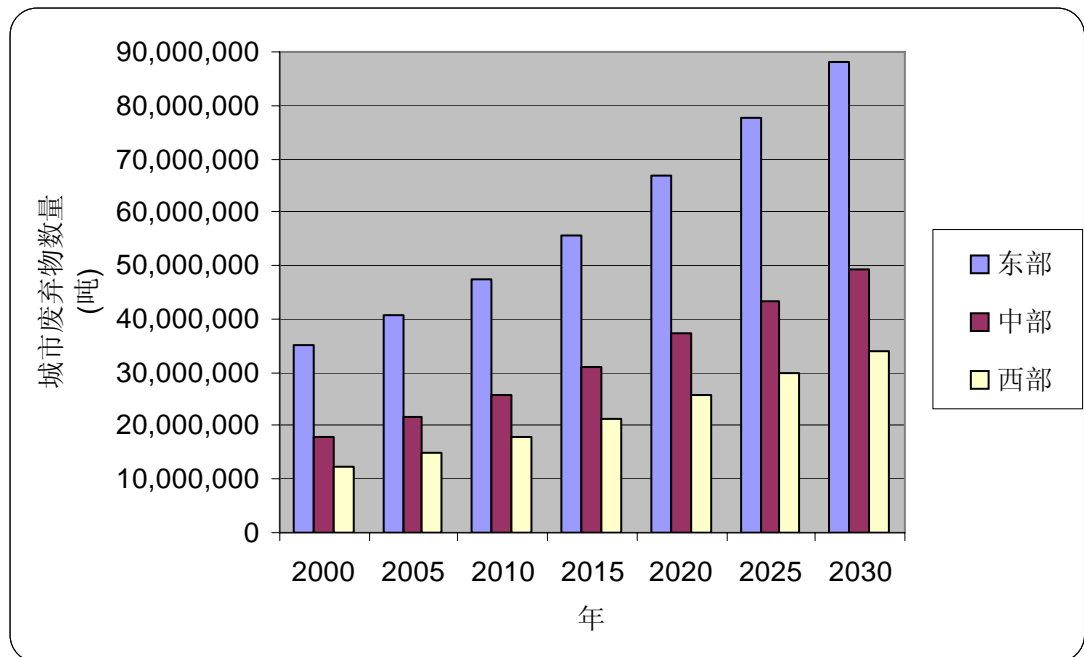
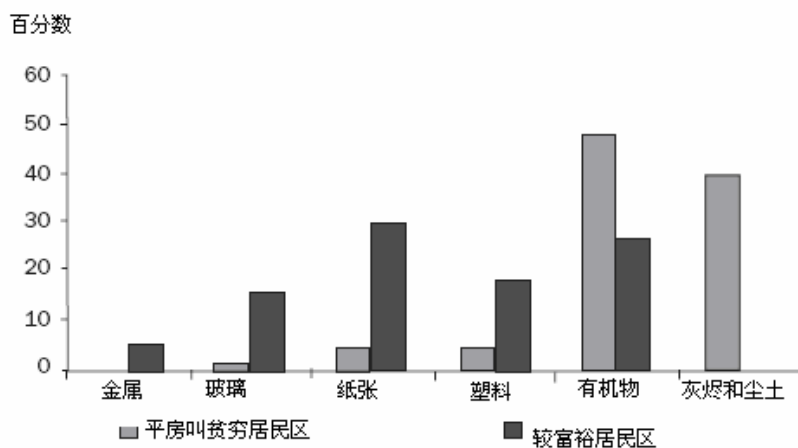


图2.3 中国各地区城区预测的城市废弃物产生量



尽管城市范围的废弃物产生率是可以比较的，但是，可以看出高收入城市居民的废弃物产生率高于低收入居民。图2.4给出了北京不同富裕程度的居民在废弃物产生量方面的差别。附件1中给出的各城市的数据应该适用于广泛的市政规划。还可以根据具体城市的收入水平，与国家的平均值进行比较，进行进一步的完善。

图2.4 各种富裕程度废弃物产生量和组成的变化：中国北京



来源：Hoornweg and Thomas, What a Waste, Solid Waste Management in Asia

城市固体废弃物的定义

固体废弃物被定义为有意识丢弃进行处置的所有固体物质，然而，很多废弃

物，如可回收物质，对于有些人来说仍然是有价值的，可以从废弃物流中提取出来。城市固体废弃物的定义应该包括所有产生的废弃物，因为如果没有足够的手段将这些物质从废弃物流中分离出来，那么市政府就可能必须承担全部处置责任。对于废物产生源进行定义也是非常重要的，因为这通常决定了废弃物的种类，而且对于按照不同的产生者制定不同的用户收费标准也是很重要的。

城市固体废弃物中包含的成分可能会有极大的差别。本报告将城市固体废弃物定义为城市地区居民、工业（非危险性）、商业和机关产生的全部废弃物（见表2.1）。这一定义与国际惯例是一致的，能够对中国城市和全球进行更好的比较。城市固体废弃物一般不包括工业生产所产生的危险废物，也不包括医疗废弃物，但是，在对城市固体废弃物进行研究时，通常都要讨论这些废物流，所以，这些废弃物也包含在本报告中。

大多数的中国城市固体废弃物产生量数据是按照三个类别提供的，即市政、工业和危险废物。“市政废弃物”一般包括居民、机关、商业、街道清洁和工业的非生产性废弃物。在某些情况下，施工和建筑物拆除废弃物也包括在内，能够造成废弃物产生量急剧上升，特别是在经济高速增长期和相应建设期。“工业废弃物”一般局限于“生产性废弃物”，例如废金属、矿渣和尾矿等副产品。“危险废物”通常是指作为生产加工过程中作为副产品产生的工业危险废物、医疗废弃物、来自居民家庭、机关和商业设施的少量危险废物，偶尔还有少量的放射性废弃物，如烟雾探测器和医疗生产废弃物。

在中国，城市间的废弃物分类并不总是一致的，对数据库的使用有不利影响。城市固体废弃物分类应该与国际惯例一致，严格按照7个类别进行分类（见表2.1）。

表2.1 城市固体废弃物的来源和分类

来源	典型的废物产生者	固体废物类型
居民	单一和多个家庭的居住区	食品废物、纸张、纸板、塑料、纺织品、皮革、庭院废弃物、木材、玻璃、金属、灰烬、特殊废物（如大体积物品、电子设备、日用漂白织物、电池、油、轮胎）和家庭危险废物

工业	轻型和重型制造、装配、施工现场、电厂和化工厂	清洁打扫废弃物、包装、食品废弃物、施工和拆除物、危险废弃物、灰烬、特殊废弃物
商业	商店、宾馆、餐馆、市场、办公楼	纸张、纸板、塑料、木材、食品废弃物、玻璃、金属、特殊废物、危险废物
机关	学校、医院、监狱、政府中心	与商业类相同
施工和拆除	新的施工现场、道路修理、整修改造现场、建筑物的拆除	木材、钢铁、混凝土、尘土
市政服务	街道清扫、景观绿化、公园、海滩、其它娱乐区、水和污水处理厂	扫集物；景观和树木修剪；公园、海滩和其它娱乐区的一般性废物；水和污水处理厂的污泥
生产加工	重型和轻型制造、提炼厂、化工厂、电厂、矿物提取和加工	工业生产废物、废料、不合格产品、矿渣、尾矿

改编自世界银行，1999年

图2.5给出了1995年、2000年和2002年的工业固体废弃物产生量估算值。废弃物产生量是非常大的。2002年，中国的工业废弃物产生量超过了10亿吨（超过城市固体废弃物量的5倍，而且还有可能低估了这个数）。工业废弃物一般是大体积（和质量）的生产副产品，如尾矿、矿渣和煤灰。工业废弃物一般不进入城市废弃物流，因为工业企业对废弃物要进行自行处理（在国家环保总局的监督下）。在本研究中，没有将工业生产废弃物包括在城市固体废物的研究中，除非工业企业不能对其废弃物进行处理，而进入了城市废弃物流。

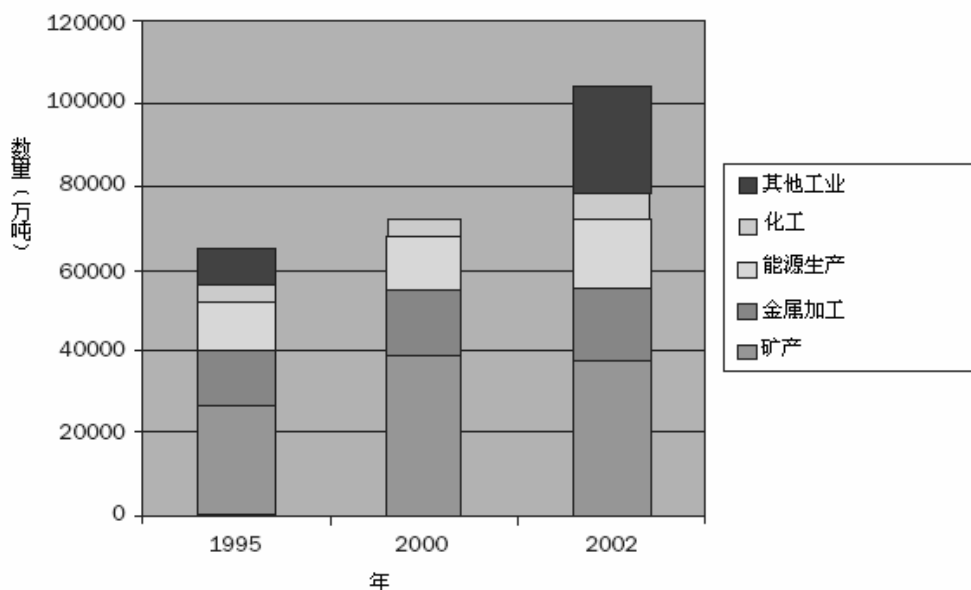
图2.1对2000年的废弃物组成和2030年的废弃物组成的预测进行了概括说明。该图显示废弃物组成还将继续发生显著变化，这些变化将影响到固体废弃物处理和处置技术的选择。例如，到2030年，估计所有城市家庭都将使用燃气进行家庭取暖，废弃物流中的煤灰含量只占微小的部分。目前，煤灰对中国的城市固体废弃物管理计划有着过大的负面影响。目前，在城市废弃物流中，大约要处置2500万吨煤灰。由于带入了重金属，与有机物质混合的煤灰降低了最终堆肥的质量。焚烧的废弃物流中的煤灰还会降低焚烧炉的效率，煤灰具有很强的腐蚀作用，会降低收集机动车辆和废弃物处理设施的使用寿命。

图2.1进一步说明了废弃物流中有机组份的优先性和重要性。到2030年，虽然包装废弃物、纸制品和塑料会有明显的增加，煤灰量大量减少，有机物成分将仍然只占废弃物流的50%以上。由于具有很高的含水率，这些有机物不适合进行

焚烧，而且如果填埋，会产生渗滤液。见第5章。

中国在纸、塑料和层压材料（如有塑料涂层的纸）的废弃物流正在以最快速度增长。附件3说明了美国和欧盟国家如何具有很高的人均用纸量，大约比中国2000年的人均使用量多10倍，但是，在中国的城市地区，这一差距正在逐渐缩小（OECD国家的使用量没有明显减少）。图2.6以生动的方式证明了在城市废弃物流中纸、塑料和玻璃量快速增长的趋势；从1984年到1994年，武汉的这些废弃物量增加了一倍以上。

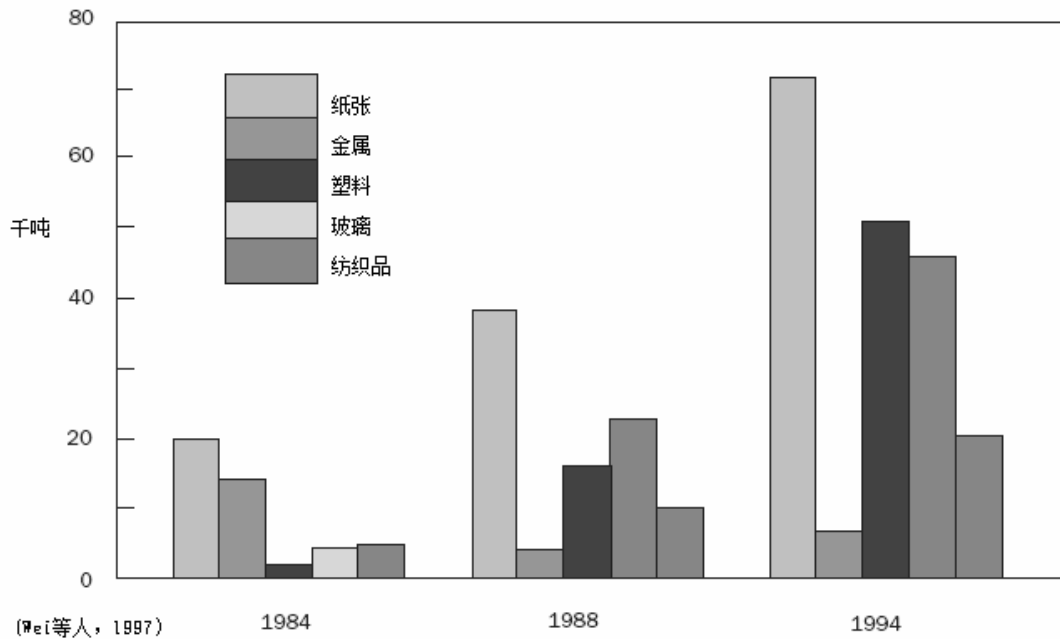
图2.5 中国的工业固体废物产生量



来源：中国统计1997和2003，国家环保总局2000

纸业为中国2030年的废物流提供了重要的范例。预计4.8亿吨废弃物中大约有10%将是容易识别和回收的纸制品。现在，中国回收的二手纸的价值约为500元/吨。所以，可以想象，到2030年，中国的“城市矿石”中可能有价值240亿元的纸（依据中国2004年的二手材料价格估算的，该价格在今后的25年中将有可能显著升高）。从诸如铝、塑料、玻璃和钢铁等物质上，预计也可能得到类似的收入。虽然这些价格仅仅是例证性的，回收这些物质还会需要可观的费用，但是到2030年，中国的城市废弃物流将是世界上最大的商品来源之一，如纸张和金属。与美国相似，而且在中国已经看到，未来会存在一个广泛的二手材料市场，见第5章。

图2.6 武汉市废弃物组成 - RECROP



中国城市废弃物流正在经历在其他国家所看到的相似的发展趋势。越来越多的废弃物利用容器进行收集（这对于减少雨水的进入、减少害虫和提高收集效率是非常重要的）。废弃物体积不断快速增加（比质量的增加速度快得多）- 包装废物占了废弃物流的一大部分。有问题的废弃物对废弃物管理有着不成比例的过大影响，如电池、电子产品、荧光灯管、家庭危险废弃物，而且这种影响在不断增加；废物的可燃性正在不断上升，在收集机动车辆、转运站和填埋场里发生的火灾更为常见；居民或家庭废弃物在总的废弃物流中所占的份额正在不断下降（但是还受到过度的关注）。

增长率

可以证明的是，中国固体废弃物规划者面临的最重要的问题就是废弃物产生量的增长率。图2.7说明了城市地区废弃物产生量的三种情形：低、预计和高。在2030年，这三种情况的人均废弃物产生量分别为1.20 kg/人/天、1.50 kg/人/天和1.80 kg/人/天。根据OECD和其他亚洲国家的经验，废弃物产生量存在很大的变化范围（50%的变化）是有可能的。

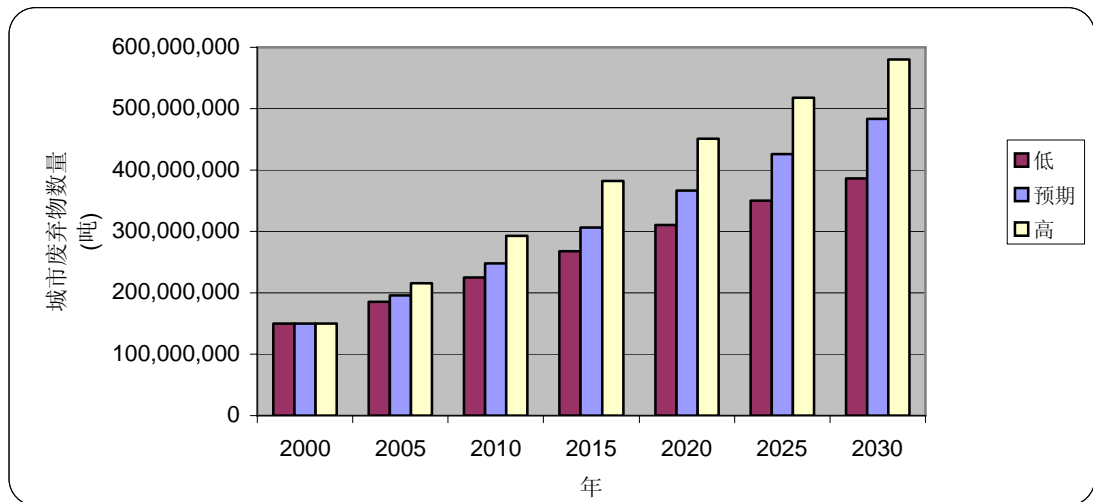
图2.2显示，虽然在GDP增长和人均废弃物产生增长之间有着不可分割的关系，但是，也可能存在明显的变动。日本和美国的情况证明了这一点。两个国家

有着相似的人均GDP，但是，日本的人均废弃物产生量仅为1.1 kg/人/天，而美国城市居民的废弃物产生量差不多是日本的两倍，为2.1 kg/人/天。

对中国的废弃物产生量分别按照“低”和“高”产生增长率进行预测，两者预测值之间的差异大约为每年2亿吨。按照低废弃物产生增长率预测的情况将能够节省几十亿元的废弃物管理费（除了显著的环境效益）。

早期的迹象表明，中国的废弃物产生的趋势遵循“高”增长率的情况。造成的原因有很多，但是，主要的原因可能是社会态度和购买习惯，见附件3。在废弃物减量化方面所做的努力似乎没有强有力地坚持下去，见第4章。

图2.7 中国城市人口的废弃物预测产生量



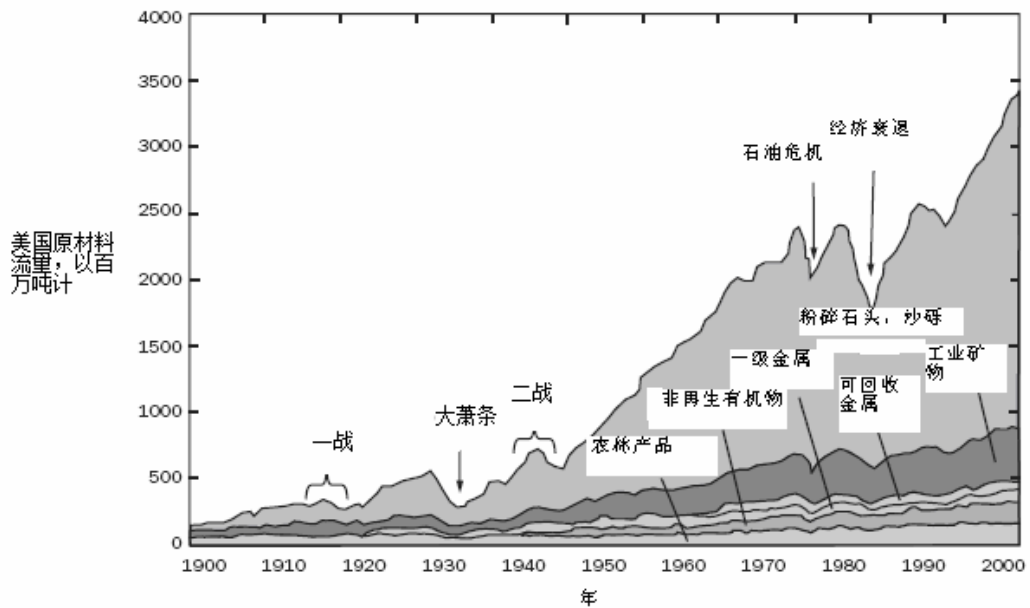
商品联系

中国的废弃物流是物质流动，在城市经济中不再需要的结果。废弃物产生量与国家经济是直接相关联的。中国对原材料的高需求量目前具有全球性的影响，如矿物材料、碳氢化合物、金属和纸张。美国的金属废料价格、欧洲的二手纤维制品价格和原油的现货价格都受到中国需求的影响。

图2.8显示了在过去100多年中，美国材料与经济之间的联系。这种联系在处于经济发展过程中的所有国家中都重复出现。中国目前的材料生产量大约相当于美国1950年的水平（美国GDP为人均1000美元，2004年美元价格）。根据美国和其他国家的经验，在今后的30年到50年中，中国经济的发展将使材料消耗量增加到目前的三到四倍。经济发展过程中使用的材料，大约10%最终成为城市的固

体废弃物。以今天的美国为例，每个居民使用大约10吨的材料（大部分是石头、砂砾和矿物），产生约一吨的城市固体废弃物。图2.8还显示出了废弃物管理方面另一个重要的现象，即，紧随经济衰退之后，就是废物产生量的减少（如美国1981年的经济衰退和1923年的萧条期）。显然，这不是所推荐废弃物削减战略，但是，它确实证明了开始不再将经济增长与材料消耗量和废弃物产生量联系在一起的需要。

图2.8 1900-2000年美国按重量计的原材料流量



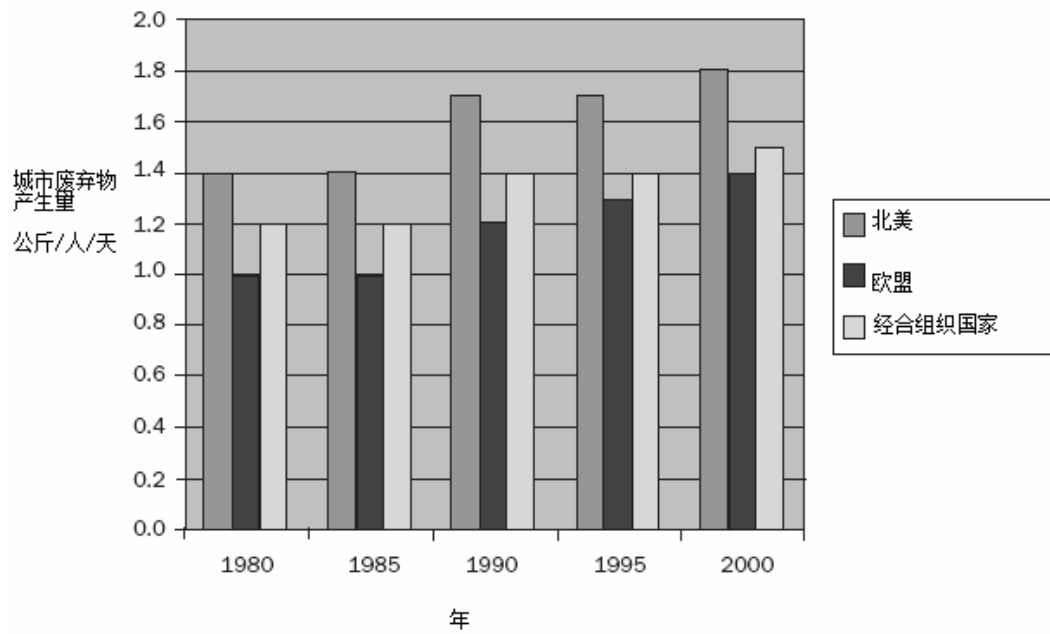
来源：Wagner, Lorie A., Materials in the Economy- Material Flows, Scarcity, and the Environment U.S. Geological Survey, Feb 2002

表2.2 中国城市人口预测的城市废弃物产生量

年份	预测的城市人口 (千) ¹	低废弃物产生		预期废弃物增长		高废弃物产生	
		产生率 公斤/人/天	城市固体废弃物产生量 (吨)	增长率 公斤/人/天	城市固体废弃物产生量 (吨)	产生率 公斤/人/天	城市固体废弃物产生量 (吨)
2000	456,340	0.90	149,907,690	0.90	149,907,690	0.90	149,907,690
2005	535,958	0.95	185,843,437	1.00	195,624,670	1.10	215,187,137
2010	617,348	1.00	225,332,020	1.10	247,865,222	1.30	292,931,626
2015	698,077	1.05	267,538,101	1.20	305,757,726	1.50	382,197,158
2020	771,861	1.10	309,902,192	1.30	366,248,045	1.60	450,766,824
2025	834,295	1.15	350,195,326	1.40	426,324,745	1.70	517,680,048
2030	883,421	1.20	386,938,398	1.50	483,672,998	1.80	580,407,597

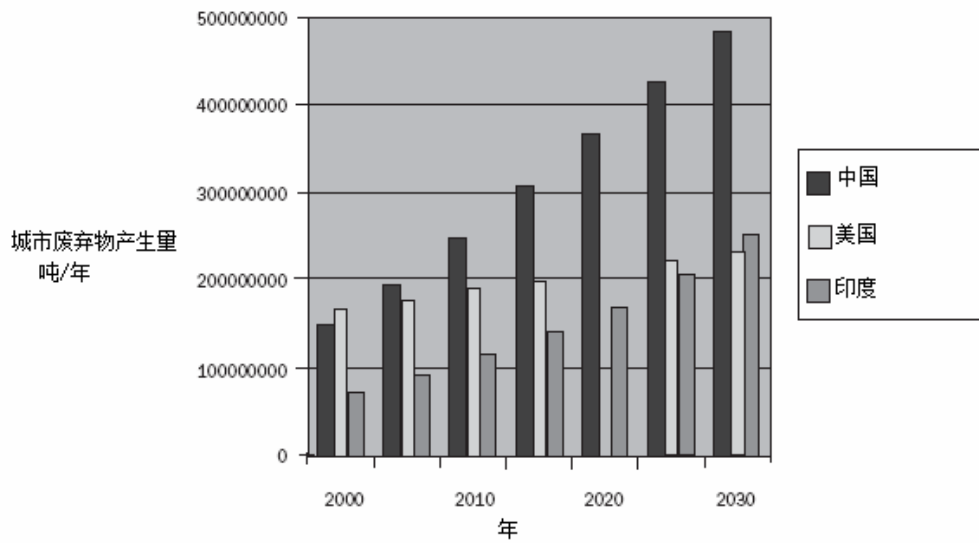
1: 联合国, 2002

图2.9 经合组织国家的城市废弃物产生量



来源: AMEC

图2.10 中国、印度和美国预测的城市废弃物产生量



基于联合国人口资料, 2002

第三章 功能和职责

在大多数国家，固体废弃物管理都是市政府的职责。对于固体废弃物管理的一些内容有着最低的规模经济效益，如挨家挨户收集废物，这些活动下放给了下级政府机构，如城区或居委会。如果特殊的地理位置条件或者大型的规模经济效益需要区域性的设施，那么就需要多个城市进行合作（如城市间的协议或区域处置的权力机构）。固体废弃物管理经常是地方政府最大的预算分配之一，而且通常具有最多的城市雇员，包括街道清扫员、废物收集员、垃圾处置工人和有关的卫生检查员。

各个国家在固体废弃物管理方面的国家立法和监管框架都明确规定了各级政府的功能和职责，包括对私营领域服务机构和废物产生者的要求。通常，中央政府的法律将固体废弃物服务职责下放给地方政府，并设定基本标准，包括职业和环境卫生与安全标准。市政府的法律规定了将要提供的服务规范和对每个废物产生者的参与要求。城市法律一般对非法的做法进行定义（如乱丢和秘密倾倒），并规定相关的制裁措施。

表3.1提供了对中国固体废弃物立法安排的总体介绍。这些安排是非常复杂的，而且经常相互重叠，或者有的方面没有机构负责。随着废弃物体积的增加，预算分配的增长，增加了提供适宜服务的复杂性，设备采购和私营领域合同外包，都需要有更加完善的法规。

已经有很多文章探讨了关于中国机构在固体废弃物管理方面的职能和职责问题。例如，附件2是亚洲开发银行“加强城市固体废弃物管理”报告的概要，它对国家部委（主要是国家环保总局和建设部）、省政府机构和市政府固体废物管理单位的职能和职责提出了建议（包括区级政府机构职责）。

将通过管理和规划职能与运营职能的分离，以及将政策制定和管理与实施活动分离，能够加强中国的管理框架。需要由国家部委（国家环保总局）制定废弃物管理设施（如焚烧炉和填埋场）的环境标准，而且这些机构需要监督这些标准的执行情况。不能期望各个城市能够客观地监管自己。另外，还需要非监管性机构或者监管机构的单独部门，将工作重点放在废物管理服务提供的技术方面，如

填埋场设计标准和废物管理总体规划。建设部已经承担了这一职责，但是，建设部的运行标准和做法（依靠设施的所有权和管理）应该与国家环保总局的总体监管框架相一致。

表3.1 中国国家城市废物法规概况

法规	简要介绍	发布机构	生效时间
中国固体废物污染环境防治法	第一部管理城市固体废弃物的法律	全国人大常委会	1996年4月1日
中国清洁生产促进法	从生产的每一步，生产者都应该采取措施削减污染。	全国人大常委会	2003年1月1日
中国环境影响评价法	强调了从源头预防环境污染的重要性；所有新的建设项目在开工前都必须获得对环境影响评估报告的批准。	全国人大常委会	2003年9月1日
城市市容和环境卫生管理条例	关于城市市容（户外广告和园艺）和环境卫生（城市固体废弃物和公厕）管理的首要指导政策；地方政府应该制定切实可行的措施	国务院	1992年8月1日
城市生活垃圾管理办法	关于居民生活垃圾收集、转运和处理的管理条例	国家建设部	1993年9月1日
城市生活垃圾处理及污染防治技术政策	城市固体废物应用技术的指导和标准	国家建设部	2000年6月
关于推进城市污水处理、垃圾处理产业发展的意见	吸引私营和国外投资进入城市污水和垃圾处理行业的重要信号	国家发改委、建设部和国家环保总局	2002年9月

来源：InterChina

国家政府将把工作重点更多地放在制定与审核废物减量计划（如押金或包装立法）、减少排放计划（如用于固体废物系统的清洁燃料或填埋场气体回收的碳基金）和资源回收计划（如堆肥质量标准和堆肥市场开发）。这些计划将超越任何一个单一部委的职责范围，需要部委之间的大量合作，以及来自其他主要

利益相关者的投入，如学院、贸易协会和非政府组织。

其他主要利益相关者

目前，除了中国政府，主要利益相关者对于总体的废弃物管理服务只有边际影响。这反映了中国计划经济的历史状况，但是，这种情况正处于快速变化之中。与其他国家相似，贸易协会（如那些希望或不希望有包装限制或者推动具体的废物管理做法（如焚烧）的协会）、社区团体和邻里协会（如促进社区回收行动或反对拟建的处置设施）、国际非政府组织和其他主要利益相关者（如中国对金属废料的需求量已经使美国城市采取行动，限制出口金属废料）、劳工联盟（提倡改善工人条件或支付水平）的影响力正在快速提高。由于废弃物行业在经济方面的重要性十分巨大，在中国，这种影响将增加更多。

贸易协会能够对废物管理政策有特殊的影响，见附件5。一些跨国产品制造商，他们的产品经常占废物流非常大的份额，如可口可乐、百事可乐和其他饮料供应商，如酿酒厂和水瓶厂、Procter and Gamble、Unilever、Tetra Pak和Nestle，在如何管理废弃物方面，都有重大的利益。在当地，报纸和杂志出版商在如何对废物流进行管理方面有着同样的兴趣。这些消费产品，通过丢弃的产品包装或寿命较短的物品，如报纸和购物袋，对废物流有着显著的贡献，可能要被特定征收押金或废物管理税。

在过去的15年中，回收贸易协会已经从最初影响押金和废物收费政策的角色发展成为他们各自管辖区域内整个废物管理规划过程不可或缺的一部分。巴西的CEMPRE（见方框3.1）和加拿大安大略的支持回收公司（见附件5）是两个具有说明性的例证。中国有很大的废弃物体积量和4亿城市消费者，将很有可能出现同样的发展状况。

在北美和欧洲，现在专业协会已经在城市固体废弃物管理方面有着极其重要的地位。大多数经合组织管辖区都有专业技术机构，如专业的城市经营者、专业工程师，一些地方有固体废弃物协会（如英国的废物管理学院）。这些协会的个人和公司会员都要遵守专业行为规范。还有，他们还召开定期会议和年会，为会员提供交流想法和信息的机会。这些主要利益相关者协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，制定政策和技术指导，广泛地满足大范围的国际会员的需求。

方框3.1 巴西企业再生利用协会（CEMPRE）

巴西企业再生利用协会（CEMPRE）是一家非盈利性质的协会，致力于在废弃物综合管理范围内推动循环利用。CEMPRE成立于1992年，由各种不同行业的私营公司维持协会的经营，这些私人公司携手合作，确保他们各自在固体废弃物方面的观点（尤其是包装问题）得到废弃物规划者的充分考虑，并帮助政府进行废弃物管理。CEMPRE成立的宗旨是通过出版物、技术研究、研讨会和数据库，提高社会对循环利用和废弃物的整体责任感。提高责任感的行动主要是针对那些影响公众意见的人，如市长和公司、学院和非政府组织的负责人。此外，协会还通过全球网络，提供如何出售可循环利用材料的信息，废弃物收集和回收利用的经济指标和技术内容，以及包装与环境数据库。

巴西CEMPRE的参与已经扩展到巴西之外。拉丁美洲推动固体废弃物综合管理商业联合会的创建就是为了在会员之间交流信息。委内瑞拉的环境和自然安全协会（ADAN）、巴西的CEMPRE、乌拉圭的CEMPRE、波多黎各的工商业推动循环利用组织（ICPRO）和墨西哥的Sustena已经形成了伙伴关系。

社区团体常常对废物管理政策与业务有着显著的影响。在大多数国家，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。如果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、卡车运输路线和废物减量计划方面起着很大的作用，如回收利用和容器押金 - 返还体系。

废弃物管理者可以做很多事情，使社区参与的效益最大化。通常，运行良好的废弃物管理体系是获取公众支持最容易的方式，但是，这并非总是具有可能性；对于填埋场或焚烧设施，不管一个系统运行得有多好，都可能会遇到一些对改变土地用途的反对意见。中国公众对填埋一般没有什么反对意见，而且由于可能创造就业机会，有时还希望建设一些填埋场。将来，如果新设施可能成为争论

的内容，那么中国可能需要考虑支持拟建设施的激励手段，如支付主办费。

在中国，影响废弃物管理的最具影响力的社区团体可能就是废物捡拾者，见第五章。需要考虑制定相应的政策和计划，改善他们生活和工作条件，以及如何最好地将他们纳入到总体的废弃物管理行业中。

在经合组织国家，非政府组织对废弃物管理有着巨大的影响。非政府团体经常关心环境问题，而且他们关注的内容很多都是固体废弃物问题。如果管理不当，固体废弃物可能会产生重大的环境影响。这同时也是一个机会，可以利用对城市固体废弃物的关心作为杠杆，鼓励在资源回收和材料利用方面废弃物流上游改变。有趣的是，一件物品作为固体废弃物可能造成的环境影响仅仅是它全部环境影响的大约5%⁶。大部分的环境影响发生在物品的提取、加工和使用过程中。所以，对于固体废弃物管理，国际环境团体的工作一般是鼓励废弃物减量、扩大循环利用、堆肥、押金返还、材料税和非焚烧方式（因为这种污染会具有全球性影响）。

⁶ What a Waste: 亚洲的固体废弃物管理。世界银行，1999年。

第四章 固体废弃物减量化

图2.7显示了按照“低”、“中”或“高”废弃物产生增长率所预测的中国2030年的废弃物数量差异。到2030年，高增长率和低增长率之间的差值大约为2亿吨/年。1.8公斤/人/天的高产生率仍然比目前美国的产生率（总的城市固体废弃物流）低20%。在中国一些城市，已经达到了低产生率，所以，达到更高值是可能的。实际的产生率将在很大程度上受经济发展和“消费主义”模式的影响。根据目前的发展趋势和城市生活方式，实际的废弃物产生率将有可能高于本报告中提出的“预计值”。为了达到期望的增长率，中国还需要制定严格的废弃物减量计划。

富裕的中国人已经跻身于一些知名奢侈产品⁷的世界最高等级消费者之列。在全中国，包装正在急剧增长。在中国的大型百货商场和购物中心，现在很多产品都使用单独的塑料包装，如桔子和餐馆中的餐巾。随着广告的增多，报纸和杂志的厚度也在不断增加，而且随着消费者不断的更新换代，电子产品，如手机、计算机和影像设备已经在废物流中占据了很大比例。

在很多城市，随着城市废物流中包装材料、运输纸板箱和塑料袋的增加，废弃物收集中心都已经进行了改造，能够进行进一步的压实。这一现象可能在中国所有城市都已经出现（如昆明已经对大多数收集中心进行了改造），可能在大型沿海城市更为明显。⁸

对于废弃物产生大户，如大型商业或工业设施，对于由废弃物产生者自己将废弃物送到转运或处置地点的设施，减少废弃物数量的一个方式是引进以数量为基础的用户收费以及处置费（即倾卸费）⁹。管理者经常担心引进处置费会导致废弃物的非法倾倒。这种担心是合理的，需要对非法倾倒法的强制实施给予认真

⁷ 中国是 Louis Vuitton 的第三大市场（全部销售量的 8%），中国还是很多奢侈产品增长最快的市场，商业周刊，2004 年 3 月 22 日。

“对新的消费群体（年轻女性）影响最大的品牌与发达国家的情况是相似的。与中国上一代人相比，差异实际上是来自于他们的消费模式，而不是其它社会群体。他们就象你在芝加哥或圣路易斯的富裕郊区所看到的所有年轻人一样。他们想要最新的款式，他们想要属于自己的电脑，他们想要便携式摄像机，他们想要新潮的Swatch手表”。Hung Huang, Seventeen 杂志中文版发行人。From The Economist, 2004年2月17日。

⁸ 中国废弃物管理研究-实情调查, D. Hoornweg, 2003 年 2 月。

⁹ What a Waste: Solid Waste Management in Asia. 亚洲的废弃物管理, 世界银行, 1999.

关注。倾卸费为废弃物产生者减少废弃物体积提供了直接动机。另一种鼓励减少废弃物产生量的方法是单纯通过提高意识，这种方法一般会带来工艺改造、替代性的处置做法和转产。按照处置体积收取的倾卸费应该首先应用于工业-商业-机关（ICI）废弃物产生者，而不是居民。工商业和机关废弃物产生者占废弃物流的50%以上，能够通过生产活动的改变，更好地对财务刺激手段做出响应。居民废弃物产生者对鼓励源头分离的意识行动做出响应，如对有机和无机废弃物使用不同的容器和改变收集时间。中国2002年6月7日发布的“关于实行城市生活垃圾处理费制度促进垃圾处理产业化的通知”¹⁰，为各城市引进废弃物收集设施使用费和处置费提供了框架。虽然在这个通知中没有提供具体内容，但是它能够使各城市为居民和工业/商业/机关产生的废弃物，制定不同的收费结构（例如，对于居民，按照房产的单位面积进行收费，对工业、机关和商业机构，按照每吨或单位体积进行收费）。

引进以废弃物产生量为基础的用户收费，是影响废弃物减量化和改善管理状况的众多可能的“市场手段”之一。方框4.1提供了各级政府常用的市场手段范例。其中一些手段能够为政府创造可观的收入。一些手段，如原料禁止和生态标志，需要在实施和监督方面与工业和商业设施建立协作关系。废弃物交换（或材料交换）在所有经合组织国家中已经变得十分普遍，而且富有成效。一般地，废弃物交换能够便于将一个产生者的废弃物交换到另一个能够使用这种废弃物的设施（见方框4.2）。

废弃物减量主要依靠重视环境保护和资源节约的个人习惯来驱动的。虽然需要时间去培养和改变这些社会价值观，但是，他们对于环境可持续和成本有效的服务是必要的。例如，美国人比日本人更加“浪费”（根据单位GDP使用的材料量），这主要是文化和生活方式问题，影响生产者和产品包装选择以及单独消费者消费模式。中国政府需要采取积极的行动以提高全民废弃物减量化意识。这可能包括一些行动的引进，如增加学校课程、成人环境教育和意识计划，以及优惠购买计划。由于教育行动的庞大和复杂性，因此，需要有广泛的投入，如纳入学校课程、政治领导能力和对突出贡献的奖励。

¹⁰ 国家计委、财政部、建设部和国家环境保护总局的正式文件。

中国政府无法停止废弃物流的增长，他们所能做的事情就是降低增长速度。目前迫切需要在废物减量化方面采取行动，如采用市场手段。大多数经合组织国家都设定了长期的废物减量或人均产生量目标。虽然中国目前废物管理数据的可靠性还不足以监测这样的目标（见第二章），但是，这并不能否定设定这些具体目标和实施积极的废物减量计划的价值。这些应该包括：

- 为废弃物接收设施制定倾卸费，即转运站、填埋场、焚烧厂和堆肥厂。费用应该按重量或体积计算。
- 建立省、国家和可能的国际材料交易，包括废物交易互联网网站，包括对可能具有危险性的废弃材料的健康和安全要求。
- 设定与经济增长相联系的废弃物削减目标（产生量增长率），如比GNI增长率低3%（国家环保总局和建设部）
- 相对于（1）目前的产生率（大约0.9公斤/人/天），（2）经合组织国家经验（现在平均大约为1.6公斤/人/天），（3）反映出预测的经济增长估算和预计的技术改进；如1.45公斤/人/天，设定国家2030年最高的人均废弃物产生量目标。（国家环保总局和建设部）
- 制定和监督这些目标需要有联合委员会，在中央政府层面，至少有国家环保总局和建设部的参与。

方框4.1: 城市固体废弃物管理市场手段示例

- **课税扣除和税收减免**，为了鼓励在废弃物管理改善方面的投资，对财产税、关税或营业税的补贴。
- **减少收费**，根据循环使用或重复利用减少废弃物或要求进行收集或处置的证明。
- **退税**，对于减少污染或能源效率
- **环境改善基金**，为支持污染削减、资源保护、提高能源效率建立的基金
- **研究赠款**，激励技术开发
- **主办社区赔偿**，主办社区对于允许在那里建设垃圾转运站或处置设施所给予的奖励
- **开发权**，提供给建设废弃物处理和处置设施的私营公司的长期土地租赁和开发权，或者是给予治理和恢复旧处置地点的公司的长期土地租赁和开发权
- **倾卸费**，对废弃物产生者按废弃物处置体积收取的费用
- **废弃物交换**，废料的交换
- **行业协会**，鼓励工业联合加入，为废弃物管理问题而提供共同投入
- **产品生命周期评价**，预测产品的整体环境负担，可以用于认证系统
- **押金-返还**：，付的押金和如果产品回收进行重复利用后的返还，如饮料瓶
- **收回系统**，制造商收回使用过的产品或包装。
- **可交易的许可证**，允许不同的排污者之间进行排放量交易。
- **禁令**，对引起处置问题的材料或废弃物的禁令，如汞电池
- **采购优惠**，为具有回收内容或减少资源需求量的产品加分的评估标准
- **生态标志**，标明产品的可循环利用内容以及产品是否可循环利用
- **回收内容要求**，说明准确的循环利用内容的法律和采购规范
- **产品管理鼓励减少污染的产品设计**，包括固体废弃物循环利用和处置的全部成本，减少废弃物并鼓励循环利用
- **公开要求**，要求废弃物产生者公开他们的污染状况
- **清单系统**，对危险废弃物从开始到结束的严格跟踪
- **对工厂的环境评分**：公开的名单，能够使消费者考虑是否从造成污染的公司购买商品，如印度尼西亚的PROPER系统
- **责任保险**，承包商和私营运营商的责任保证
- **保证金和担保**，对承包商或私人运营者表现的担保
- **责任立法**，规定环境恢复清偿责任的法律。
- **保险金库**，投保团体的结构调整，使得能够涵盖污染风险
- **留置权**，对需要政府修复的土地所设置的留置权。
- **采购透明度和竞争性**鼓励在公平基础上进行投标
- **以业绩为依据的管理合同**：监督承包商进行总体的服务改善
- **清洁城市竞赛**奖励提高清洁程度的地区和城市

来源：Cointreau, Sandra, 固体废弃物管理经济手段, 2003年8月

方框4.2：工业废料交易机构

在北美，公司经常在“废弃物交易表”中列出他们的工业废料（液体和固体）。为了找到可能有兴趣购买清单上材料的另一家公司，虽然可以向其他工厂、回收者和化工经纪人等广泛地发送印刷出版物，但是互联网，如田纳西州材料交易：www.cis.utk.edu，正在逐渐代替“印刷的”清单。互联网可以只用一小部分的印刷和邮寄费用，就能够将信息传递给很多更有可能的用户。除了列出“可交易的”材料，如生产过程中的“次品”，还列出“需求”材料清单。从废弃物产生者角度来说，交易的目标是减少处置成本，从需要材料进行生产活动的一方来说，可减少原材料购买成本。在历史上，在成功的废弃物产生者和终端用户之间的协议中，75%的情况是双方之间的运输距离不超过80公里。

在北美，大约有40家废弃物交易机构。大多数是作为非盈利性机构，由国家或省政府提供支持全部或部分基金。他们可能也可能不对列出的材料清单进行收费。这些机构本身并不处理材料。他们已经被幽默地定义为一个“约会服务和分类广告”，一个试图将废弃物产生者和潜在用户联系在一起的机构。一旦双方开始互相接触，交易机构就会退出，由双方达成他们自己的责任和费用协议。

来源：Richard Buggeln, Ph.D, 经理，田纳西州材料交易

第五章 可持续的废弃物综合管理

可持续的废弃物综合管理是从多年的固体废弃物管理经验发展而来的成功理念。可持续的废弃物综合管理的重点是，所有主要利益相关者都参与全部废弃物系统内容的综合规划过程（即，从产生点到最终处置，并包括这两点之间的所有步骤：废弃物减量、循环利用、重复利用和资源回收）并对系统的各个方面都予以重视（如机构、财务、监管、社会与环境方面）。¹¹

对于废弃物管理的收集、转运、处理或处置，没有单一的解决方案。例如，大多数城市都受益于拥有各种类型和规模的收集设备，用于各种地区不同的通道和收集条件。为了达到实现资源回收的优化的目的，应对市场需求、废弃物数量的波动，并有应对紧急情况的富余能力，一般特别推荐混合的处理系统。在收集、转运和处置方面，混合的公共和私营服务能够加强竞争和成本效率。在规划期间，为了制定最具有可持续性的最优混合方案（即，在提供经济的废弃物管理服务的同时，使环境、社会和健康影响达到最优），对各种方案的比较评估是非常关键的。废弃物综合管理规划包括对整个系统的评估，确定直接运输和转运的经济分割点，评价主要处理和处置设施的数量和战略性位置。

填埋场不是一个方案，它只是每个固体废弃物管理系统的一个组成部分，为处理设施的残余物（如焚烧灰烬、来自堆肥厂的不可燃物）提供处置场所，并为所有不能处理的废弃物提供存储空间。通常都需要填埋场提供备用处理能力，以应对出现上游设施关闭或超大量的废弃物的情况（诸如地震的紧急情况下）。实施循环利用和资源回收方案可以延长填埋场的使用寿命，这样，就不会对最初的容量造成威胁，而考虑其它处置设施。

通过最大限度地降低成本并增加环境保护和公众的接受程度，同时具有足够的灵活性适应变化的情况，制定使各个部分效益最大化的固体废弃物系统，是一个良好的废弃物管理总体规划的主要目标（见附件8）。世界银行对固体废弃物管理战略规划的指导性说明提供了一个良好的起点。

¹¹ 可持续的废弃物综合管理理念，荷兰非政府组织“废弃物”出版，作者：Arnold van der Klundert 和 Justine Anshutz，2001年

废弃物管理战略需要提出鼓励地方“废弃物管理行为规范”的方式，如，鼓励人们在规定的时间将废弃物拿到户外，进行源头分类回收，停止乱丢垃圾，并支持废弃物削减。这些战略还需要有足够的富余能力，以防某一个部分暂时出现运行故障，如焚烧厂因为维修关闭或个别的回收市场暂时不能使用。他们还需要能够适应突然的废弃物波动，这种波动可能出现在暴雨或健康问题之后（如SARS和禽流感）。废弃物经常受到季节变化的影响，如在雨季含水率更高，冬季的煤灰，节日期间更大量的居民废弃物。

废弃物管理的分级

可持续的固体废弃物综合管理战略的制定依据一般是“废弃物管理的分级”（即，减量-重复使用-循环利用-堆肥-处置，见方框5.1）。废弃物管理分级提倡废弃物管理的最佳途径是首先尽量减少废弃物产生量，并在源头对可循环利用物质进行分离，提高重复利用物质的质量，包括用于堆肥或厌氧消化的有机物。不能减量的应该尽可能重复使用。不能减量或重复使用的部分应该进行循环利用，特别是二级原料，如金属和纸。不能循环利用的废弃物应该进行再生，一般是通过微生物分解（如通过堆肥或厌氧消化，对可生物降解的有机物进行再生）。废弃物的分级能够减少转运和处置量，延长填埋场的使用时间，减少对不可再生原料的开采，为工业提供本地的原料供给，减少对森林的砍伐，减少温室气体产生量，提供有价值的再生资源（如沼气和堆肥），提供就业和收入；并通过废弃物减量和源头分类，使所有废弃物产生者直接参与环境改善过程。¹²（见附件7和附件9）。

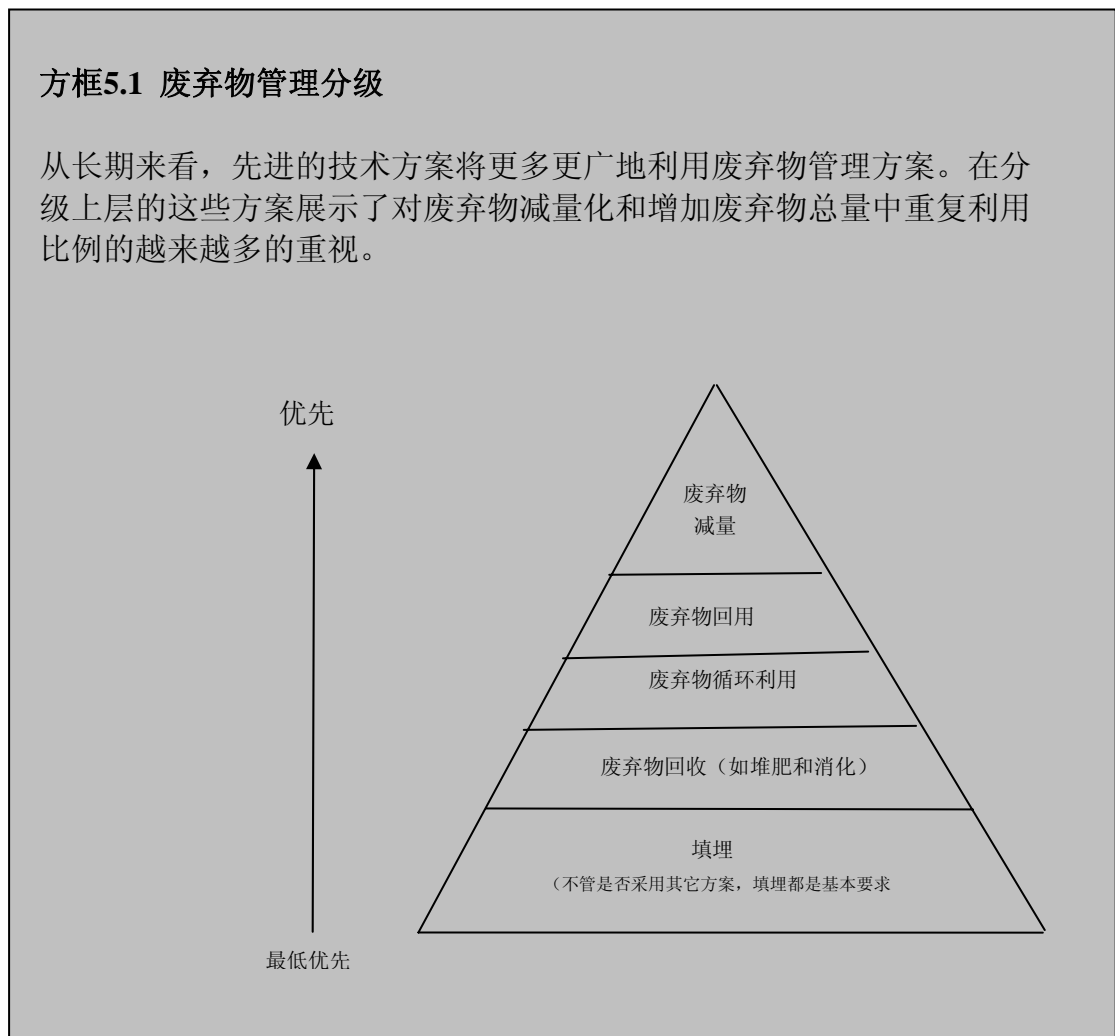
废弃物管理分级提倡最大的灵活性和依靠相对简单的和成本相对较低的填埋。填埋成本一般比堆肥、焚烧或厌氧消化低，需要认真地将这些上游技术与废物流的质量和数量相匹配。仅仅在市场需求能够支付比填埋更高的费用时，才会推荐这些建议。碳基金（见第六章）、堆肥市场开发、沼气销售和电能销售是潜在的收入机会，在设计废弃物综合管理系统时，需要对这些进行研究。还需要政府政策的扶持（但不是补贴）。例如，焚烧会影响废弃物管理的层次，严重影响

¹² 可持续性的废弃物管理 – 理念，荷兰非政府组织“废弃物”出版，作者：Arnold van der Klundert 和 Justine Anshutz，2001。

废弃物的循环利用，如纸、纺织物和纸板，特别是在长期的特许经营协议对运送到焚烧厂的最低废弃物量有“协议照料”协议的情况下。

方框5.1 废弃物管理分级

从长期来看，先进的技术方案将更多更广地利用废弃物管理方案。在分级上层的这些方案展示了对废弃物减量化和增加废弃物总量中重复利用比例的越来越多的重视。



废弃物捡拾者和废弃物收集者的作用

中国的整个废弃物管理系统包括高水平的正式和非正式废弃物分类和循环利用。在居民区和商业及工业设施，在将废弃物拿出进行收集前，很多废弃物都已经是“高分类的”。虽然估算可能会有变化，但是可能有130万¹³人从事正式的城市废品收购工作（由当地政府或企业支付工资 – 他们的主要工作是收集和运输废弃物，出售回收物质只是辅助性的收入来源），还有另外250万人¹⁴从事

¹³ 依据是 33 个大型城市（每个城市 5000 人），188 个中型城市（每个城市 3000 人），132 个小型城市（每个城市 2000 人），加上估算的另外 30% 的私营公司雇员。这些数据来自与北京、上海、重庆和昆明的私人交流。

¹⁴ 行业估算。中国固体废弃物服务纵览。InterChina，2004 年。

非正式行业工作（主要通过出售收集的物质获得收入）。

非正式的废弃物捡拾者一般都非常贫困：他们一般来自附近的农村地区，在城市中没有合法地位；他们的孩子一般也捡拾废弃物；他们对二级材料的市场价格波动非常敏感；他们在危险条件下工作¹⁵；他们常常是松散组织的，降低了引进的援助计划的效果。不建议从收集点进行废弃物捡拾，因为它影响了废弃物的密闭和收集系统。也不推荐在填埋场进行废弃物捡拾，因为对个人来说是很危险的，也使得无法进行适当的场地管理。填埋场应该有一个小型的工作“面”，定期进行压实和覆盖，所有这些都与废弃物捡拾都是不相容的。

在很多国家，非正式的废弃物捡拾都被看成是对整体的废弃物管理计划有益的。废弃物捡拾能够提供就业，并有可能去除高达20%的废物流（所以，不再需要进一步管理）。对于在一个良好管理的固体废物系统中进行辅助工作的非正式废弃物捡拾者，源头分离是必需的，需要将捡拾者合法化，并使他们在废弃物收集系统中进行合作性参与。在由废弃物产生者进行源头分离的情况下，增强了废弃物捡拾者得到足够收入的机会，也最大程度地减少了安全问题。政府的工作是将废弃物捡拾团体直接与原料的终端用户（如工厂）直接联系在一起，并资助设备，加强他们满足终端用户购买要求（如特殊分类、清洗和捆装设备）的能力，提高废弃物捡拾者的收入，改善他们的总体工作条件。

废弃物收集者和街道清洁员通常是城市最大的单一雇员群体。任何对废弃物管理计划的改变，如果可能影响这些员工，都需要认真考虑。来自“中国废弃物管理：问题和建议”中对各种低收入和高收入国家的职业健康和安全研究显示，废弃物收集是一个特别危险的职业。工人容易遇到交通事故、扎伤、化学品灼伤、背部损伤和因为高浓度气溶胶和其它颗粒物造成的呼吸疾病。建议进行定期的医疗检查和预防接种，并建议穿防护服，包括靴子、手套、防护服装、护目镜和防尘面罩。

循环利用的作用

循环利用是废弃物综合管理系统的一个重要环节。很多废弃物流都能够被循

¹⁵ 在墨西哥，废弃物捡拾者的平均寿命比国家平均寿命低 11 年（分别是 53 岁和 64 岁）。世界银行，1994 年。

循环利用。例如纸、塑料、玻璃和金属。每一种商品都有一个市场货币价值（见附件7）。这些商品，如铝，都有很高的原材料成本，而且容易回收（节省大量的能源），所以有更高的价值。一些纸制品，如旧的瓦楞纸板（OCC），是很容易回收的，所以，比如说，就比混合的纸有更好的价值。

将回收材料的分类和运输成本与当地工业生产原材料价值进行比较，确定了回收哪些原料。另外，回收后避免了再缴纳处置费用，也影响到回收利用的可行性，例如，从填埋场转分流一吨废弃物可以节省10-15美元，或者从焚烧厂分流一吨废弃物可以节省50-150美元。随着中国开始越来越多地收取废弃物处置倾倒地费，将有可能回收更多的国内原料。

目前，中国的回收率低于大多数其他国家，而且有可能比直观认为的还要低很多。¹⁶中国的二级原料市场受到几个因素影响，包括：给予回收者的价值（例如国内纸浆厂），避免缴纳的处置费和出口国家支付的价格（这是中国大量进口废弃物的主要驱动力），避免缴纳的处置费用和支付给国内生产者的价格（这对国内废弃物捡拾者有影响，在中国很多城市，相对较低的倾倒地费最大限度地减少了这一因素的影响），国内和国际运输成本（现在，通过轮船将二级原料运输到中国港口城市，可能比利用卡车或铁路将原料运输到同一设施费用更低），以及制定与材料回收利用有关的环境保护措施的成本（这是中国进口电子废弃物的最大驱动力-环境费用，这在美国是禁止的，而在中国，制定了最低的环境保护要求）。

目前，中国很多回收系统都受到从高收入国家进口低成本二级原料的不利影响，这些国家出口这些原料，避免使用他们有限的填埋场容量和支付高额的处置费用（主要是因为更严格的环境监管要求）。在2002年，美国向中国出口了大约12亿美元的废料和二级原料 – 五年前是1.94亿美元。¹⁷例如，Linan的杭州Jinnjiang纸业公司高达90%的造纸原料都是从美国进口的（2003年，Newark, N.J的FOB价格是每吨95美元）。¹⁸对于中国如何受到全球回收原料市场的影响，电

¹⁶ 中国的废纸回收率是30% - 大大低于其他亚洲国家，如韩国是66%，台湾是55%。这与低水平的经济发展有关，而且是因为很多国内的纸制品不是以木材制造的，产品质量低于进口废纸。中国纸浆和造纸业展望，研讨会备忘录。中国北京，1999年4月。

¹⁷ 华尔街日报，2003年4月9日

¹⁸ Ibid

子废弃物提供了另一个例子（见附件12）。仅在美国，2001年就淘汰了超过4000万台计算机，这些计算机的80%都以美国回收或处置价格的十分之一的价格，出口到了其他国家，大多数是出口到中国。¹⁹

使用回收的原料，而不是使用原始资源，提供了很大的环境效益。例如，在回收铝的过程中，可以减少95%的能源需要量。利用回收的二次纤维生产的纸能够节省能源，并减少总体污染，特别是有机负荷。中国利用原材料生产纸浆和纸张大约占整个国家化学需氧量（COD）总排放量的47%。²⁰

由于纸在中国废物流中占据很大的份额而且这一比例还在不断升高，而且具有相对较高的可回收性，所以，纸是规划者回收计划中重视的优先商品。在2030年以前，如果中国能够为废纸设定一个适度的50%的回收目标，那么超过3800万吨的废纸就能够免于处置（见图2.1）。另一种优先的商品是废金属回收。中国的废金属产生量将持续快速增长，特别是随着更大的废旧物品，如废旧汽车的处置。

在中国，应该鼓励二级原料行业的专业化和制度化。废弃物交易将能够从政府扶持政策中获益。还有，应该制定回收行业的行业标准，因为这一行业可能会对工人健康和环境有显著的影响。

堆肥

在中国，堆肥应该是废弃物管理的一项重要工具。甚至到2030年，当废物流更全面地反映出成熟的经济状况时，中国的城市废物流将仍然含有50%以上的可生物降解的有机物（现在可能接近于60%）。管理废物流中的可生物降解有机部分是具有挑战性的，这些废弃物含有水份（含水率一般在50%以上，因此不适宜燃烧）；它的性质使运输成本更加昂贵，它是以人类为中心地区温室气体的最大来源之一，而且会导致环境问题，如臭味、填埋渗滤液，并引来带菌体，如鼠类和苍蝇。

但是，通常缺乏大规模的堆肥经验。很多设施都还没有开发或规划，而且产

¹⁹ 华盛顿邮报，2003年2月24日

²⁰ 中国纸浆和纸业展望。研讨会备忘录，中国北京，1999年4月

生的堆肥质量一般不高。这是因为中国和其它地区的大多数堆肥设施都利用混合废弃物进行堆肥，其中含有影响堆肥质量的成分。如果在堆肥前对混合废弃物进行破碎，那么由于存在重金属、灰、塑料和玻璃碎片，成品堆肥质量就会下降。见“在发展中国家堆肥的作用”，世界银行，2002年。

在理论上，对高质量堆肥是没有市场限制的 – 利用过程仅仅是将有机物质送回到土壤中，也就是它的最初来源之处。但是，决定市场需求量的因素还包括成品堆肥的价格和运输成本，以及终端用户愿意支付的价格。种植低收入农作物（如谷物）的农民一般支付不起堆肥的费用。具有市场购买力的用户主要是种植高收入农作物的农民，如种植蔬菜、茶、咖啡、水果和花。在避免了处置费用并具有环境效益（如碳减排量和减少侵蚀和水体硝化作用）的情况下，堆肥的经济性就具有更大的吸引力。

还经常存在一种误解，认为堆肥是一种肥料。堆肥几乎没有肥料的效用（在未经过强化的情况下），它是最有价值的土壤调节剂，能够改善整体的土壤结构，减少土壤侵蚀，更好地保持土壤含水率，改善种子发芽状况，有利于植物生长（根系更强，更好地抑制病虫害），并能够减少合成肥料的需要量。在更长的时期内，通过减少径流量以及使肥料更容易被植物吸收（堆肥在分子级上与肥料结合，使其易于被植物利用），堆肥能够提高肥料的使用效率。除了园艺和农业用途，堆肥还是适用于中国侵蚀土地（例如，北京附近已经退化而且每年都引起沙尘暴的地区）以及贫瘠土地的一种优良产品。

表5.1：建议的堆肥标准

干物质， 毫克/公斤	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Ni	Zn
重金属标准	10	3	50	80	150	1	50	300

进行堆肥的一个重要驱动力可能是碳排放量削减（见第六章）。因为有机成分在好氧条件下进行生物降解，没有沼气产生，所以堆肥过程避免了沼气的形成。以目前国际上交易的每吨减排量4.50美元的价格计算（在来源于京都协议的清洁发展机制条件下），堆肥将能够收到大约每吨12美元的国际性补贴。这大约是填埋气体回收收入的2.5倍。

堆肥质量标准的制定和实施，将有助于进行大规模的堆肥。表5.1为中国提

供了建议的堆肥标准，

这些标准将能够鼓励更大范围的市场开发，而且利用在源头进行分类的有机物，这些标准是可以实现的。在这些标准中，要求的主要内容是重金属水平。其它堆肥特性，如病原体、腐熟度、大的污染物如塑料和玻璃、盐分和C:N比例，一般是由市场和堆肥工艺确定的。表5.1中提议的标准针对的是成品堆肥，对用途没有限制（由市场决定，找到最佳用途）。也可能有个别时候，可以利用低质量的堆肥进行有限的利用，如尾矿复原、矿坑和采石场恢复。

一些城市对废物流中的有机成分进行厌氧消化（缺氧条件下的生物降解）。厌氧消化产生沼气，可以燃烧发电。在这方面需要进行更多的研究，因为厌氧消化的成本一般高于堆肥，而且通常需要有更复杂的工艺控制。

焚烧

对于大型城市，焚烧是废弃物综合管理计划的一项可能的内容，因为大城市填埋空间有限，而且如果填埋场位于城市管辖区之外，在政治上可能是有困难的。通过焚烧，废物流的体积能够明显减少，在废物中，一般有足够的热值可以通过焚烧进行发电。市政官员经常将焚烧作为一个主要的废弃物处置方案，因为与填埋相比，因为他们认识到公众对此的反对意见少，而且只涉及一次性的大量投资分配，更容易进行预算和获得资金。但是，焚烧通常受到三个关键因素的制约，即非常高的成本，可能排放有毒气体，进行焚烧妨碍了其它更为经济有效和有利于环境的废弃物处置方案。

上海为中国城市提供了说明性的例证。现在，上海至少将GDP的3%用于固体废弃物管理，而且这一份额还在快速增长。上海的固体废弃物管理总费用将有可能更多地受到焚烧量的影响（收集成本在废弃物管理费用中占最大份额，但是它们受废弃物处置方式的影响不大）。按照“球场”估算，如果上海实施鼓励焚烧的废弃物管理计划，那么总体的废弃物管理成本将至少翻倍（国际平均值大约是填埋每吨30美元，焚烧每吨150美元）。在中国，上海具有最符合“国际化标准”的废物流（即塑料和纸的比例较高，含水率较低），但是它的废弃物组份还是几乎不能维持自行燃烧（没有足够的热值）。大多数中国城市都必须使用辅助燃料进行废弃物燃烧，从而没有净能源产生量来弥补高额焚烧成本。

焚烧炉产生三种类型的排放物：烟气排放、底灰和飞灰。飞灰大约占总排放量的5%，具有危险性，必须进行特殊处理（一般成本很高）。底灰大约占进料质量的50%-70%（但是只占进料体积的大约15%），需要安全运输和处置（一般是进入卫生填埋场，或者次优地进行利用，如铺路或作为建筑材料）。最受关注的排放类型一般是有关的烟气排放。

废弃物燃烧会产生烟气。最重要的气体排放控制方法是使用符合国际标准的高温焚烧炉，它有辅助的高温后燃室（如欧盟和日本的新设施）。然后通过焚烧炉尾部的污染控制设备，削减剩余的烟气排放，如集尘袋过滤、烟气清洗和活性炭过滤。焚烧炉污染控制设备极其昂贵，而且运行相当困难。由于与烟气排放有关的公众健康问题，很多高收入国家都在缩减焚烧量的扩增（见方框5.2）。最受关注的是二恶英，呋喃和汞。

方框5.2 日本的二恶英

自从1983年以来，日本政府一直采纳积极的二恶英削减计划。特别是自1997年以来，大气中的二恶英水平引起了公众的大量关注。二恶英与很多健康问题都是相关的，如癌症和出生缺陷。

日本政府引进了八项点源二恶英削减计划，特别针对废弃物焚烧厂，因为焚烧产生的负荷大约占日本二恶英总负荷的88%。2002年，日本政府强制实施与欧盟标准一致的新排放标准，即，所有处理能力超过4吨/小时的新建焚烧厂都不能超过0.1 ng-TEQ/m³N。这比中国目前的要求要严格很多。

来源：日本环境部，二恶英控制办公室。

除了二恶英，汞将有可能是中国废弃物规划者最关注的内容。中国在发电方面对煤的严重依赖已经具有全球性的影响，降落到北美湖中的汞有50%都来自于中国的电厂²¹。将有可能鼓励中国采纳汞削减计划。废弃物焚烧厂是空气中汞的最大来源之一。

对焚烧的另一项争议内容是焚烧不鼓励废弃物减量化。但是，对一个城市进

²¹ 华尔街日报，第1页。2004年12月17日。

行量化是很困难的，即使是在上海。焚烧厂是投资密集型的，而且设计的预期使用寿命是20到30年。如果由私人承包商运营，他们一般会有“协议照料”协议，保证城市提供最低废弃物量。所以，一旦建设了焚烧厂，就不利于废弃物减量或循环利用。实际上，对于可燃物质，如纸张、纸板、纺织物和木材，他们是与回收市场相互竞争的。

尽管具有内在的局限性，在中国大城市，焚烧厂仍然可能有着重要的作用。附件9提供了一个在开发焚烧厂方面要遵循的清单。主要内容包括：（1）满足国际上认可的大气污染标准，特别是对二恶英；（2）对进入焚烧厂的废物流进行“高度分级”（如，提供更多的废弃物衍生燃料而不是混合废弃物，RDF可能包括难于回收的多层包装，具有低回收可能性的塑料，低等级的纸，不可循环利用的木材，可能还有橡胶），（3）提供有效的废弃物分流计划（挑出导致气体排放量过大的物品，如PVC塑料，电池和荧光灯管），（4）按照定价制度运营焚烧厂，反映出全部成本，并鼓励最优的废弃物处置做法。

中国政府已经颁布了有利于鼓励焚烧厂投资的一系列政策。这些激励手段包括增值税返还、优先的商业银行贷款、国家对贷款利率的补贴（2%），以及保证以补贴价格购买焚烧发电。这些政策成本很高，可以鼓励城市开发更多的焚烧能力。建议对所有的焚烧补贴和经济激励政策进行重新考虑。

填埋

现在，中国的660个城市大约有1000座填埋场。所有的废弃物综合管理计划都需要良好选址和运营的填埋场。填埋（1）是成本有效的，（2）能够适应废弃物数量和类型的大幅度波动，（3）在进行良好运行和选址的情况下，具有最低的环境影响和问题，（4）在土地需求方面是相对适度的（今后的30年中，在没有焚烧的情况下，中国对填埋的土地需求大约是10万公顷）。

中国填埋场的运行状况一般较差。²²主要不足之处是（1）有废弃物捡拾者，（2）坡度不足，（3）设计过大，但是后续阶段的施工不成熟（合成衬垫层暴露，而且产生大量的渗滤液），（4）渗滤液收集和处理不足，（5）废弃物压实和覆

²² 中国填埋场做法研究 —办公室报告，2004年2月。

盖不足，（6）几乎没有填埋气体收集。但是，目前正在快速对这些缺点进行弥补，而且已经有了明显的改进。例如，广州和宁波的卫生填埋场运行状况非常好，上海正在快速改善老港填埋场的条件。

在今后10年中，中国所有人口超过100万人的城市，预计都将使用卫生填埋场。附件16提供了对卫生填埋场的定义，并为中国新近试运行的填埋场提出了最低运行标准建议。这是非常关键的，至少有两个原因。第一，如果目前的填埋场运行状况较差，那么得到公众对新建填埋场的支持就更加困难。第二，运行状况较差的填埋场的环境影响非常明显，以后改善这些场所的成本总是远远高于首次适当运行的费用。一些城市，如重庆，已经面临着与清理老倾倒场地有关的高额费用。

在今后5年中（至少），通过为碳减排量销售提供的资金，中国填埋场的运行状况有可能得到加强。来自运行状况较差的填埋场的沼气和未收集的城市固体废弃物，是世界上最大的温室气体来源。

很多城市决策者都对填埋有着不成比例的负面看法，经常将其看成是对稀缺土地的浪费。这种观点大概是源于历史上填埋场选址和运行状况较差，而且缺少填埋场封场后的用途。随着新填埋场地的开发，规划者应该已经能够预见到封场后的用途。在与周围土地用途有足够协调的情况下，封场后的填埋场可以成为高质量的绿地和高尔夫球场。

废弃物堆放场

中国的废弃物处置场地几乎都不是“卫生填埋场”（见附件16的定义）。虽然一些城市正在努力改善填埋场的条件，如上海、广州和宁波，但是中国的城市现在主要是将其当作堆放场地（在倾倒场地，废弃物对人类健康和环境的影响没有得到控制）。除了眼前的公众健康问题，堆放场还给城市带来长期的责任。在很多城区，废弃物堆放场是一个严重的遗留问题。美国和欧洲的城市已经有数以百计的老堆放场需要改进，而且费用庞大。这些“可能被污染的用地”的大多数都由于对地下水的影响而受到重视。

由于人口密度和水资源的短缺，将来中国的地下水将比欧洲和美国城市更有价值，因此，中国需要对地下水给予更多的保护。在今后的50年中，中国有可能

面临庞大的被污染用地清理费用。一个城市，如重庆，至少有大约50处废弃物堆放场，其中至少5个迫切需要清理。上海也有着类似的环境遗留问题。在中国超过100万人口的660个城市中，可能至少有5000处需要清理的被污染用地。为筹集足够的预算将极其富有挑战性。²³

全球经验证明，中国现有的和新的废弃物堆放场都需要采用适当的方式，保护地下水资源。几乎在所有的被污染用地重新开发过程中，改善的费用都高于未造成污染情况下的摊销成本，特别是成本相对不高、建设后一直运行正常的填埋场。

“特殊”废弃物

对于物流中的很多物质，都需要制定专门的处置和处理计划。医疗和危险废物就是这样的例子，它们需要具有针对性的地方和国家规划，需要提供专用的设施和收集计划。这些计划通常需要有很强的管理能力，并为废弃物产生者和城市带来很高的成本。市政当局需要进行关于特殊废弃物系统管理的培训，并需要解决这些问题的时间要求，作为城市固体废弃物管理系统的一部分。

危险废物和医疗废物计划必须有专门的规划（见附件11），并与地方的城市固体废弃物计划充分融合。通过共享设施和人员专业技能，能够获得一些协作。在大多数情况下，如果这些设施是不同行政区之间共用的，而且对于服务提供，采用的是与私营部门（或政府拥有的公共事业单位）之间的业绩合同，这些服务的提供状况是最好的。在所有情况下，都需要为废弃物产生者提供大量的培训和援助。例如，医疗废物管理需要在医疗设施内进行大量工作，如废物分离和密封，危险废物产生者需要确定、标识和正确地证明（为了安全运输）他们的废物。

可能需要特殊计划的其它废弃物包括家用电器²⁴和拆除废弃物。在香港，拆除废弃物是废弃物流的最大组成部分，一般作为低洼地的填土，但是，由于担心拆除废物对地下水的污染，这些方案的用途十分有限，城市越来越多地需要在填

²³ 多伦多市提供了一个有用的范例。多伦多市的滨水地区受到了废弃物污染（主要来自以前的工业生产），尽管有可观的潜在土地价值，但是，清理场地的费用仍然高于土地的增值，所以，很多滨水地区被废弃不用。

²⁴ 中国家庭主要还在使用他们的第一套家用电器，但是，在几年之后，这些家庭将更新家用电器，中国家庭已经开始了对于计算机和其它电子商品的更新换代。这些物品将极大地增加城市废弃物流。

埋场消纳这些废弃物。

污泥处置

在中国，来自污水处理设施、工业生产和清淤的有机污泥的处置，是一个迫切需要解决的问题，特别是在沿海大城市。中国的高人口密度和密集的畜牧养殖使得使用污泥干化床和土地处置都存在问题（土地的吸收能力被肥料耗尽）。深海处置也是有问题的。对部分脱水污泥进行堆肥或厌氧消化是可能的，但是费用昂贵，而且仅限于高度易腐烂的有机污泥。污泥焚烧（脱水后）也是非常昂贵的。脱水污泥的填埋也存在问题，因为污泥增加了渗滤液产生量，而且在倾倒面上处置很困难。所以，填埋厂一般只限于接收不超过进场总废物量10%的脱水污泥。

附件10介绍了在经合组织国家中的很多污泥处置方案和填埋场的利用。中国的污泥处置方案十分有限，但是污泥体积却在快速增长。本报告没有提供对污泥管理方案的研究，但是，建议为所有沿海省份准备针对国家和地区污泥管理计划（在今后20年中，在开始时，所有社区都有可能需要污泥管理计划）。

为了制定成本有效和有利于环境的废弃物管理方案，需要对废弃物进行分类。虽然分类的类型和数量有所不同，但是如果不对不兼容的危险废物进行源头分离，那么就不可能对堆肥和焚烧进行优化，而且，只有通过源头分离，使可回收的二级原料保持清洁，才能够优化循环利用收入。如果没有之前的废弃物分流计划，那么需要填埋的废弃物量就有可能增加一倍。

通常，废弃物分类涉及到要求废弃物产生者将他们的废物分成两类或三类放在户外（见表5.2）。大多数经合组织国家的城市现在都有某种形式的废物分类。通过废弃物捡拾者的工作，中国已经有了废弃物分类，但是，随着废弃物的体积持续增加，处置费用仍然在继续消耗大部分的市政预算，因此，必须有更多的和更正式的废弃物分类。

废弃物收集做法的改变

在中国城市，居民区的废弃物收集正在经历快速的改变。为了能够对废弃物进行水平和垂直压实（证明了包装材料、塑料和纸的增加），很多城市已经被迫

对转运站进行改造²⁵。随着废弃物体积继续增长，这些设施将有可能变得不足。很多设施位于主要商业区，没有扩建空间。对于将来城市固体废物系统的成本优化，新转运站的战略性规划是非常重要的。

表5.2：废弃物分类的两类和三类对比

两类		三类		
有机物(“湿”)	非有机物(“干”)	有机物(可堆肥物质)	可回收物质	废弃物
有机物，如食品废物，园艺废弃物，干的废弃物，如污损的包装，一次性尿布等	可循环利用的物质，如纸和金属，不可循环利用的干物质，如包装、使用后的产品，如电子产品	用于堆肥的有机废弃物 可能是作为废弃物容器的袋子	纸、金属，一些塑料	污损的包装灰 干废弃物，如电子产品
优点： 收集成本低廉 通常能够最大化地分流废弃物		优点： 使堆肥和回收计划变得更容易（除了之前所需要的筛选） 可以将“废弃物”部分直接送到处置设施		
缺点： 在废弃物产生者观念里对什么是可回收物质和可堆肥物质没有差别 可回收物质和堆肥可能会受到更多的污染。		缺点： 需要更多的培训和公众参与 收集费用更高 可堆肥的有机物和可回收的物质有可能被放入“废弃物”中。		

在中国，更大型的“中心转运站”²⁶将变得越来越重要。大多数人口超过100万的城市都将需要在今后5到10年内建设这些设施，以应对不断增加的废弃物体积。土地使用规划将需要考虑到这些要求。

具有高人口密度和相对大型的中国城市，需要量身定做高效率的居民区和工业/商业/机关废弃物收集计划。现在，很多城市的居民区废弃物收集都是零星的。一些地区每天收集废弃物在三次以上，而其他一些地区没有定期的废弃物收集。

²⁵ 对“街道转运站”的定义是，一般在中国城市大约为500个家庭提供服务的那些设施和小型的工业/商业/机关设施（半径大约1公里）。废弃物大部分使用手推车运送，大约有25个废弃物收集者将废弃物运送到各个设施。

²⁶ “中心转运站”的定义是通过收集车辆接收大多数废弃物，然后进行压实并将废弃物集中运送至处置场地的设施，一般是通过公路运输，但是有时也通过铁路运输和船运（如上海）。大城市可能有多达10个转运站（平均每座设施每天能够容纳大约1000吨）。

人们将可能需要接受在废弃物收集做法方面的变化，一些例子包括每周收集两次，将有机、可回收物质和废弃物分别放在户外单独的收集容器中。工业/商业/机关废弃物产生者将有可能需要进行更好的废弃物现场储存（也是在单独的容器中），并按照废弃物体积支付收集和倾倒地费。

中国废弃物收集最重要的变化将是废弃物分类的增加。虽然废弃物分类会使收集成本略微高一些，而且需要废弃物产生者遵守要求，但是，它是废弃物综合管理战略的一个至关重要的环节，因为它是创新的废弃物管理计划的先决条件。废弃物分类将能够明显提高废弃物的分流能力（未被污染的干废物更容易回收），提高堆肥产品和回收物质的质量，并能够对焚烧进行优化。

废弃物分类还能够提高对废弃物管理问题的认识，一般随之而来的是废弃物产生量的减少（或增长率的下降）。为了能够更好地为废弃物管理行动筹集资金，废弃物分类也是非常重要的。通过对废物流进行分类并优化收集和处置方案，成本能够得到更好的分配，而且能够更容易地获得资金，例如，更有可能得到有保证的收入。

方框5.3 废弃物综合管理计划的关键内容

- 遵守废弃物管理的分级
- 大量的废弃物源头分类
- 依据最新的、公开的废弃物管理总体规划
- 纳入卫生填埋场
- 根据当地条件，优化循环利用、堆肥和焚烧的作用。

按照一个框架进行运作（1）成本回收（按照废弃物量进行收费），（2）法律和规章（如，不鼓励非法的废弃物处置），（3）市场手段的应用，（4）被大规模的公众所接受（例如，居民按照规定为废弃物的收集做准备）。

第六章 中国城市固体废弃物的碳基金

作为温室气体，甲烷比等当量的二氧化碳的全球变暖能力高21倍。在缺氧条件下，有机物质的生物降解生成甲烷作为副产品。富含有机物的城市固体废弃物，在填埋场堆放时，降解产生大量的填埋气体（LFG）。在填埋气体中，甲烷大约占50%²⁷。城市固体废弃物产生的甲烷是全球温室气体的最大贡献者。为了减少温室气体，可以将填埋气体进行火炬燃烧或作为燃料燃烧。填埋气体中的甲烷可以用来发电，转化成机动车燃料，或者在工业锅炉中燃烧，中国已经进行了这样的试验项目。

可以对填埋气体进行收集，并通过燃烧将甲烷转化成二氧化碳（对总体温室气体的影响削减20倍），而不是让甲烷散逸到大气中。对废弃物流中的有机成分进行堆肥和消化（缺氧条件下的生物降解或生物甲烷化），能够减少填埋场甲烷的产生量，从而减少可能的温室气体排放量（甚至比回收填埋气体效率更高）。通过这些类型的城市固体废弃物管理做法的改变，能够较大削减温室气体排放量。通过清洁发展机制（CDM），改善废弃物管理计划削减温室气体排放的项目能够有资格获得额外的资金。

清洁发展机制是在京都协议中建立的一种做法，帮助各国履行各自的义务，削减影响全球气候变化的气体排放量。它能够使工业化国家为发展中国家削减温室气体排放提供资金。这种机制能够通过估算新设施排放减少量以及估算经过改造的旧设施的实际排放的削减量，来计算碳排放削减量。有效的方法是，一个实体（如原型碳基金或独立的私营购买者）从在生产过程中避免或减少了碳排放的项目那里，购买未排放的二氧化碳（tCO₂e）²⁸，这样的机制一般被称为“碳融资”。

²⁷ 温室气体在低大气层吸收和辐射本来应该散失到外部空间的热量。温室气体和云层阻挡了一部分红外线向外的辐射，从而捕集了地球表面的热量，使低层大气变暖。大气层这种自然屏障的改变能够升高或降低地球上的全球平均温度。温室气体主要包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、碳氟化合物（CFCs）和一氧化二氮（N₂O）。

²⁸ tCO₂e：吨二氧化碳当量（1000 公斤）；碳减排交易量的交易单位是指一吨减少的（未排放的）二氧化碳。

在清洁发展机制²⁹下，对城市垃圾填埋场的甲烷气体（填埋气体）、堆肥或厌氧消化废物产生的甲烷进行收集和燃烧的项目，能够将收集和燃烧的（不排入大气中）³⁰或未产生的甲烷按价值卖给有兴趣的购买者。另外，当利用甲烷产生能源时，如电能、机动车或锅炉燃料，因为避免了替代能源（例如，减少了煤厂的使用）的排放，所以能够产生更多的减排量。对于新的大型填埋场，比如每天超过1000吨，利用填埋气体产生能源，在经济方面一般是可行的（在环境方面是非常有利的）。有时老的填埋场也有足够的衬垫层和封闭措施（这种情况很少见），作为设计的一部分，能使甲烷气体达到自行燃烧的回收浓度，但是，还必须安装负压通风和填埋气体的火炬燃烧装置。

虽然填埋气体的收集和燃烧有可能是来自中国城市固体废弃物管理计划的最大减排来源，但是，还有其它比较大的来源，包括堆肥（将废弃物的有机组份进行堆肥时，增加了减排量，因为在堆肥好氧生物降解工艺条件下，不产生甲烷）、厌氧消化（废弃物的有机组份在封闭的罐中进行消化，甲烷全部收集燃烧产生能源），以及较少范围的蚯蚓生物堆肥（利用蚯蚓进行堆肥）。另外，将来废弃物管理机构有可能从城市固体废弃物回收利用方面寻求获得减排额度（例如，用回收的原料生产铝制饮料罐，减少95%的能源需求量 – 从而明显增加温室气体的减排量。其它金属和纸在这方面也是类似的³¹。）

中国固体废弃物项目的潜力是很明显的。例如，作为本研究一部分最近由ERM公司编写的报告估计，仅在上海，10%的有机废弃物通过堆肥进行处置，其余的90%进行填埋，每年大约产生700万吨的CO₂e。还有，根据对其它填埋气体项目的保守估计，每年能够产生大约37万兆瓦时的电能。³²

假定上海代表中国城市总产量的大约3.5%，中国的碳基金总能力大约为2亿吨/年CO₂e。目前，保守的价格是4.50美元 /吨CO₂e，中国的城市固体废弃物计划每年可以出售9亿美元的减排量。除了在减排方面9亿美元的可能收益，中国市政当局还有望从填埋气体的燃烧产生大约1.05亿兆瓦时/年的能源量（按照320 元

²⁹ 清洁发展机制是指在“第二部分”国家产生减排量并且出售给“第一部分”国家的项目。同样属于 UNCCF 的“联合实施”计划允许在“第一部分”国家之间进行碳排放量交易。见（网址）

³⁰ 在巴西、南美、玻利维亚和阿根廷已经有几个这样的例子，项目详细内容见 CDM 网址。

³¹ 回收一吨纸能够节省 1440 升油（能源当量），加拿大地理，2003 年。

³² 依据是可能的甲烷产生量为 2.53 亿 m³，其中在效率为 30%时 50%可用于能量转化，5%现场利用。

/兆瓦时的价格，就能够额外获得34亿元的收入）。

9亿美元的估算代表的是上限，因为全球对如此富有潜力的碳基金的反应将有可能改变碳基金的整体结构。目前，对于这么多的减排量，还没有市场。

市政当局可以应用一系列技术来为固体废弃物的项目筹集碳基金。表6.1归纳了各种废弃物管理手段和减少温室气体排放的示意性价值。必须强调的是，对废弃物进行源头分类能够提供获得更高碳排放效益的机会。

表6.1：各种废弃物管理技术估算的温室气体减排量（与没有气体回收的填埋相比）

废弃物管理方案	温室气体排放基准 (tCO ₂ e/吨废弃物)	温室气体排放量 (tCO ₂ e/吨废弃物)	可能的温室气体减排量 (tCO ₂ e/吨废弃物)
有填埋气体火炬 燃烧的填埋场	2.46	0.74	1.72
有填埋气体利用 的填埋场	2.46	0.68	1.78
厌氧消化	3.54	-0.055	3.6
堆肥和生物堆肥	3.54	0	3.54

注：厌氧消化和堆肥假定进行废弃物分类；避免了每吨的富含有机质的源头分类废物的tCO₂引用量。

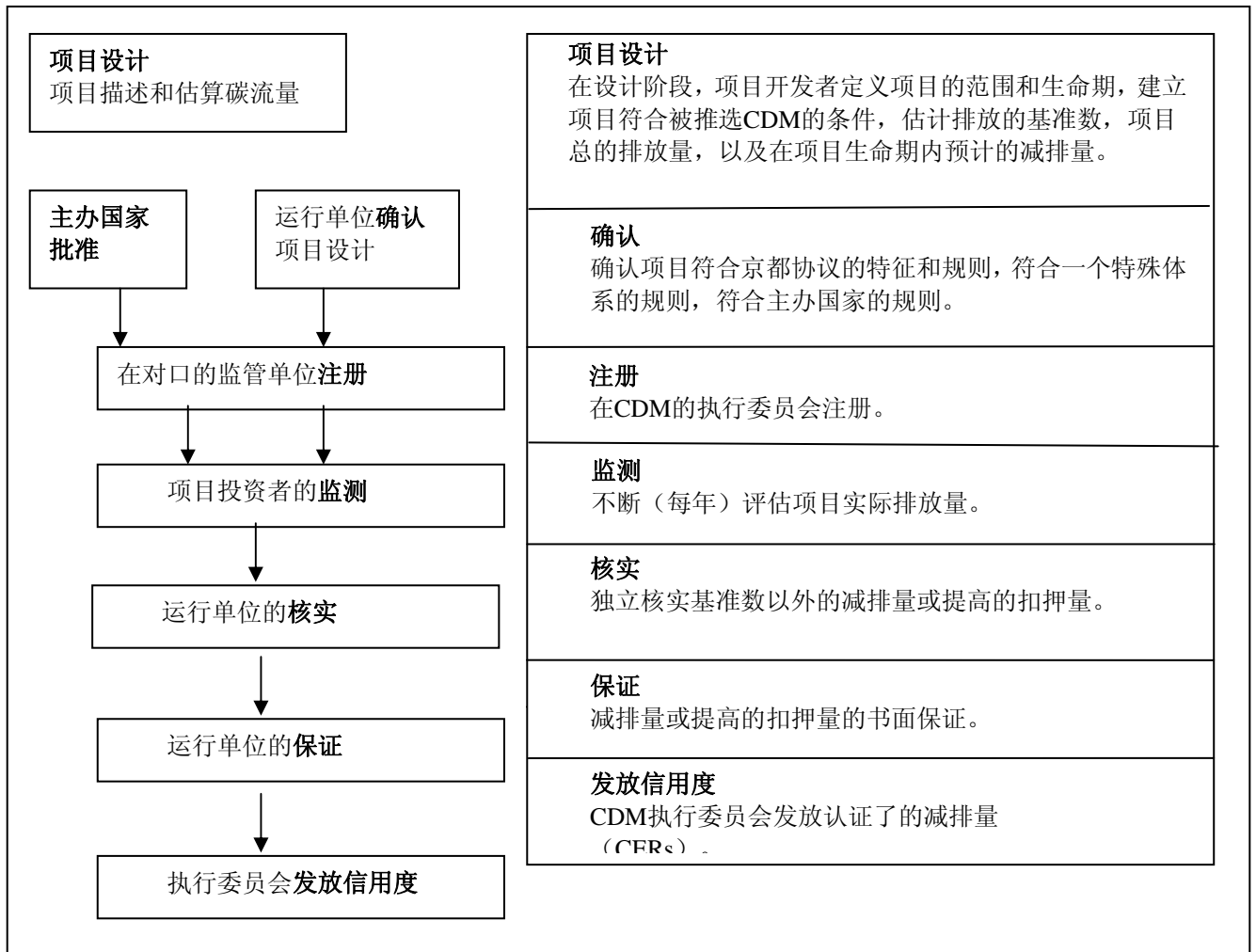
碳基金项目周期

碳基金的项目周期要求进行独立审计，并对整个项目生命期内的实际碳减排量进行确认。下图给出了清洁发展机制项目的一般步骤。此图表明，项目过程要求发展国家内的管理能力，如确认和验证。因为有监测以及由排放产生的收入，碳基金为当地政府正确运行废弃物处理和填埋设施提供了一项激励手段。

鉴于有机会从废弃物中获得可观的替代价值，中国市政当局已经开始在城市固体废弃物领域开展碳基金项目。首要工作是对碳基金的认识，鼓励推动废弃物源头分类的废弃物管理计划，因为这样可以最大增加减排量。为了更好地促进项目融资安排并获得碳基金，需要地区和中央政府层次上的合作。还必须有相关的基准，在此基础上可以很容易地估计减排量（现在重庆和上海已经有初步的基准，还有很多国际范例）。在中央政府层面上，对清洁发展机制项目的审批过程正在不断改进。对于持续的项目开发，这也是非常重要的。

因为填埋气体回收和堆肥项目主要依靠管理，而且富有经验的开创者的参与能够使之受益，所以，中国将能够从国际技术转移中获益。现在，中国正在不断积累碳基金项目的国内经验。这是非常重要的，特别是因为很多碳基金都是“限时的”（一些当前的购买者倾向于提早移交减排量）。在城市固体废弃物项目方面，中国对碳基金的早期响应能够为国家带来显著的效益。

图6.1：全球发展机制项目周期



第七章 废弃物管理资金

现在，中国城市政府每年在废弃物管理服务提供方面的花费大约为126亿元（不包括投资费用 – 2002年为非危险性的城市固体废弃物提供的服务 – 见表7.1）。另外还至少需要150亿元的投资成本（见表7.1 – 在中国环境污染控制总投资中，固体废弃物管理所占的份额估计为15%）。预计到2010年，这些费用将增加到原来的四倍，然后到2020年再翻一番（见表7.1）。预计费用的增加是因为人口增长、提供服务的成本增加和废弃物处理率上升。人口在100万以下的城市受废弃物管理费用增长的影响最大，因为废弃物体积将大幅度增加，但是支付这些额外服务所需要的收入来源却不可能以同样的速度增长。这些城市的预算增长速度将比大城市高20倍。因为没有准确的数据，表7.1只提供了城市固体废弃物管理费用的粗略估算，但是，表7.1说明了预算增长的可能幅度。

表7.1： 2002、2010和2020年中国城市在城市居民固体废弃物处置方面估算的总运行费用

城市类型	城市数量	2002年城市人口(百万)	2002年的费用(百万元)	2010年的费用(百万元)	2020年的费用(百万元)
第一级	4	33	2,400	4,305	5,446
第二级	167	188 (估算)	7,520	20,530	36,831
第三级	489	132 (估算)	2,640	25,344	64,576
合计	660	353	12,560	50,179	106,853

来源：InterChina, 2004

注：没有包括投资成本，对于这20年的投资费用估算粗略地等于运行成本。这只是粗略的预测和估算，特别是对第三级城市，将可能有大幅度的变化。

到2020年，中国城市的固体废弃物项目每年将至少需要2300亿元。这些资金从何而来将是对各级政府的一项极大的挑战。提高服务提供的专业化程度和服务效率是至关重要的。还有，制定能够完成成本核算的机构安排将能够培养成本意识和节约行为。需要定期进行公众调查，了解他们对所提供服务的看法以及他们对服务的支付意愿和支付能力，并了解他们期望有哪些改观。

如同废弃物特性数据一样，中国城市一般都没有详细的城市固体废弃物预算资料。在各种政府出版物中，经常提供国家汇编的和估算的数据，但是，如同在InterChina咨询报告（2004）和AMEC地球与环境公司研究（2004）中所概括的，

验证这些数据是很困难的。对上海、重庆和昆明所做的详细的现场考察加上项目准备背景数据说明，目前的政府数据（财务和废弃物数量）是被严重低估的。需要对城市固体废弃物数据进行更多的分析和精确的整理。

因为运行费用（收集和处置设施）和投资成本（主要是处置设施，如填埋场和焚烧厂）一般是由不同级别的政府提供的，所以，研究中国固体废弃物管理的资金内容就更加复杂。对于投资需求，国家政府越来越多地将资金需求转移到城市，特别是大型城市，如北京和上海。这些大型城市有大型的工业和商业基础，能够支持公共服务产生运营收入。另外，这些较大城市更能够吸引私人领域投资建设新的废弃物处理设施。对固体废弃物的融资方法应给予更多的关注，特别是对小型城市，因为现在这是地方政府增长最快的预算项目之一。快速增长的特殊废弃物管理费用使不断增加的城市固体废弃物管理预算变得更加复杂，如危险废物、医疗废物和污水处理污泥。地方政府将有可能越来越多地请求省政府和中央政府提供资金援助，来处理这些有问题的废弃物。

上海、重庆和昆明的固体废弃物费用

作为本研究的一部分，对三个城市进行了现场调查，研究废弃物管理成本和资金来源。表7.2提供了对这三个城市成本与收入来源的概括说明。成本粗略地分为（1）工资，（2）原料、燃料和电费，（3）设备-机动车辆和其它。政府对支出的估算是家庭废弃物大约占收集成本的75%，商业/机关大约占25%（这说明对于很多工业/商业/机关废物流，都不是由市政工作人员提供服务的）。来自成本回收机制的收入能够支付经常性成本的大约50%，总成本的35%。处置费（也叫作倾倒地费），大约占收入的三分之一，主要（大约80%）是由工业/商业/机关支付的。其余的收入来自于直接和间接的补贴以及一般性的预算分配。

增加私营部分的作用

中国的国家和地方政府已经鼓励国内私营单位和国外公司在固体废弃物管理领域投资。为了增加当前的政府资金，中国当局计划在固体废弃物领域推动商业运作。但是，在这一领域，地方的商业投资条件还不成熟（见附件14）。为了推动城市固体废弃物领域的商业化进程，需要改善地方条件，包括：收费体制、对固体废弃物承包商的竞争性和透明性采购程序、具有清楚的可评定业绩的可实

施的合同以及各类固体废物运营者的许可证计划（包括一般的废弃物收集者、医疗废物收集和处置公司、危险废物收集和处置公司，和建筑垃圾/渣土运输者）。

引进商业化运营必须谨慎进行。随着这一行业的发展，这一行业将会变得强有力，并力争保护废弃物综合管理系统中的高盈利部分，而将其余部分留给市政当局。如果建议的改革影响了这一行业的收益率，他们就会提出反对意见。

作为亚洲开发银行行业研究（TA3447-PRC）的一项内容，曾经编写了一份补充性的报告“发展固体废物管理领域的公共私营合作”（2003年12月）。另外作为这个研究的一部分，聘用了一名咨询专家对中国废弃物管理领域目前私营部门参与的概况进行了总结。这些报告都在附件14中进行了归纳。

改善这一领域融资（包括增加私人领域参与）最重要的内容是为固体废物服务的提供，准备清晰和准确的政府成本估算。目前，固体废物服务成本并不确定。所以，地方政府无法评价私营部门是否能够更高效地提供服务。同样，如果地方政府不清楚该行业的服务成本是多少，或者将来是否能够继续从中国中央政府那里得到投资成本，就不能进行有效的长期规划。

表7.2：2002年上海、重庆和昆明城市居民固体废物处置的估算资金（百万元）

上海	
总成本：850 工资：221.00 原料/燃料/电：315.00 设备/机动车辆：212.00 其它：102.00	筹集的总支出费用：850 处置服务费：329.00 其中： 来自私人家庭 0% 来自机关 100% 市政府预算：196.00 区政府预算：325.00 政府费用明细： 用于私人家庭 680.00 用于机关 170.00
重庆	
总成本：244 工资：85.00 原料/燃料/电：73.00 设备/机动车辆：61.00 其它：25.00	筹集的总支出费用：244 处置服务费：73.00 其中： 来自私人家庭 30% 来自机关 70% 市政府预算：50.00 区政府预算：121.00

昆明	
总成本：100 工资：27.00 原料/燃料/电：37.00 设备/机动车辆：26.00 其它：10.00	筹集的总支出费用：100 处置服务费：36.00 其中： 来自私人家庭 30% 来自机关 70% 市政府预算：24.00 区政府预算：40.00 政府费用明细： 用于私人家庭 80.00 用于机关 20.00

来源：InterChina, 2004

为了推进这一领域的“市场化”和更多的私人领域参与，机构改革建议包括如下内容：

- 加强政府的监督职能。政府需要更好地监督和管理提供城市固体废弃物服务的承包商、特许经营者和获得许可的经营者。
- 创造可持续的收入来源。需要将用户收费和税收收入（和直接的补贴）提高到可持续的水平，能够支付全部的废弃物管理费用。
- 保护公众利益。公众应该了解并参与决策和监督过程，特别是当用户收费预计有所提高时。应该对他们进行定期调查，了解他们对服务提供和费用的想法。
- 适应地方条件。所有的合同都需要反映出所参与地点的独特性质。每一种公共私营合作都需要根据当地条件量身定做，地方政府需要有能力和评价各城市的需求差异。
- 监管的和透明的实施。招标过程需要更加透明；需要提供对政府行动的论证，作为公共私营合作的一项常规内容。
- 能力建设。在市政员工、私营部门和公众中，通过课程、广告和制定合同范本（和示范性应用），使大家更好地了解私营部门的作用。还可以建立国家级的公共私营合作支持单位，为各城市提供独立的专家咨询。

表7.3: 固体废弃物管理资金的预计来源

	2002	2010	2020	备注
总计	100%	100%	100%	
处置费	30-40%	70-80%	90-95%	将取决于成功的企业参与和收费体系的成功实施。
私人家庭	10-20%	60-70%	80-85%	征收很困难而且成本很高，收费水平设定的太低。将随着时间改变。
机关	20-25%	10-20%	10-15%	有改进空间（收取、收费水平）
市政府	20-25%	5-10%	0%	
区政府	40-50%	10-20%	5-10%	政府还需要对贫困家庭进行补贴

来源：InterChina，2004

表7.4: 2002年上海、重庆、昆明城市固体废弃物财务数据

	上海	重庆	昆明
城市类型	直辖市	直辖市	云南省省会
人口	1,625万	3,114万	495万
2002年城市固体废弃物产生总量	2,146万吨（其中居民废弃物大约占50%）	1,638万吨	865万吨
2002年工业危险固体废弃物产生总量	48万吨	42万吨	5,034吨
2002年医疗废物产生总量	20,000吨	1,700吨（城区）	1,400吨（城区）
在居民固体废弃物处置方面的政府支出			
政府总支出	8.5亿元	2.44亿元(估计)	1亿元(估计)
资金来源			
市政府	1.96亿元	5,000万元	2,400万元
区/县政府	3.25亿元	1.21亿元	4,000万元
服务费收取	3.29亿元	7,300万元	3,600万元
处理	政府已经开始退出运营行为，已经在运营方面成为几家商业废弃物处理公司、几家国外投资和台湾公司所提供服务的购买者。	处理设施主要由市政当局或国有企业运营。一些集体所有制公司已经开始通过BOT形式进入这一领域。	处理设施主要由市政当局运营。有一个医疗废物处理中心，进行废弃物收集、运输和焚烧。

收费			
居民废弃物处置费	对居民还没有开始收取；但是在闵行区的两个社区，已经开始试点，开始对每户居民每月收取2.5元，对机关每吨收取30元。	3-5元/户/月 机关是48元/吨（在长生桥填埋场）	5元/户/月 商业企业70元/吨 非盈利性机构60元/吨 临街商店2元/10平方米/月 对于由机关废弃物产生者直接运送到填埋场的废弃物，35元/吨
医疗废物处置费	还没有开始收取服务费，收费将可能设定在3元/床位/天。	1.82元/公斤	0.20元/床位/天（管理机构将把收费提高到3元/床位/天）
在2004年处理中心开始运行时，对工业危险废物处置收费收取大约1800元/吨（平均？）		平均1,000元/吨（将提高到2,000元）	没有数据
工业废弃物排放费	11,584.5万元	大约1亿元	2,146.6万元
工业污染罚款	72万元	没有数据	60.58万元

来源：InterChina

第八章 建议

1. 废弃物综合管理

中国所有城市都应该积极制定废弃物综合管理战略，让所有的主要利益相关者都参与战略规划和决策过程，全盘考虑对所有废弃物实用管理技术的优点和缺点。废弃物综合管理要求采用废弃物管理的分级，主要依靠填埋、积极的废弃物减量和转化，并加强灵活性和富余能力。

需要将废弃物捡拾者更好地纳入到废弃物管理计划之中。到2010年，中国所有的大型填埋场都必须不允许废弃物捡拾者进入（在倾倒场地）。总体上，废弃物捡拾者对中国的废弃物管理系统是有贡献的；二级原料被分选出来，而且能够创造大约250万个工作。不过，仍然需要更为综合性的途径，而且需要明确规定废弃物捡拾者的工作标准（在工作程序、职业健康和安全要求方面，在不妨碍收集和处置运行的条件下，定义的各点分选出的材料类型）。

中国的回收行业还不发达，不足以与市场经济机遇相匹配。需要进行二级原料行业的专业化和制度化。在今后的25年中，这一行业将有可能增长10倍。需要重视定价、国内和进口材料之间的竞争、来自回收过程（如电子废弃物和纸张的回收）的环境影响、来自焚烧的竞争，并鼓励公众购买具有更高的循环利用率的产品。

在中国，堆肥将有可能占据更重要的地位。可能的驱动因素包括碳减排的价值，在可预见的将来，50%以上的废弃物都是有机物，以及成品堆肥的潜在市场（堆肥在减少土壤侵蚀和退化方面非常有效，而且有助于保持土壤湿度-这在中国具有特别重要的意义，因为中国的土壤已经高度退化而且距离主要城市相对较近）。需要制定清晰的堆肥质量标准并进行监测，并制定大规模的堆肥使用计划，如尾矿复原和退化土壤处理。

在中国，焚烧在废弃物处置方面一直有一定的地位。但是，只有在废弃物成分能够支持自行燃烧并产生净能源的高收入城市，才应该考虑焚烧，而且只有非常有限的应用。将来，中国所有的焚烧厂都应该经过一个标准的审核程序，例如，本报告中提供的清单中的建议程序。对于二恶英和汞，新的焚烧厂必须满足日本

-欧盟排放标准，而且所有新的焚烧厂都必须纳入一项分析，分析他们是如何影响或不影响当地回收计划（特别是纸）的。焚烧厂的投资和购买需要更加透明，而且需要重新考虑对购电支付的高额补贴（这可能不是可持续的，而且如果没有补贴，一些焚烧厂的可行性就可能得不到保证）。在中国，焚烧的费用至少要比填埋多三到四倍。

目前，在中国城市最需要关注的废弃物管理内容是填埋。中国填埋场的开发和运营是很零星的 – 在中国有一些很好的和很差的例子（而且这两种类型的费用大约是相等的）。在所需要的改进中，最重要的是保证最终的坡度至少是3:1（这有助于更好的雨水径流排放并产生更少的渗滤液。目前采用平顶做法的填埋场要产生10倍以上的渗滤液）；并需要分区格施工（合成衬层不应该暴露于环境中超过一年时间），进行废弃物压实和每日覆盖，还需要更好地收集填埋气体。为了适当地运营填埋场，需要停止在工作面上的废弃物捡拾。

在中国城市，废弃的垃圾堆放场具有越来越高的重要性。虽然这些“可能被污染用地”的恢复费用十分昂贵，但是最终还是需要进行处理，因为他们将持续性地造成公众健康问题，很多情况下还会影响地下水和地表水资源。所有城市都应该准备一个他们的“可能被污染”的地点清单，停止产生新的“可能被污染”用地，并开始制定这些场地的恢复计划，计划要包括优先次序、费用估算和时间框架。

在中国，“特殊废弃物”的重要性将日益增加。需要特别关注下列方面：大体积废弃物（使用过的电器、电子产品）；具有巨大潜在污染或高额处理费用的废弃物，如电池、轮胎、专用饮料容器、一次性尿布和塑料购物袋；家庭危险废弃物；下水道污泥；煤灰；工业危险废弃物、医疗废弃物；和建筑垃圾/渣土。这些废物流将需要高额的收集和处置费用。理想状况是，这些废弃物的大部分都必须由有执照的运输者进行处置，他们必须满足各类废物的相关标准，而且废弃物产生者必雇用有执照的运输者，否则就有被制裁的风险。

中国所有城市都必须鼓励在源头对废弃物进行分类的长期目标。当这一基本的先决条件确定以后，在废弃物管理系统的设计方面，将有可能具有更多的灵活性和创新。

在中国城市，需要给予更多重视的一个领域是废弃物收集。废弃物流在体积方面正在不断快速增长，交通量的增加影响了收集车辆的生产率，而且需要对收集系统进行定期升级，使其保持成本有效性。对于大城市，这需要有可靠性更高的较大型的机动车辆、废弃物压实和转运站。为了改善废弃物处置效果，包括足够的气体减排，将提高废弃物的源头分类，而且废弃物收集系统将需要为可回收物质和一般废弃物制定优化的单独收集时间表。还需要定期更新废弃物收集预算目标和工人及机动车辆操作规范。

2. 废弃物减量化

需要给予更多关注的两类废弃物是有机物和废纸。甚至到2030年，有机物仍然将占废物流的50%以上。中国再生纤维的质量正在不断提高，这种材料的价值将不断提升，鼓励进行更多的循环利用（而不是焚烧或填埋）。

减少废物流中的煤灰量是非常重要的 – 到2015年，所有城市都应该从一般废物流中清除煤灰（提供单独收集或者让所有家庭转为使用替代热源，而不使用煤）。

中国应该为废弃物转运和减量设定清晰的目标。这些目标具有全球性的意义。一个关键的目标就是在2030年，人均城市废弃物产生量不能超过1.5公斤/人/天。制定的废弃物产生量增长率必须低于经济增长率。

在所有的废弃物处置设施，应该尽快引进对商业、工业和机关等行业按照废弃物数量收取的倾倒地费。

应该进一步鼓励省级和国家级的材料交易。

废弃物减量化需要更为积极和全面的公众教育行动。应该在地方和全国范围内对一些行动进行鼓励，如商业废弃物审计、学校课程、企业“绿色标志”和公益广告。鼓励废弃物减量化的一系列经济激励手段应该得到鼓励（见方框4.1）。

在中国，应该建立与巴西企业再生利用协会相似的合作伙伴关系（见方框3.1）。

3. 废弃物数量和组成

需要对废弃物类别进行更好的定义，并需要数据收集和管理更具有一致性。废弃物管理者需要能够监督城市固体废弃物发展趋势，目前这在中国是不可能的。目前，虽然中国已经有鼓励数据一致性的系统，如“城市生活垃圾采样和物理分析方法”（CJ/T 3095-95），但是，这些方法还没有被广泛地采用。大多数数据的收集应该是按“产生时的湿重”。

人均废弃物产生率（如附件1中给出的）应该适用于短期的规划用途，而是向上调整以反映改进的数据。本报告中的估算值比中国目前采用的数值高出很多。

特别需要从工业/商业/机关领域获得更好的更全面的废弃物管理数据。从全球来说，在所有城市管辖区内，这些行业的废弃物都至少占总废物流的50%。

需要获得废弃物的热值数据，使城市不会错误地假定他们的废弃物能够支持自行燃烧并且能够通过焚烧产生净能源。只有最大的高收入城市的废弃物才含有足够量的塑料、纸张、纺织物、纸板和其它干易燃物，能够维持燃烧（这些材料大多数是能够容易回收的）。

4. 功能和职责

在推进废弃物减量化方面，国家政府（主要是国家环境保护总局）应该起更广泛的作用，如审核进口限制条件、押金、包装立法（目前，生产者对于特定城市机构对这些的努力的趋势是有疑问的）。

中央政府（建设部和国家环保总局）需要为废弃物管理设施设定清晰的业绩目标。然后省级机构应该监测这些设施的运行状况，因为这与立法是相关的。需要制定一致性的而且切合实际的填埋场渗滤液标准，以及焚烧厂排放标准。

所有新建的焚烧厂都必须在二恶英和汞排放方面满足日本/欧盟标准（如果现在不做，将来可能要更加昂贵）。

需要将固体废弃物的管理和运营职能与政策制定和政府管理职能分开。应该给予城市正式授权管理城市固体废弃物（包括制定收费）。国家政府机构（国家环保总局和建设部）应该为城市运营管理设施制定政策框架。

在中国的废弃物管理领域，正在不断出现其他的利益相关者，如包括国内和

国际非政府组织、当地居民、其他国家和行业协会。应该对此给予鼓励。虽然这些组织将直接与城市进行接触，但是中央政府（主要是国家环保总局）应该对城市与这些组织的合作进行监督。

城市（和中央政府）将需要在废弃物管理设施购买方面不断增加透明度。目前，由于具有不透明的补贴、没有适当定价的投资（如造成城市高运营成本的补贴贷款）和特殊的单一来源“交易”，使这些设施（焚烧厂）的购买正在走偏。

迫切需要地方环保局和环卫局之间进行更好的配合。在国家环保总局和建设部之间，也同样需要更好的协作。

中国各级政府和公众都应该积极采纳废弃物管理分级的做法：减量、重复使用、循环利用、回收、填埋处置和焚烧。需要对废弃物减量给予高度重视（即减缓废弃物产生率）。

中央政府（国家环保总局和建设部）应该支持（至少三个）城市制定“试验性的”废弃物综合管理计划。在这些城市，这一试验性计划应该被视为永久性的干预手段，而不是暂时性的研究，这三个城市应该作为中国城市废弃物管理的示范城市和“试验市场”。这些计划应该包括：收集具有可靠性和一致性的废弃物数量和服务提供成本的数据；使碳减排交易收入最大化；积极推进废弃物分类、减量和循环利用；制定计划将废弃物捡拾者纳入到整个废弃物管理系统之中；运营卫生填埋场；引进废弃物处置倾倒费（按照处置量，特别是对工业/商业和机关）；估算各城市今后25年的资金需求和来源（运营和投资）；建设需要的设施，如卫生填埋场、转运站（包括废弃物分类设施）、堆肥厂；为焚烧厂建设设定10年的延期偿付（能够在焚烧前最大程度地进行废弃物转化）；引进公众咨询和参与计划，鼓励废弃物的源头分类（至少分成两种废弃物流，最好是三种），并在10年内，每周收集居民废弃物的频率不超过两次；广泛地宣传试验计划的结论（包括在国际上）；与地方废弃物捡拾者合作，提高他们在废弃物管理系统中的作用。这些城市应该被发展成为“优质中心”，在这里制定城市培训计划，并为全国其他城市提供培训。

中国的各城市都应该制定全面的废弃物管理总体规划，以废弃物综合管理为重点，并为废弃物管理方案提供大约25年的规划年限，还要保证足够的灵活性，

满足不断变化的需求。

应该创建中央政府废弃物管理工作小组-或者对现有的机构进行扩充。工作小组应该由建设部和国家环保总局共同领导，应该包括来自其他部委、学院、代表性城市的领导，也可能包括国际专家。工作小组应该提供论坛，探讨国家废弃物管理问题，如进口限制、二级原料市场开发等。在一年之内，工作小组应该提供国家城市废弃物分流目标。

工作小组应该审核中国所有的废弃物管理立法，保证各个城市立法的一致性（如果需要）。工作小组应该准备一套标准的各个城市都能够采纳的城市废弃物管理条例。这个工作小组或另外一个工作小组应该在如何测量废弃物数量和组成以及如何确定和收集地方废弃物管理财务资料方面，为各城市提供清晰的指导。

5. 碳基金

在将来所有的废弃物管理规划中，都应该考虑到通过改善城市固体废弃物管理做法而产生的碳减排收入潜力。各城市应该努力使这一可能的收入来源最大化。这将包括填埋气体回收的可靠性。碳基金还能够加强原料回收、堆肥和较小范围的厌氧消化的潜在可行性。来自出售减排量的收入应该交给地方政府，由地方政府为可持续的良好的设施运营提供激励手段。

6. 废弃物管理资金

准确的废弃物管理财务数据是很难获得的，本报告只能够提供一个粗略的估算，但是，中国政府应该可以预料，到2020年，目前300亿元的城市固体废弃物管理预算将增加八倍（大约为2300亿元）。

目前还不知道如何筹集这一可观增长的资金-这需要给予优先重视。将需要大幅度地提高用户收费。

目前还没有准确的城市固体废弃物财务资料。在所有城市，都应该引进标准的财务系统和对运营及投资成本的清晰说明。

在这一领域，应该鼓励更多的私营参与，但是，目前还受到很多因素的制约（见第七章）。

第九章 - 术语

好氧堆肥

由微生物对有机废弃物进行好氧微生物分解，微生物包括需要氧气维持生存和代谢的细菌和真菌。

厌氧消化

有机废弃物的厌氧微生物分解，需要缺氧环境进行有机物分解。

灰烬

焚烧或其它燃烧过程的产生的不可燃烧的固体副产品。

高压灭菌

通过加压和高温蒸汽进行的消毒。

集尘袋室

焚烧厂排放控制设备，由一组织物过滤器组成，焚烧烟气从中通过。颗粒物被截留，从而防止进入大气环境。

巴塞尔公约

控制危险废物越境转移和处置的国际公约，于1989年在瑞士的巴塞尔签订，100多个国家成为缔约国。

生物气胶

来自大气中生物有机体的微粒。

可生物降解的物质

可以被微生物分解成为更简单和更稳定的化合物的有机物质。大多数有机废弃物（如食品、纸）都是可以生物降解的。

生物降解

通过微生物的作用，如细菌，将有机化合物（含碳的）分解成为二氧化碳、

水和矿物质。

底灰

积累在焚烧炉炉排上的相对粗糙的、不可燃烧的焚烧残余物。

“棕地”

由于废物处置做法不足或泄漏而被污染的土地。

大体积废弃物

一般市政处理方法无法处置的大体积废弃物，如器具、家具、树木和树枝等。

区格

填埋场的基本单元。对进入填埋场的废物进行倾倒、撒布、压实和覆盖的综合区域；通常不大于50x50米。

清洁发展机制

京都议定书中制定的安排，帮助国家履行义务，减少温室气体的排放（见第六章）。

清洁生产

用来减少生产过程中废弃物产生量的工艺。

联合处置

不同类型废弃物在填埋场或堆放场的同一地区进行处置，例如，污水污泥可以与一般的固体废物一起处置。

热电联产

用同一燃料来源，从同一设施同时生产电和蒸汽。

可燃物

废弃物流中可以燃烧的物质，包括纸、塑料、木材和庭院废弃物。

燃烧

在固体废物管理中，物质在焚烧炉中燃烧。

混合物

从一般的城市固体废物中分离出来后一起收集的混合的可回收物质。

集体收集

一种收集系统，个人将他们的废物直接送到集中收集点。

压实机动车辆

一种收集机动车辆，使用大功率机械或液压设备来减少废弃物体积。

复合衬垫层

填埋场的一种衬垫层系统，包括工程土壤层和/或合成材料衬垫层。

堆肥

堆肥过程的最终物质。堆肥可以用作土壤调节剂，抑制植物病虫害，并能够增强肥料的作用（使植物能够更充分地吸收）。

堆肥过程

由细菌、真菌和其它进入土壤调节装置，对有机固体废物进行的生物分解。

建筑垃圾/渣土

建筑物施工和拆除产生的废弃物，如砖、混凝土、墙体、木材、各种金属、包装材料等。

控制堆放场

某种程度上具有卫生填埋场特点的规划的填埋场：位于具有适宜的水文地质条件、坡度和密实性的地点，具有渗滤液控制、局部的填埋气体管理、定期的（一般不是每天）覆盖、进场控制、基本记录保存和控制性的废物捡拾。

熟化过程

让经过不完全堆肥的物质堆放一段时间，作为成熟过程的一部分。

处置

在收集、处理或焚烧之后，对固体废弃物的最终处理。大多数情况下，处置是指将废弃物安置在堆放场或填埋场。

分流率

对废弃物进行回收、堆肥或重复利用与不进入填埋场或进行焚烧的比例。

回收中心

接收可堆肥物质或可循环利用物质的一个地方或设施，由废弃物产生者自己送到这一地点或设施。

堆放场

见控制堆放和露天堆放。

排水

经过部分处理或完全处理的污水，来自化粪池的排水是经过部分处理的污水，流入吸收地进行最终处理。

气体排放

排入大气中的气体。

能源回收

从废弃物中提取有用能源的过程，一般是通过焚烧产生的热能或通过填埋场的沼气获取能源。

环境影响评价（EIA）

为确定或预测一项行动或一个项目对环境、人类健康和生活条件的影响而设计的评估，可以包括风险评价作为一项内容，以及经济和土地使用评价。

环境风险评价（ERA）

对媒介、人类和生态资源之间相互作用的评价，包括人类健康风险评价和生态风险评价，一般是评估环境污染物所造成危害的可能性和程度。

电子废弃物

与电子设备使用和处置有关的废弃物，如电脑、电视、打印机等。

纤维织网过滤器

见袋滤室。

火炬

填埋场管道收集的甲烷气体的燃烧。

流化床焚化炉

是一种焚烧装置，用能够耐高温的石灰石或沙子来代替传统炉排。高速气流通过加热的炉床使炉床沸腾，形成流化状态。

飞灰

通过大气污染控制系统从焚烧炉的烟气中捕集的高毒性颗粒物。

垃圾

在日常使用中，一般是指废弃物。但是一些城市固体废弃物管理手册将垃圾一词用来表示“食品废物”，虽然这种用法并不普遍。

温室气体

可能造成气候变化的气体，如二氧化碳或甲烷。

地下水

位于地表下的水（称为含水层），是水井和泉水的水源。

危险废弃物

有活性的、有毒、具有腐蚀性，或对生物和/或环境具有危险性的废弃物。很多工业副产品都是危险废弃物。

重金属

对有机生物具有毒性的、具有高原子量和密度的金属，如汞、铅和镉。

家庭危险废弃物

居民使用的对有机生物和/或环境都有毒的产品，如油漆和一些清洁化合物，。

腐殖质

堆肥过程的最终产物，也叫作堆肥。

碳氢化合物 (HC)

含有碳和氢的化学化合物。

焚烧

在控制条件下燃烧固体废弃物的过程，以减少废弃物的重量和体积，一般是为了产生能源。

非正式行业

经济系统的组成部分，其特征是私有的、一般是小规模、劳动力密集型的、很多是未受到监管的和未注册的制造业或服务提供。

无机废弃物

除了含有植物或动物物质之外的废弃物，如砂、尘、玻璃和很多合成物。

固体废弃物综合管理

一套废弃物管理方法的协调使用，每一种方法都能够在总体的城市固体废弃物管理计划中发挥其作用。

国际非政府组织

具有国际化的总部，在世界主要地区都有分支的组织，其目的一般是为发展提供援助。

容器内堆肥

在控制的内部环境、机械搅拌和通风条件下，在封闭的容器或桶内进行堆肥的过程。

流动废物收购者

收购（或交换）可重复使用和可回收利用废物的人。

填埋气体

有机废弃物分解产生的气体，主要是甲烷、二氧化碳和硫化氢。这些气体有可能在填埋场引起爆炸。

填埋

固体废弃物的最终处置，以控制的方式将废弃物永久性地放置在一个特定的场所。

渗滤液

填埋场或堆肥渗出的液体（部分是有机物的分解产生的），含有细菌和其它可能有害的溶解性或悬浮物质。如果不进行控制，渗滤液会污染地下水和地表水体。

渗滤液池

在填埋场建设的、接收渗滤液的储存池。池的设计一般通过固体沉淀或曝气为渗滤液提供一些处理。

分层

在填埋场一个单元中的完整的废弃物压实层。

衬垫层

由土壤和/或合成材料制成的保护层，放置在填埋场底部和侧边，防止或减少渗滤液进入环境的流量。

人工填埋场

大部分工作都不使用机械设备的填埋场。

市场废弃物

主要是在食品市场或其附近丢弃的有机废弃物，如菜叶、皮毛和未售出的食

品。

群体燃烧焚烧炉

焚烧炉的一种，固体废弃物在焚烧前不经过分选或处理。

物质回收

获得能够重复利用或循环使用的物质。

物质回收设施（MRF）

通过手工或机械方式对混合的可循环利用物质进行分离的设施。一些回收设施的设计目的是将可循环利用物质从混合的城市固体废弃物中分离出来。回收设施然后对回收的物质进行捆装和销售。

甲烷

填埋场中城市固体废弃物厌氧分解产生的一种无味、无色、易燃和爆炸性气体，是碳氢化合物。

微型企业

小型企业的同义词：一般是家庭或合作式企业，雇佣的人数一般少于10人，可能以“非正式”方式运营。

混合废弃物

丢弃到废弃物流中的未经过分选的物质。

单体焚烧炉

相对小型的预制固体废弃物燃烧单元。

单一填埋

只用于一类废弃物的填埋场。

MSW

城市固体废弃物。

MSWM

城市固体废物管理。

城市固体废物

一个地区产生的除了工业和农业废弃物以外的全部固体废物。有时还包括建筑垃圾/渣土和可能进入城市废物流的其它特殊废弃物。一般不包括危险废物，除非有一些进入到了城市固体废物流中。有时对城市固体废弃物的定义还包括城市管理机构管理职责范围内的全部固体废物。

城市固体废物管理

城市固体废物处理系统的规划和实施。

NGO

非政府组织。可以用来指从小型社区团体到国内组织机构和国际组织机构的各种组织。这些组织一般都是非盈利性组织。

粪便

人类排泄物。

NIMBY

“不能在我的后院”。居民反对拟建固体废物特定选址的一种表达方式。

硝化过程

通过细菌或化学反应，将污水中的氨氧化成亚硝酸盐，然后再氧化成硝酸盐的过程。

露天堆放场

无计划的“填埋”，几乎没有控制性填埋的特点。一般没有渗滤液控制、没有进场控制、没有覆盖、没有管理，有很多废物捡拾者。

有机废弃物

从技术上来说，有机废弃物是指含碳的废弃物，包括纸、塑料、木材、食品废物和庭院废弃物。在城市固体废物管理中，这一术语的使用更具限制性，用来指更直接地来源于植物或动物而且一般可以被微生物分解的物质。

微粒

细小的液体或固体颗粒，如在空气或气体排放中发现的尘、烟、雾、烟气或烟雾；悬浮在水中的小固体颗粒；它们的大小、形状、密度和电荷数都可能不相同，可以通过混凝或絮凝聚集在一起。

病原体

能够致病的有机体。

拾荒者

见废物捡拾者。

污染

废弃物或其它臭味物质排放对土壤、水或大气环境造成的污染。

消费者使用后的物质

消费者已经完成了使用的物质，可能出售、送出或作为废弃物丢弃。

初级原料

用于生产基本产品的原始材料制造出的商品材料，如木浆、铁矿石和硅砂。

私有化

一个一般性术语，是指将一些来自公共行业的服务或生产供应转移给私有公司或组织机构的一系列合同和其它协议。

加工

使用诸如捆装、磁选、挤压和破碎等工艺，为城市固体废物后来的使用或管理进行准备的过程。这一术语还可以指从混合的城市固体废物中将可循环利用物质分离出来的过程。

生产者责任制

一种体制。在这种体制下，产品生产者或服务提供者要通过减少生产中的材料使用量、制造可修理的或可循环利用的商品和/或减少包装材料，对于产品或

服务销售产生的废弃物，承担更多的责任。

易腐烂物质

容易分解或腐烂的物质。通常用来指快速腐烂的食品废弃物和其它有机废弃物。

高温分解

在无氧条件下，通过加热对物质进行化学分解的过程，产生各种烃类气体和含碳的残余物。

可循环利用物质

能够重新加工成新产品原材料的物品。一般包括纸张、玻璃、铝、瓦楞纸板和塑料容器。

循环利用

将材料转变成生产新产品的原材料的过程，新产品可能与原来的产品相同，也可能不相同。

废弃物

这一术语经常被用来替代固体废物。

垃圾衍生燃料 (RDF)

经过加工过程从城市固体废物中产生的燃料。加工过程可能包括可回收物质和不可燃物质的分离、破碎、体积缩减和造粒。

资源回收

废弃物中物质和能源的提取和利用。

重复使用

以相同用途或新用途，对产品以原始形态不止一次的使用。

废物

固体废弃物的通用术语。有时不包括食品废物和灰烬。

卫生填埋

以满足大多数规范标准的方式，在土地上对固体废物进行处置的一种工程方法，包括合理的选址、充分的场地准备、适当的渗滤液和气体管理和监测、压实、每日和最终的封盖、完善的进场控制和记录保存。

废料

生产活动中丢弃的、可能适用于再加工的材料。

涤气器

焚烧炉中的气体排放控制装置，主要用来控制酸性气体，但是也用来去除某些重金属。

二级原料

从消费者使用后的废弃物中回收的材料，在产品生产过程中用来代替初级原料。

安全填埋

将废弃物与环境进行永久性隔离的处置设施。填埋场必须包括粘土和/或合成材料衬垫层、渗滤液收集、气体收集（在有气体产生的情况下）和防渗覆盖层。

化粪池淤泥

从化粪池（容纳人类排泄物的池子）中清除的污泥。

户外收集容器

放置在户外用来收集居民废弃物的箱子或桶。

污水污泥

在下水道或工业污水沟渠或管道底部或在污水处理池底部沉淀下来的半液体残余物。

场地修复

通过清除被污染的固体或液体或在现场进行处理，对污染场地的处理。

污泥

来自任何一种空气或水处理过程的半固体残余物，可能是危险废物。

源头削减

在材料的设计、生产、获得和重复使用过程中，尽可能减少废弃物产生量和/或毒性。

源头分离

在与其它城市固体废弃物一起收集前，将可堆肥物质和可回收物质单独放置，以便于重复使用、循环利用和堆肥。

特殊废弃物

一般被认为不在常规城市固体废物流之内的废弃物，但是有时会进入城市废物流而且必须由市政当局进行处理。特殊废弃物包括家庭危险废物、医疗废物、建筑垃圾和渣土、战争和地震废弃物、轮胎、油、湿电池、下水道污泥、人类排泄物、丢弃的电器、屠宰废弃物和工业废弃物。

补贴

政府对商业、居民或机关直接或间接的支付，使他们采取政府鼓励的做法。

倾倒费

对在填埋场、转运站、焚烧厂或回收场所倾卸或倾倒废弃物收取的费用。

倾倒场地

机动车辆将城市固体废弃物运送至转运站或焚烧厂的倾卸地点。

转运

将废弃物从收集车辆和个人废物收集者那里移动到更大型运输车辆的行动。

转运点

指定的地点，一般在居民区附近，小型收集车辆从这里将废弃物转移到大型机动车辆，再运送至处置场地。

转运站

将小型收集车辆收集的废弃物进行集中，然后将这些废弃物用大型卡车或其它方式运输到远距离的最终处置场（一般是填埋场），这样的场所称为转运站。

带菌体

携带病原体的有机体。在填埋场，啮齿动物、苍蝇和鸟类是将病原体传播到填埋场地之外的主要带菌体。

蠕虫发酵

见蚯蚓发酵

原始材料

以前从未被使用过的、用于工业生产的基本原料，例如制木浆的树木、铁矿石、原油和矾土。

废弃物特性研究

为了确定废弃物组份，对废物流的抽样分析。

废弃物收集

从居民区、商业或收集点收集废弃物、装入车辆并运送至处理、转运或处置场地的过程。

废弃物收集者

当地管理机构或私人公司雇用的、从居民区、商业和社区垃圾箱收集废弃物的人。

废弃物经销商

废弃物买卖中间人。从废弃物产生者和走街串巷的废品收购者那里购买可回收物质，并在进行分类和一些加工后出售给批发商或循环利用企业。

废弃物产生量

在进行循环利用、堆肥、填埋或焚烧前，进入废物流的材料和产品的重量或

体积。还可能代表特定来源或来源类型的废弃物产生数量。

废弃物管理分级

按照环境或能源效益，对废弃物管理活动进行的分级。废弃物管理分级的目的是使废弃物管理做法尽可能符合环境和经济性要求。

废弃物捡拾者

从可能暂时存放或处置地点的混合废弃物中挑选出可回收物质的人。

废弃物减量

减少最初产生的而且必须由固体废弃物管理机构进行收集的废弃物数量的所有方法，包括从立法和产品设计到为了使可回收物质和可堆肥物质不进入最终废弃物流所设计的地方计划。

废弃物流

来自社区、地区或设施的废弃物总流量。

垃圾能源制造（WTE）厂

使用固体废弃物（经过加工和未经过加工的）生产能源的设施。垃圾能源制造厂包括为地区供热或工业用途生产蒸汽或发电的焚烧炉，还包括将填埋气体转化成电能的设施。

废水

来自单独家庭、社区或商业设施的使用后的水，这些水含有对人类健康和环境有害的溶解性和悬浮物质。在能够安全地排入环境前，需要通过现场的分散式废水处理系统或集中的市政污水系统，对废水进行处理，去除细菌和病原体。家庭废水包括卫生间、洗涤池、淋浴、浴缸、洗衣机、洗碗机排出的液体-固体混合物和其它排水。

地下水位

低于地表的水位，土地被水饱和。

湿地

有规律地湿润或淹没的区域，每年至少有一部分时间水位等于或高于地表。

铺条

狭长的有氧堆肥物质堆，需要定期翻动充氧并控制温度以促进生物降解。

工作面

填埋场堆积废弃物的条状地点的长度和宽度。也称倾卸台。

蚯蚓排泄物

生活在泥土或堆肥堆中的蠕虫消化道所产生的物质。这些物质富含硝酸盐、钾、磷、钙和镁。

蚯蚓堆肥

利用蚯蚓和微生物进行的相对低温的有氧堆肥过程。

参考文献

- Becker, Jasper. *China's Growing Pains*, 国家地理, 2004年3月。
- Cambel, David, 加强城市固体废弃物管理, 国家固体废弃物管理战略, 亚洲开发银行, 2001年9月。
- 中国统计年鉴(2001和2003版), 中国国家统计局, 中国统计出版社, 2001和2003
- Cointreau, Sandra. 固体废弃物管理的经济手段, 2003年8月
- 固体废弃物管理的经济手段: 全球回顾和拉丁美洲和加勒比海的应用*, 2003年8月。泛美开发银行, 环境处可持续发展部门。
- Eng, M., P. Eng, 和Gardy M. Wong, *中国填埋气体经验回顾*, 提交给世界银行环境部门, 2003年11月
- Fung, Shuk-wai, 处理中国的城市固体废弃物, Lund 大学工业环境经济国际学院, 2000年
- Gardner, Gary和Payal Sampat, 对于物质的思考: *重塑材料在我们生活中的作用*, World Watch报告144, 1998年12月。
- Goodman, Peter. *中国成为计算机倾倒场所*。华盛顿邮报, 2003年2月24日
- Hilsenrath, Jon. *Junk Bond: How U.S. Trash Helps Fuel China's Economy*. 华尔街日报, 2003年4月9日
- Hoornweg, Daniel, Laura Thomas, 和Lambert Otten, *焚烧及其在发展中国家的适用性*, 工作报告系列8。世界银行城市发展部门, 华盛顿
- Hoornweg, Daniel和Laura Thomas. *What a Waste: 亚洲固体废弃物管理*。世界银行, 1999年
- 国中咨询公司, *中国的城市固体废弃物管理: 综述*, 提交给世界银行。
- 国际金融组织; *环境、健康和安全的导则*。卫生保健设施。2002年1月。
- Li, Luyuan, *中国电子废弃物的循环利用*, 中国环境系列出版物6, 2003年。

Motovalli, Jim, *零废弃物*, 电子期刊, 2001年3/4月。

ONEEARTH, *It ' s in the Bag*, Utne, 2004年1/2月。

Pottinger, Matt, et. al. *中国增长的隐藏成本：汞迁移*。华尔街日报, 2004年12月17日。

Rand, T., J. Haukohl, Marxen, *城市固体废弃物焚烧；一个成功项目的要求*, 2000年6月。世界银行技术报告No. 462

Recycling the Future, The Built Environment, WWW.SUSTDEV.ORG

T. Rand, J. Haukohl, 和U. Marxen *城市固体废弃物焚烧*, 世界银行工作报告No. 462。 2000年6月

Wagner, Lorie A., *经济-材料流中的材料、稀缺性和环境*, U.S. 地理调查, 2002年2月。

Yardeni, Edward, *China for Investors II: The Games*, Prudential Equity Group Research, 2004年1月。

附件 1 城市固体废弃物的产生（中国超过 75 万人口城市）

城市	省份 或直 辖市	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	城市人口 (千)	城市固体 废弃物 (吨)	城市人口 (千)	城市固体 废弃物 (吨)	城市人口 (千)	城市固体 废弃物 (吨)	
		城市人 口(千)	城市人 口(千)	城市人 口(千)	城市人 口(千)	城市人 口(千)	城市人 口(千)	城市人 口(千)							
东部地区															
鞍山	辽宁	1,453	477,311	1,459	532,535	1,500	602,250	1,592	697,296	1,760	835,247	1,903	972,255	2,015	1,103,041
北京	北京	10,839	3,560,612	10,849	3,959,885	11,099	4,456,249	11,671	5,111,898	12,905	6,123,223	13,948	7,127,632	14,770	8,086,425
本溪	辽宁	957	314,375	967	352,955	1,000	401,500	1,065	466,470	1,178	558,755	1,273	650,409	1,348	737,901
常州	江苏	886	291,051	976	356,240	1,082	434,423	1,202	526,476	1,329	630,633	1,437	734,077	1,521	832,824
大连	辽宁	2,628	863,298	2,709	988,785	2,843	1,141,465	3,048	1,335,024	3,370	1,599,142	3,643	1,861,453	3,857	2,111,852
东莞	广东	1,319	433,292	1,150	419,750	1,179	473,369	1,250	547,500	1,382	655,816	1,494	763,391	1,582	866,081
抚顺	辽宁	1,413	464,171	1,425	520,125	1,471	590,607	1,565	685,470	1,730	821,082	1,870	955,766	1,981	1,084,333
阜新	辽宁	785	257,873	807	294,555	846	339,669	910	398,580	1,006	477,434	1,088	555,749	1,152	630,507
福州	福建	1,397	458,915	1,398	510,270	1,434	575,751	1,519	665,322	1,680	796,948	1,815	927,673	1,922	1,052,462
广州	广东	3,893	1,278,851	3,881	1,416,565	3,973	1,595,160	4,192	1,836,096	4,635	2,199,344	5,010	2,560,109	5,305	2,904,489
邯郸	河北	1,996	655,686	2,120	773,800	2,279	915,019	2,418	1,059,084	2,674	1,268,610	2,890	1,476,704	3,060	1,675,347
杭州	浙江	1,780	584,730	1,955	713,575	2,159	866,839	2,388	1,045,944	2,640	1,252,871	2,854	1,458,383	3,022	1,654,561
菏泽	山东	1,600	525,600	1,847	674,155	2,123	852,385	2,406	1,053,828	2,660	1,262,315	2,875	1,469,376	3,045	1,667,033
淮安	江苏	1,232	404,712	1,297	473,405	1,385	556,078	1,504	658,752	1,663	789,078	1,797	918,512	1,903	1,042,069
湖州	浙江	1,077	353,795	1,102	402,230	1,152	462,528	1,235	540,930	1,366	647,946	1,476	754,231	1,563	855,688
嘉兴	浙江	791	259,844	817	298,205	861	345,692	928	406,464	1,026	486,878	1,109	566,742	1,174	642,979
济南	山东	2,568	843,588	2,654	968,710	2,791	1,120,587	2,996	1,312,248	3,313	1,571,860	3,581	1,829,696	3,791	2,075,823
锦州	辽宁	834	273,969	888	324,120	958	384,637	1,047	458,586	1,158	549,311	1,251	639,417	1,325	725,429
鸡西	辽宁	949	311,747	1,012	369,380	1,092	438,438	1,194	522,972	1,320	626,435	1,427	729,191	1,511	827,281

城市	省份 或直 辖市	2000		2005		2010		2015		2020		2025		2030	
		城市人 口(千)	城市固体 废弃物 (吨)	城市人 口(千)	城市固体废 弃物(吨)	城市人口 (千)	城市固体废 弃物(吨)	城市人口 (千)	城市固体废 弃物(吨)	城市人口 (千)	城市固体废 弃物(吨)	城市人口 (千)	城市固体废 弃物(吨)	城市人口 (千)	城市固体 废弃物 (吨)
临清	山东	891	292,694	1,009	368,285	1,143	458,915	1,286	563,268	1,422	674,703	1,537	785,377	1,627	891,024
临沂	山东	2,498	820,593	2,992	1,092,080	3,540	1,421,310	4,076	1,785,288	4,507	2,138,485	4,871	2,489,266	5,158	2,824,117
南京	江苏	2,740	900,090	2,806	1,024,190	2,931	1,176,797	3,132	1,371,816	3,463	1,643,213	3,743	1,912,753	3,964	2,170,053
宁波	浙江	1,173	385,331	1,188	433,620	1,231	494,247	1,313	575,094	1,452	688,869	1,569	801,866	1,662	909,732
青岛	山东	2,316	760,806	2,431	887,315	2,589	1,039,484	2,801	1,226,838	3,097	1,469,552	3,348	1,710,607	3,545	1,940,714
上海	上海	12,887	4,233,380	12,665	4,622,725	12,944	5,197,016	13,598	5,955,924	15,035	7,134,229	16,251	8,304,476	17,208	9,421,576
汕头	广东	1,176	386,316	1,356	494,940	1,558	625,537	1,767	773,946	1,954	927,061	2,112	1,079,130	2,236	1,224,292
沈阳	辽宁	4,828	1,585,998	4,916	1,794,340	5,105	2,049,658	5,429	2,377,902	6,003	2,848,340	6,488	3,315,561	6,870	3,761,563
深圳	广东	1,131	371,534	1,285	469,025	1,460	586,190	1,645	720,510	1,819	863,054	1,966	1,004,623	2,082	1,139,763
石家庄	河北	1,603	526,586	1,733	632,545	1,890	758,835	2,076	909,288	2,295	1,089,179	2,481	1,267,840	2,627	1,438,387
宿迁	江苏	1,189	390,587	1,258	459,170	1,350	542,025	1,470	643,860	1,625	771,240	1,757	897,748	1,860	1,018,511
苏州	江苏	1,183	388,616	1,376	502,240	1,592	639,188	1,813	794,094	2,005	951,196	2,167	1,107,223	2,294	1,256,164
泰安	山东	1,503	493,736	1,550	565,750	1,628	653,642	1,749	766,062	1,934	917,618	2,090	1,068,137	2,213	1,211,821
唐山	河北	1,671	548,924	1,773	647,145	1,905	764,858	2,074	908,412	2,293	1,088,130	2,479	1,266,619	2,625	1,437,002
天津	天津	9,156	3,007,746	9,346	3,411,290	9,716	3,900,974	10,319	4,519,722	11,410	5,413,892	12,333	6,301,948	13,059	7,149,672
潍坊	山东	1,287	422,780	1,360	496,400	1,458	585,387	1,586	694,668	1,754	832,099	1,895	968,591	2,007	1,098,884
温州	浙江	1,269	416,867	1,475	538,375	1,705	684,558	1,940	849,720	2,145	1,017,826	2,319	1,184,783	2,455	1,344,158
无锡	江苏	1,127	370,220	1,192	435,080	1,278	513,117	1,391	609,258	1,538	729,792	1,662	849,502	1,760	963,775
萧山	浙江	1,124	369,234	1,130	412,450	1,164	467,346	1,236	541,368	1,367	648,471	1,477	754,841	1,564	856,381
兴化	江苏	1,556	511,146	1,587	579,255	1,652	663,278	1,766	773,508	1,953	926,537	2,111	1,078,519	2,235	1,223,599
邢台	河北	1,325	435,263	1,334	486,910	1,375	552,063	1,461	639,918	1,615	766,518	1,746	892,252	1,849	1,012,276
新沂	江苏	973	319,631	1,022	373,030	1,089	437,234	1,182	517,716	1,307	620,140	1,413	721,863	1,496	818,966

城市	省份 或直 辖市	2000		2005		2010		2015		2020		2025		2030	
		城市人 口(千)	城市固体 废弃物 (吨)	城市人 口(千)	城市固体废 弃物(吨)	城市人口 (千)	城市固体废 弃物(吨)	城市人口 (千)	城市固体废 弃物(吨)	城市人口 (千)	城市固体废 弃物(吨)	城市人口 (千)	城市固体废 弃物(吨)	城市人口 (千)	城市固体 废弃物 (吨)
新余	广东	808	265,428	932	340,180	1,071	430,007	1,216	532,608	1,345	637,978	1,453	742,627	1,539	842,524
徐州	江苏	1,636	537,426	1,901	693,865	2,197	882,096	2,497	1,093,686	2,761	1,310,058	2,984	1,524,951	3,160	1,730,083
盐城	江苏	1,562	513,117	1,678	612,470	1,823	731,935	1,997	874,686	2,208	1,047,732	2,387	1,219,594	2,527	1,383,651
宜兴	江苏	1,108	363,978	1,129	412,085	1,177	472,566	1,259	551,442	1,392	660,538	1,505	768,888	1,593	872,317
余姚	浙江	848	278,568	876	319,740	923	370,585	995	435,810	1,100	522,030	1,189	607,660	1,259	689,400
枣庄	山东	2,048	672,768	2,189	798,985	2,365	949,548	2,582	1,130,916	2,855	1,354,653	3,086	1,576,861	3,268	1,788,977
张家口	河北	880	289,080	973	355,145	1,082	434,423	1,204	527,352	1,331	631,682	1,439	735,299	1,524	834,209
张家港	江苏	886	291,051	936	341,640	1,004	403,106	1,094	479,172	1,210	573,970	1,307	668,120	1,384	757,994
湛江	广东	1,368	449,388	1,562	570,130	1,780	714,670	2,008	879,504	2,220	1,053,503	2,400	1,226,312	2,541	1,391,273
淄博	山东	2,675	878,738	2,775	1,012,875	2,928	1,175,592	3,148	1,378,824	3,481	1,651,607	3,762	1,922,525	3,984	2,181,138
小计		106,822	35,091,027	111,048	40,532,520	117,880	47,328,820	127,240	55,731,120	140,689	66,756,821	152,069	77,707,131	161,023	88,160,120
中部地区															
长春	吉林	3,093	1,016,051	3,673	1,340,645	4,315	1,732,473	4,944	2,165,472	5,467	2,593,883	5,909	3,019,365	6,257	3,425,524
常德	湖南	1,374	451,359	1,483	541,295	1,615	648,423	1,774	777,012	1,962	930,734	2,120	1,083,405	2,245	1,229,142
长沙	湖南	1,775	583,088	2,051	748,615	2,359	947,139	2,674	1,171,212	2,957	1,402,922	3,196	1,633,047	3,384	1,852,721
大庆	黑龙江	1,076	353,466	1,117	407,705	1,181	474,172	1,275	558,450	1,410	668,932	1,524	778,659	1,614	883,403
大同	山西	1,165	382,703	1,112	405,880	1,141	458,112	1,210	529,980	1,338	634,830	1,446	738,963	1,531	838,366
扶余	吉林	1,025	336,713	1,068	389,820	1,131	454,097	1,223	535,674	1,352	641,650	1,462	746,902	1,548	847,374
哈尔滨	黑龙江	2,928	961,848	2,898	1,057,770	2,968	1,191,652	3,135	1,373,130	3,466	1,644,786	3,747	1,914,585	3,967	2,172,131
合肥	安徽	1,242	407,997	1,320	481,800	1,421	570,532	1,550	678,900	1,714	813,212	1,852	946,605	1,962	1,073,940
衡阳	湖南	799	262,472	853	311,345	921	369,782	1,008	441,504	1,115	528,850	1,205	615,599	1,276	698,408
淮北	安徽	814	267,399	946	345,290	1,094	439,241	1,246	545,748	1,378	653,717	1,489	760,948	1,577	863,310

城市	省份 或直 辖市	2000		2005		2010		2015		2020		2025		2030	
		城市人 口(千)	城市固体 废弃物 (吨)	城市人 口(千)	城市固体废 弃物(吨)	城市人口 (千)	城市固体废 弃物(吨)	城市人口 (千)	城市固体废 弃物(吨)	城市人口 (千)	城市固体废 弃物(吨)	城市人口 (千)	城市固体废 弃物(吨)	城市人口 (千)	城市固体 废弃物 (吨)
淮南	安徽	1,354	444,789	1,422	519,030	1,515	608,273	1,643	719,634	1,817	862,005	1,964	1,003,402	2,079	1,138,377
浑江	吉林	772	253,602	798	291,270	841	337,662	907	397,266	1,003	475,860	1,084	553,917	1,148	628,428
佳木斯	黑龙江	874	287,109	1,006	367,190	1,155	463,733	1,311	574,218	1,450	687,820	1,567	800,645	1,659	908,346
吉林	吉林	1,435	471,398	1,496	546,040	1,585	636,378	1,712	749,856	1,893	898,206	2,046	1,045,541	2,167	1,186,185
荆门	湖北	1,153	378,761	1,228	448,220	1,324	531,586	1,445	632,910	1,598	758,123	1,727	882,480	1,829	1,001,190
开封	河南	769	252,617	810	295,650	866	347,699	942	412,596	1,042	494,223	1,126	575,292	1,192	652,679
六安	安徽	1,818	597,213	2,015	735,475	2,242	900,163	2,491	1,091,058	2,754	1,306,910	2,977	1,521,286	3,152	1,725,926
洛阳	河南	1,451	476,654	1,594	581,810	1,762	707,443	1,951	854,538	2,157	1,023,598	2,332	1,191,501	2,469	1,351,779
牡丹江	黑龙江	801	263,129	827	301,855	871	349,707	939	411,282	1,038	492,649	1,122	573,460	1,188	650,600
南昌	江西	1,722	565,677	2,012	734,380	2,335	937,503	2,661	1,165,518	2,942	1,396,101	3,180	1,625,107	3,368	1,843,713
萍乡	江西	1,502	493,407	1,562	570,130	1,653	663,680	1,783	780,954	1,971	935,456	2,131	1,088,901	2,256	1,235,378
齐齐哈尔	黑龙江	1,435	471,398	1,452	529,980	1,503	603,455	1,601	701,238	1,770	839,969	1,913	977,752	2,026	1,109,277
太原	山西	2,415	793,328	2,516	918,340	2,664	1,069,596	2,871	1,257,498	3,174	1,506,278	3,431	1,753,357	3,633	1,989,215
天门	湖北	1,779	584,402	1,948	711,020	2,146	861,619	2,371	1,038,498	2,622	1,243,952	2,834	1,448,001	3,001	1,642,782
通辽	吉林	785	257,873	847	309,155	924	370,986	1,017	445,446	1,124	533,572	1,215	621,095	1,287	704,644
武汉	湖北	5,169	1,698,017	6,003	2,191,095	6,923	2,779,585	7,833	3,430,854	8,661	4,109,605	9,361	4,783,715	9,913	5,427,210
湘乡	湖南	908	298,278	936	341,640	985	395,478	1,061	464,718	1,173	556,657	1,268	647,967	1,343	735,130
仙桃	湖北	1,614	530,199	1,758	641,670	1,929	774,494	2,126	931,188	2,351	1,115,412	2,541	1,298,376	2,690	1,473,031
宣州	安徽	823	270,356	851	310,615	898	360,547	968	423,984	1,070	507,864	1,157	591,170	1,225	670,693
伊春	吉林	904	296,964	916	334,340	949	381,024	1,012	443,256	1,119	530,949	1,209	618,042	1,281	701,179
宜春	江西	871	286,124	890	324,850	928	372,592	994	435,372	1,099	521,505	1,188	607,049	1,258	688,708
益阳	湖南	1,343	441,176	1,510	551,150	1,700	682,550	1,904	833,952	2,105	998,939	2,276	1,162,798	2,410	1,319,215

城市	省份 或直 辖市	2000		2005		2010		2015		2020		2025		2030	
		城市人 口(千)	城市固体 废弃物 (吨)	城市人 口(千)	城市固体废 弃物(吨)	城市人口 (千)	城市固体废 弃物(吨)	城市人口 (千)	城市固体废 弃物(吨)	城市人口 (千)	城市固体废 弃物(吨)	城市人口 (千)	城市固体废 弃物(吨)	城市人口 (千)	城市固体 废弃物 (吨)
永州	湖南	1,097	360,365	1,182	431,430	1,287	516,731	1,413	618,894	1,562	741,334	1,689	862,938	1,788	979,018
岳阳	湖南	1,213	398,471	1,286	469,390	1,383	555,275	1,507	660,066	1,666	790,652	1,801	920,345	1,907	1,044,147
豫州	河南	1,173	385,331	1,226	447,490	1,303	523,155	1,411	618,018	1,560	740,285	1,686	861,716	1,786	977,632
枣阳	湖北	1,121	368,249	1,210	441,650	1,319	529,579	1,450	635,100	1,603	760,747	1,733	885,534	1,835	1,004,654
照东	黑龙江	851	279,554	879	320,835	926	371,789	998	437,124	1,103	523,603	1,193	609,492	1,263	691,479
郑州	河南	2,070	679,995	2,250	821,250	2,464	989,296	2,711	1,187,418	2,998	1,422,334	3,240	1,655,643	3,431	1,878,357
	小计	54,513	17,907,521	58,951	21,517,115	64,526	25,907,189	71,072	31,129,536	78,584	37,288,123	84,941	43,404,599	89,942	49,243,289
西部地区															
安顺	贵州	489	160,637	864	315,360	954	383,031	1,057	462,966	1,169	554,558	1,263	645,524	1,338	732,358
包头	内蒙古	1,319	433,292	1,367	498,955	1,442	578,963	1,554	680,652	1,718	815,310	1,857	949,048	1,967	1,076,712
成都	四川	3,294	1,082,079	3,478	1,269,470	3,720	1,493,580	4,030	1,765,140	4,456	2,114,351	4,816	2,461,174	5,100	2,792,245
赤峰	内蒙古	1,087	357,080	1,140	416,100	1,215	487,823	1,318	577,284	1,457	691,492	1,575	804,920	1,668	913,196
重庆	重庆	4,900	1,609,650	5,695	2,078,675	6,572	2,638,658	7,440	3,258,720	8,226	3,903,417	8,892	4,543,705	9,415	5,154,914
贵阳	贵州	2,533	832,091	3,124	1,140,260	3,784	1,519,276	4,418	1,935,084	4,885	2,317,916	5,280	2,698,130	5,591	3,061,077
呼和浩特	内蒙古	978	321,273	998	364,270	1,040	417,560	1,114	487,932	1,232	584,463	1,331	680,334	1,410	771,851
集宁	内蒙古	1,019	334,742	1,101	401,865	1,203	483,005	1,323	579,474	1,463	694,116	1,581	807,973	1,674	916,660
昆明	云南	1,701	558,779	1,748	638,020	1,830	734,745	1,962	859,356	2,169	1,029,369	2,345	1,198,219	2,483	1,359,401
兰州	甘肃	1,730	568,305	1,788	652,620	1,882	755,623	2,024	886,512	2,238	1,061,897	2,419	1,236,083	2,561	1,402,358
乐山	四川	1,137	373,505	1,172	427,780	1,231	494,247	1,324	579,912	1,464	694,640	1,582	808,584	1,676	917,353
六盘水	贵州	2,023	664,556	2,118	773,070	2,252	904,178	2,435	1,066,530	2,692	1,277,530	2,910	1,487,086	3,082	1,687,126
绵阳	四川	1,065	349,853	1,174	428,510	1,302	522,753	1,446	633,348	1,599	758,648	1,728	883,091	1,830	1,001,883
内江	四川	1,393	457,601	1,449	528,885	1,532	615,098	1,653	724,014	1,828	867,251	1,976	1,009,509	2,092	1,145,306

城市	省份 或直 辖市	2000		2005		2010		2015		2020		2025		2030	
		城市人 口(千)	城市固体 废弃物 (吨)	城市人 口(千)	城市固体废 弃物(吨)	城市人口 (千)	城市固体废 弃物(吨)	城市人口 (千)	城市固体废 弃物(吨)	城市人口 (千)	城市固体废 弃物(吨)	城市人口 (千)	城市固体废 弃物(吨)	城市人口 (千)	城市固体 废弃物 (吨)
绥宁	四川	1,428	469,098	1,520	554,800	1,639	658,059	1,788	783,144	1,977	938,079	2,137	1,091,955	2,263	1,238,842
天水	甘肃	1,187	389,930	1,269	463,185	1,372	550,858	1,501	657,438	1,660	787,504	1,794	916,680	1,900	1,039,990
万县	重庆	1,759	577,832	1,963	716,495	2,195	881,293	2,447	1,071,786	2,706	1,283,825	2,924	1,494,415	3,097	1,695,440
乌鲁木齐	新疆	1,415	464,828	1,562	570,130	1,733	695,800	1,924	842,712	2,127	1,009,432	2,299	1,175,012	2,435	1,333,072
西安	陕西	3,123	1,025,906	3,257	1,188,805	3,448	1,384,372	3,714	1,626,732	4,107	1,948,560	4,439	2,268,188	4,700	2,573,300
咸阳	陕西	896	294,336	988	360,620	1,096	440,044	1,218	533,484	1,347	639,027	1,456	743,849	1,541	843,909
玉林	广西	1,558	511,803	1,691	617,215	1,850	742,775	2,037	892,206	2,252	1,068,718	2,434	1,244,023	2,578	1,411,366
自贡	四川	1,072	352,152	1,123	409,895	1,195	479,793	1,295	567,210	1,432	679,425	1,548	790,873	1,639	897,260
	小计	37,106	12,189,321	40,589	14,814,985	44,487	17,861,531	49,022	21,471,636	54,203	25,719,529	58,588	29,938,376	62,038	33,965,619

2000-2015年城市人口数据由联合国（2002年）提供，假设以5年的城市增长率来估算2020年到2030年之间的城市人口

来源：Laura Thomas, Su Liu和Wit Siemieniuk, AMEC地球与环境国际公司

附件 2 亚洲开发银行报告：

加强城市固体废物管理 摘要

亚洲开发银行于 2001 年 9 月编写了上述报告。下面是对强调的关键政策建议的简要概括。

当前在中国对城市固体废弃物的定义为：

“家庭产生的所有废弃物，也称为‘生活垃圾’，另外，还包括从商店、机关、企业、医院（一些从事治疗）收集的与家庭废弃物性质类似的废弃物，以及由当地小型商业和工业企业所产生的所有废弃物。”

废弃物管理分级 - 从长远观点来看，先进的技术将会扩大废弃物管理的使用和提供更广范围的废弃物管理方案。那些在废弃物管理分级中级别较高的方案证明了人们对废弃物减量以及对占废弃物总量比例日益增多的材料重复利用越来越重视。

改革需求

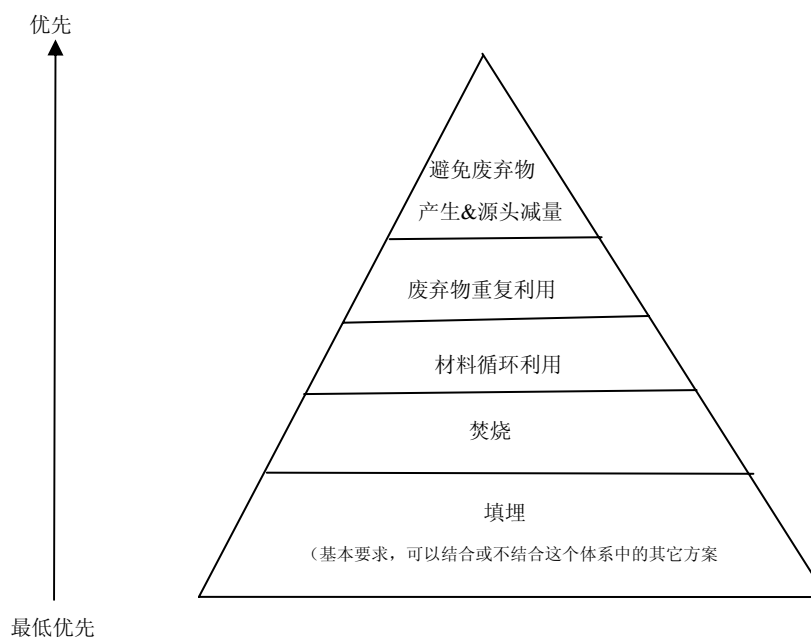
中国废弃物管理服务传统上是通过集中计划经济模式进行管理的。为了达到更高效率和更高标准，废弃物管理服务的规划和提供必须遵循社会主义市场经济原则逐步完善，要求逐步地对在城市一级的管理和运行之间的关系进行改革。

功能与职责：国家部委

随着专业固体废物管理人员的增多和逐步将国家级部委的职能转移和合并到建设部或国家环保总局，各级政府的机构职能和责任必须加以澄清。建设部是主要的非监管国家级部门，负责固体废物管理的活动与政策。然而，国家部门的功能应当合并到一个独立单位。

建设部提出了一个短期计划——成立一个涉及固体废物管理主要部委的废弃物管理论坛，包括国家发改委(SDPC)、财政部(MOF)、SEPA 和 SETC。通过这个论坛，各部委之间可以讨论关键问题和项目，并进行交流。

图 A2.1



功能与职责：省政府

在城市和城镇管理区域中起领导作用的省政府，必须保证国家法律得以实施，支持废弃物管理服务的持续发展，提供专业和技术支持，并鼓励采用适当的系统和技术。市政府应该提供稳定的、具有吸引力的投资环境及减少市场风险。

功能与职责：市政府

改革应该侧重于地方的行政管理，保证由一个单独的机构负责所有的固体废物管理服务的责任和义务。对市政府和区政府的管理职能和经营及服务职能必须有明确的法律界限。废弃物管理应该逐步市场化，逐步减少当地政府部门的管理人员，将他们转置到新的公司中就业。

环保局

国家环保总局（SEPA）应该集中管理设施/执业，执照，监测和法律实施等职能，指导并在财务上控制其管辖的地方环保局。

市场化

这个战略的主要目标是通过有序的改革过程，逐步向市场开放废弃物管理的

服务，以支持该业务广泛的市场化。

了解现状成本

作为市场化的第一步，市政府充分了解行业的现状成本是非常重要的；应该对废弃物管理业务的各项内容进行独立的成本审计；确定构成管理和运营成本的所有内容，包括道路清扫，废弃物的一次收集，转运至收集点，二次收集和运输，处理和处置。

管理和运营分离

市场化的步骤应该涉及：1) 运营部门与现有的环卫局和市政府就所提供的服务签订合同；2) 代表市政府和区政府的管理单位与市容管理局或环卫局下属的运营单位（现在是）在法律上的分离。运营单位应该最终成为完全私营化的公司。建设部将准备制订条例和指南，指导市政府进行上述改革。

服务协议与合同

环卫局的废弃物管理部门应该拟定市容环卫局下属的运营部门与外部服务商之间的服务合同。他们还应该为将管理职能从区政府中分离出来提供建议。

图 A2.2: 建议的远期固体废弃物管理机构组织形式（到 2010 年）

付款担保

市政府必须提供令人满意的付款担保，建立列有付款条件和支付时间表的合同文件，建立市场化废弃物管理服务的付款程序。

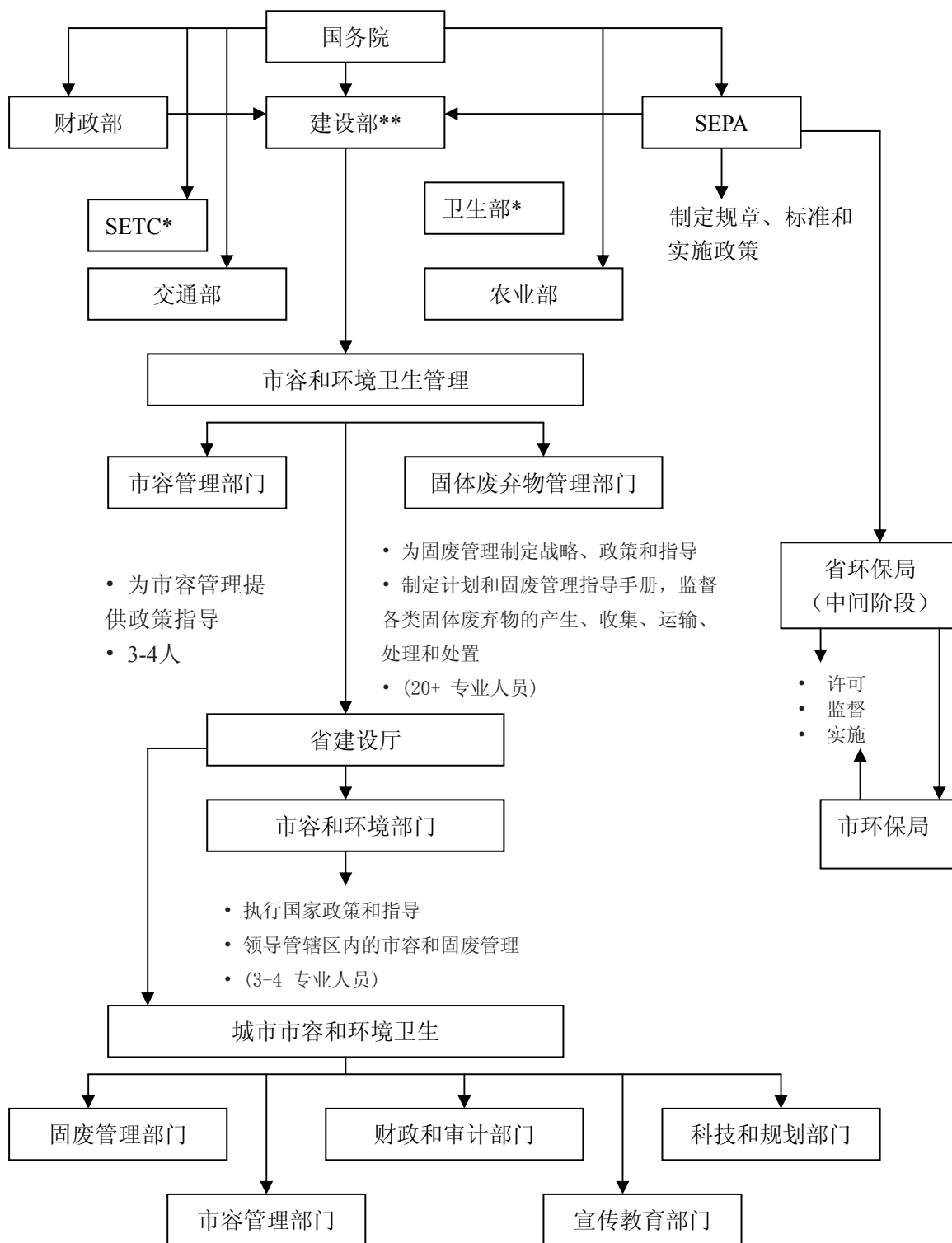
公平、公开竞争

地方政府应当规范市场化服务，确保公平、公开竞争。这对未来的废弃物管理服务的运营是非常重要的。所有废弃物管理服务的采购必须遵循新的标准，此标准是中国加入世贸组织开放市场服务后产生的新标准。

固体废弃物管理行业发展

推动废弃物管理行业市场，促进其发展是一个主要目标。市政府必须提供一个稳定的投资环境以减少市场风险和吸引新成员。

图A2. 2： 建议的固体废弃物管理长期（到2010年）机构结构



注：

* 目前固体废弃物管理的职能和职责直接由建设部固废管理部门承担。

** 虽然建设部是长期负责固体废弃物管理的部位（在国家环保总局的职能之外），但是咨询公司建议建设部的所有废弃物管理职能和职责都由一个单一的单独机构承担。

地方政府能力

地方政府应当致力于拓展方案、建立和监督承包服务，征收服务费用，以及引导和规范市场。

优惠政策

市政府将实施优惠政策以吸引废弃物管理行业的发展，例如市场准入的财政激励，降低风险和基础设施融资。

公共私营合作

在运营废弃物管理服务方面，中国的政策是支持公共私营合作制框架内的各种所有制和融资形式，支持资产渐进转移，利润分享以及建立合资公司等方案。

考虑社会影响

国家和地方政府都必须对社会影响予以重视，并根据政府政策解决社会影响。如果改革因为降低政府就业水平而导致失业，那么政府当局就应该按照标准和协商的协议分派解雇费，并对失业人员进行再就业培训。

可持续融资

在全中国，废弃物管理设施的开发需要巨大投资。市政府应当在他们财政管理计划中加强可持续性观念，寻找创新的融资渠道以及支持平衡支出的政府政策。

真实成本会计

市政府和区政府应对废弃物管理服务采用真实成本会计系统。账目明细应当区分年投资成本和年运营成本，对废弃物管理服务的各级成本中心进行分离。

远期财务规划

将来的固体废弃物管理部门应当准备包括如下内容的远期财务规划：投资和经常性开支、预测的年度资本投资费用和运营维护费用、收入的来源和数额，包括需要的政府补贴和从废弃物产生者收取的费用。财务计划必须纳入并确定所建

议的未来开发对废弃物管理服务的支付能力。

经济分析

废弃物管理计划应包括对各种收集，处理和处置方案的经济分析，并保证有一个综合性方案，能够同时体现服务成本的最佳价值和可以接受的环境保护水平。经济分析应包括：资本的平衡估算，各种方案的运营和维护成本，包括运输成本和不同处理方案的成本，风险分析，社会成本和敏感性分析。

经济效益

在改进废弃物管理的发展计划中应该提出该提供服务的全部直接成本，增加的边际成本，从废弃物管理优化和废弃物减量措施中得到的效益。

意愿和不确定

财务计划中还应该包括对改善废弃物管理服务的支付意愿及能力的评估，废弃物产生者对建议的收费标准接受程度的评估，以及收费收入对支持服务改善的评估等。

成本回收

引进废弃物管理服务费是实现“污染者付费”原则的关键内容，也是为今后市场化服务提供政府资金和服务收费的本质基础。市政府应该保证服务费的收入直接进入环卫局的固体废弃物管理部门并专项用于支持这些服务。家庭收费标准应统一，只有那些接受社会救助的家庭才可以免除收费。收费应该通过与服务提供者的直接合同关系来制定。

未来的成本回收机制

全成本回收包括所提供服务的各个方面的所有投资成本、运营成本和终止成本。中央政府应继续研究制定政策，为各市政府引进服务收费提供各种方案。

拓宽投资渠道

市政府应寻找所有可能的投融资渠道，包括：国债，商业银行，开发，私营部门，股票市场，环境基金，环境彩票等。

编制计划

废弃物综合管理方案

环卫局的固体废弃物管理部门应负责制定 10-20 年的废弃物管理方案，包括对相关的技术、财务、环境和社会等方面进行平衡分析。这些方案还应考虑到废弃物管理服务的所有阶段，并指明在源头进行废弃物减量的各种方法。

城市间的合作

废弃物管理方案应考虑城市之间和城区之间的合作机会和效益。

废弃物资料

固体废弃物管理部门必须负责收集和管理可靠的、高质量的废弃物数量、组成成分和其它特性的数据资料，并在固体废弃物管理方案中公布。这些数据应作为选择适宜的废弃物收集、处理和处置设备和方案的基础。

废弃物管理分级

在保持以最低的专业人员和财务资源标准实现可接受的最低环境标准的同时，还必须按照地方要求逐步提高废弃物处理和处置标准。超过这些标准的服务适用于经济较发达的地区。

最实用的环境方案

应在每个废弃物管理方案中确定“最实用的环境方案（BPEO）”，包括评估推荐的废弃物管理技术和方法，评估整个废弃物流处理中技术成本、财务成本、环境成本和社会成本等方面。

废弃物设施许可证

许可证要包括与城市规划和环境评价审批有关的所有问题，以及那些以开发项目技术和财务可行性及详细的文件记录为依据的内容。还需要制定具体的设施条例，充分描述在设施整个使用寿命期内的设计、施工、运行、监测和关闭等各个方面的问题。

服务的享用权

不断的城市化进程将带来新的需求，使城市必须扩大废弃物收集范围，并新建/扩建废弃物处理和处置服务设施。所有的城市居民都应该有权享用固体废弃物管理服务。

对社会贫困人群的影响

废弃物管理方案必须通过纳入推荐方案，加强将来无力支付收费的弱势个人与群体的生计和就业机会，解决对贫困人群的潜在影响。

小城镇

该战略认识到小城镇在实施有效的废弃物管理方面所面临的挑战，并推荐适用的低成本技术方案。政府应设法确定支持共享专业技能，为这些小城镇提供援助以满足废弃物管理服务的最低标准。

垃圾倾倒地关闭和修复

必须对所有的垃圾倾倒地进行详细调查，调查它们的污染风险和可能的修复需要。固体废弃物管理方案必须包括技术和环境评估，以及垃圾倾倒地关闭和修复的财务和实施计划。

其它废弃物的管理

市政府应该对其管辖区域产生的所有非城市固体废弃物的管理进行规划。当地政府必须对所有其它固体废弃物收集、处理和处置做出安排。

应急预案

市政府的固体废弃物管理部门必须对一些紧急情况（如自然灾害和正常的废弃物管理服务临界压力时期）做好准备，在其废弃物管理方案中建立和纳入应急反应系统。

技术和服务

卫生填埋

填埋场是所有废弃物管理系统的一个重要组成部分，必须是市政府的第一优先开发方案，使得具有充分设计、施工和管理的卫生填埋场能够为中国的所有城

市居民提供服务。

废弃物管理设施

市政府环卫局的固体废物管理部门应该考虑将填埋与其它处理形式相结合，建立综合性的废弃物处理和处置设施。

废弃物处理技术

必须证明开发的废弃物处理技术在技术和财务上是可持续的。确保废弃物有足够的热值以保证有效的焚烧、确保废弃物的质量足以保证有效的堆肥，并保证最终的堆肥产品有足够的市场，都是十分必要的。

开发全国性的技术

由政府继续支持中国的废弃物管理技术的开发和制造。技术开发的主要领域有：卫生填埋、焚烧和专用运输车辆和设备，以及适合中国条件的其它技术。

技术转移

在废弃物管理服务的各个方面，中国都希望与其他国家进行适宜的技术和经验交流。

收集服务的机械化和效率

废弃物收集占城市固体废物管理经常支出的比例最大，因此，应该更加重视提高收集系统的效率和能力，重点内容包括：使用容器化的废弃物存放系统，收集系统逐步机械化，以及发展多城区转运站等。

发展再生工业

中国支持引入废弃物再生和利用，因为废弃物的再生和利用能够为环境和经济带来巨大效益。地方政府应该支持再生产业和市场开发，按照适宜的环境规章，对各种活动和系统进行规范化。

综合的再生系统

发达的城市应该考虑正规化的再生和利用系统，该系统应纳入到所有其它城市固体废物管理系统中。应该引入废弃物源头分类做法，同时也引进集中化的

大型材料回收和再加工设施。应该依照废弃物处理设施的类型或可用的设施来对废弃物进行分类。

环境监测

所有新建的垃圾填埋场都应包括环境监测设备，至少可以监测地下水和地表水的水质；渗滤液的产生和填埋气体。应当在靠近填埋场边界的地方监测填埋气体是否存在。垃圾填埋场渗滤液的控制和处理也是重要的条件，为保证持续有效也必须定期监测。

非法倾倒

所有废弃物产生者负有法律义务保证仅在授权的城市废弃物管理设施进行废弃物的处理和处置。非法倾倒废弃物将被处以高额罚款。

危险废弃物

当没有私营企业进行危险废弃物管理时，地方政府和地区政府必须相互协调提供这项服务。必须修建可以负担的处理设施，并由专业的危险废弃物管理机构负责运行。

卫生保健废弃物

市政府应当保证对卫生保健废弃物的管理建立有效的计划和实施，尤其是临床的和有传染性的废弃物。所有医疗机构都有义务保证对它们的废弃物进行适当管理。市政府应该考虑发展集中焚烧炉来处理由医院、诊所和其它废弃物产生者产生的卫生保健废弃物。

现有法规框架的执行

代表市政府的环卫局固体废物管理部门应该保证所有的国家级法规通过地方法规进行置换，保证国务院 1992 年颁布的《城市市容和环境卫生管理规定》得到有效实施。

法规的统一和标准化

国家级废弃物管理的法规将由建设部和国家环保总局共同合作逐步建立。法

规将综合考虑投资、运营和市场化服务的回报，以及标准化的合同签订程序等方面。

指导

国家环保总局将加强废弃物管理立法的指导性文件，这些文件将包括为省政府和市政府在未来废弃物管理可持续性发展方面提供指导。在建设部职权下的所有废弃物收集、处理和处置的最佳做法方案都需要得到指导。

执行

执行较高的运行标准和现行法律是一个关键问题。从远期看，这涉及到完善法律，支持逐步将环保局的管理和执行职能与财务控制相分离，财务控制目前是由市政府负责，建议将来转成由国家环保总局负责。

颁发执照

除了颁发其它规划许可证和授权外，还必须颁发执照。没有执照任何设施和活动都不能开始进行。经过正规的咨询和批准，当地的废弃物管理部门将由当地环保局颁发执照。

研究

改善和加强研究

鼓励研究机构加强和多样化他们的收入来源，专注于关键领域的研究。对于必须在战略阶段得到改善的信息需求，国家政府将提供财政支持。

技术研究和开发

政府支持研究和开发国内技术，用于废弃物的收集、运输、处理和处置，以满足高运行效率标准和排放标准。

试验项目

试验项目是在广泛应用之前检验新构想的一个重要方法。建设部将支持适当的试验项目，并将成功的信息和经验加以推广。

数据资料

数据资料和报告

环卫局和环保局的固体废弃物管理部门代表市政府，将负责维护每年的数据资料，这些数据资料包括所有类型废弃物的种类，数量和组成。

培训

专业培训

建设部将发布法规并为管理者准备培训课程，保证他们的专业能力，获得专业资格证明。将在大学、专科学校和专业废弃物管理协会成立培训中心。

专业网络

中国政府，通过建设部，将鼓励在国内继续发展专业协会和网络，帮助进行技能和经验的转移和交流，并组织会议和讲座。

信息

建设部和国家环保总局将建立废弃物管理国家级信息网站，作为分享废弃物管理的经验和主要资源。

意识和参与

意识的重要性

意识和参与的水平将驱动废弃物管理实践的发展步伐。所有市民都应该越来越多地了解废弃物减量的需要，参与改善外部环境质量，了解一个干净的环境对日常生活的积极影响。专业意识对未来废弃物管理发展的支持是非常重要的。

废弃物减量和绿色消费

与很多其他国家相比，中国的人均废弃物体积相对较低，但还是有可能随着经济的发展不断增加。应该通过“绿色消费”采取一些计划和措施来保证废弃物的增长最小化；最大限度地减少包装的使用，采用有效的产品生产、循环、回收和重复利用方法。

领导人的意识

对于改进的和可持续的废弃物管理实践，领导人对废弃物管理关键问题的认识是至关重要的，应该由中央政府通过研讨会，会议和网络进行促进。

政府官员的意识

所有负责与废弃物管理相关的政府官员都应该对所有相关问题有深入的认识。

大学和学校的环境教育

建设部将和教育部合作，保证废弃物管理教育与学校的环境课程相结合。

儿童的意识

由于废弃物管理意识是影响社会的关键问题，所以本战略提倡在两代间传递废弃物管理意识，而且应该提高对儿童教育的重视。废弃物的减量和环境保护是主要的信息。

公众意识

市政府应该保证公众了解他们的责任，保证他们对有效的废弃物管理和环境保护的承受能力。

信息公开

市政府应保证公众能够公开了解有关废弃物管理的信息和决策，以及地方废弃物管理项目和设施地点的信息。

社区团体和非政府组织

鼓励社区团级和非政府组织参加决策和地方改进废弃物管理做法的计划，为环境保护做出贡献。城市应该登记对不良服务的所有公众投诉并采取行动。

媒体和活动

了解废弃物的产生和防止废弃物的产生将通过所有媒体形式加以宣传，如电视、广播、报纸和街头宣传等。

参与

鼓励城市组织广泛的主要利益相关者参与废弃物管理计划的编制，保证所有的方面都得到了考虑。

公众咨询

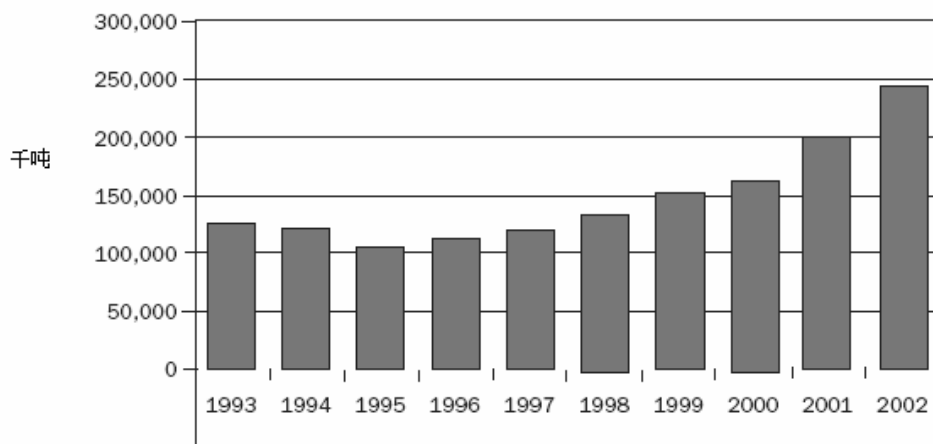
鼓励城市在编制他们的废弃物管理计划时纳入为期 3 个月的正式公众咨询。

来自：Cambel，ADB报告，2001年

附件 3：中国不断增长的日用品需求

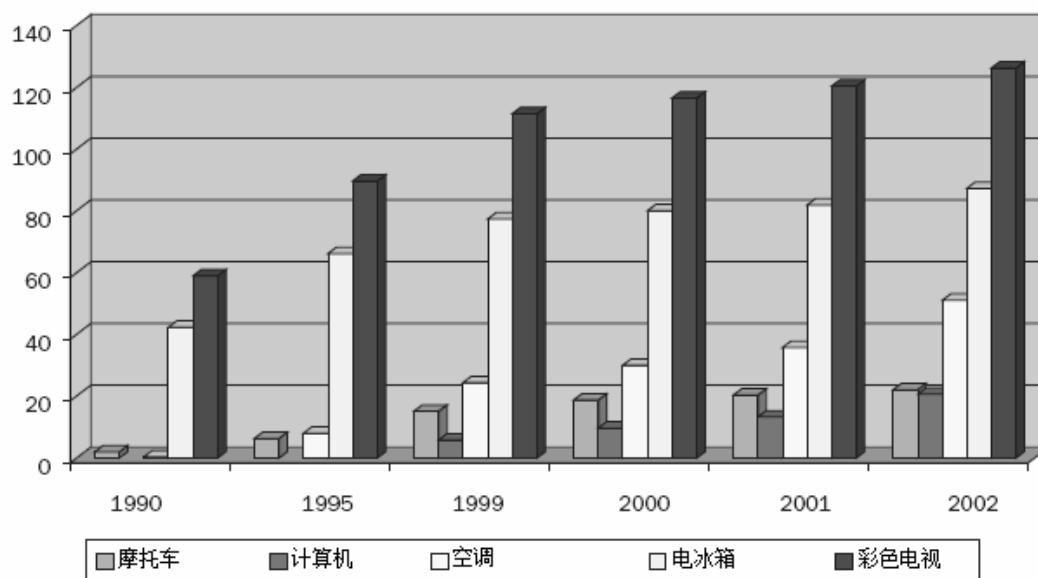
图 A3.1:

中国：1993-2002 粗钢表面消费量



来源：中国统计年鉴（2001 和 2003 版），中国国家统计局，中国统计出版社，2001 和 2003

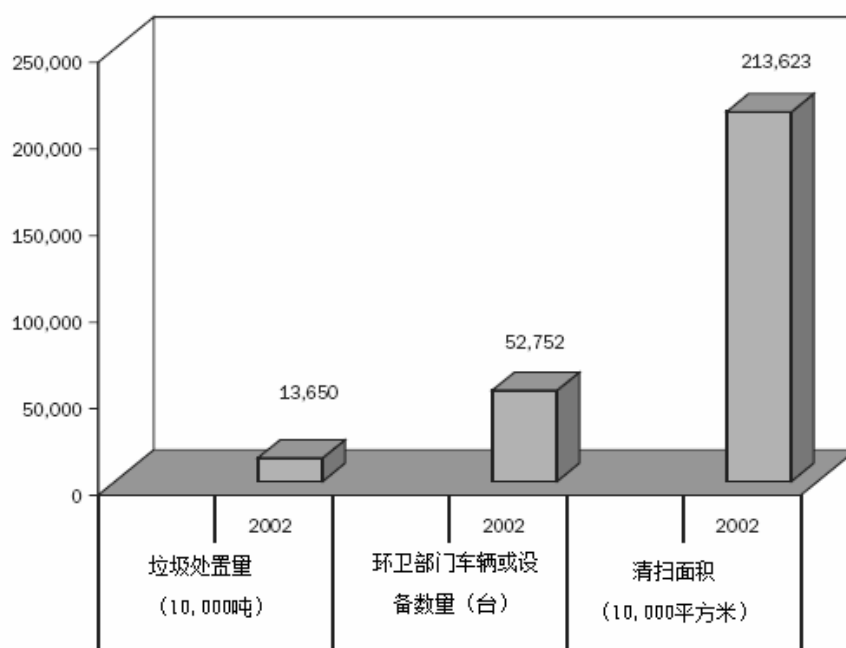
图 A3.2：中国耐久品占有量增长

中国耐久品占有量增长
(12 个西部省份每 100 个城市居民)

来源：中国统计年鉴（2001 和 2003 版），中国国家统计局，中国统计出版社，2001 和 2003

图 A3.3:

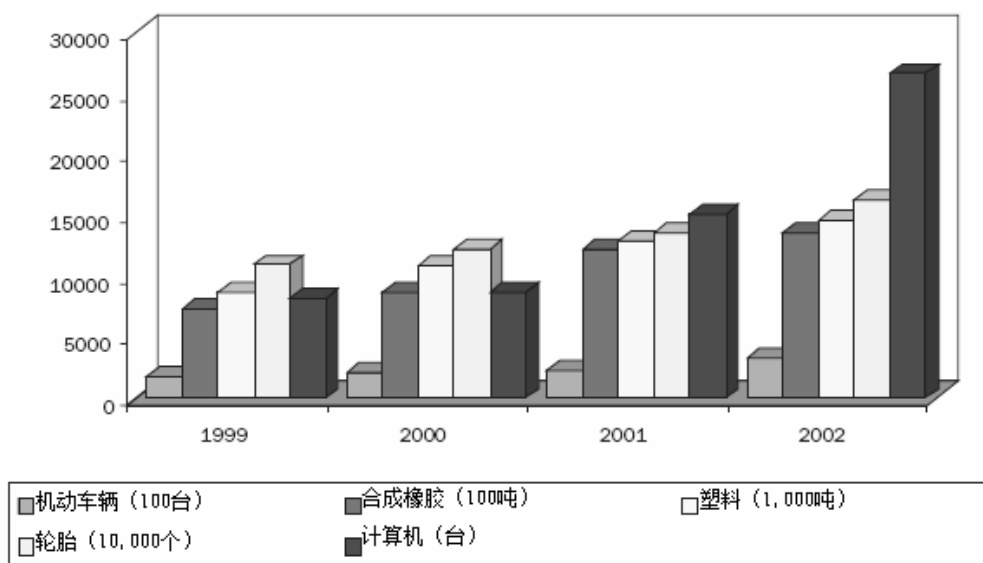
中国城市卫生水平, 2002



来源：中国统计年鉴（2001 和 2003 版），中国国家统计局，中国统计出版社，2001 和 2003

图 A3.4:

中国某些工业产品产量, 1999-2002



来源：中国统计年鉴（2001 和 2003 版），中国国家统计局，中国统计出版社，2001 和 2003

表A3.1：2001年全球铝消耗量

国家	全球精铝消耗量20011 (千吨)	人均国民收入20012
美国	5122.0	35,060
日本	2014.0	33,550
香港	49.7	24,750
德国	1552.0	22,670
英国	433.3	25,250
澳大利亚	316.6	19,740
韩国	849.6	9,930
马来西亚	92.2	3,540
智利	14.5	4,260
波兰	138.9	4,570
俄国	786.3	2,140
泰国	227.1	1,980
巴西	552.8	2,830
保加利亚	8.5	1,790
中国	3545.4	950
埃及	96.5	1,470
印度尼西亚	162.9	710

1 世界金属统计局，2001

2 世界银行

表A3.2：中国、美国、印度和法国资源消耗量的比较

	中国	美国	印度	法国
面积	3,705,820平方英里	3,717,796平方英里	3,287,590平方英里	547,030平方公里
人口	1,288,700,000	291,500,000	1,048,300,000	59,800,000
每平方英里人口	348	78	842	281
二氧化碳排放	2.5公吨	19.8公吨	1.1 公吨	6.3 公吨
人均能源消耗量 (千克石油当量)	880千克石油当量	7,960千克石油当量	482千克石油当量	4,351
烟草用量	35.6%	23.6%		
人均肉消耗量	104 磅	269磅	9 磅	220 磅
人均纸消耗量	73磅	730磅	10磅	408磅
每个房间平均人数	1.1	0.5		
人均用水量(农业, 工业, 居民)	116,000 加仑	484,500 加仑		
每1,000人电视机	292	844		
每1,000人机动车	16	774		469

国家地理，2004年3月

<http://www.odci.gov/cia/publications/factbook/fields/2147.html>

表A3.3：2002年可口可乐消费及市场人口

市场	2002年人口 (百万)	2002年人均消费量	1996年人口 (百万)	1996年人均 消费量
印度	1,065		953	3
美国	293	436	266	363
印度尼西亚	238		201	9
巴西	184	146	164	131
日本	127	170	125	144
菲律宾	65		69	117
泰国	48	73	59	67
朝鲜	20	309	45	72
澳大利亚	16	334	18	308
中国	1,295	10	1,234	5

*每人每年8盎司公司饮料（不包括由Minute Maid Company公司配销部分）（可口可乐公司，2002）

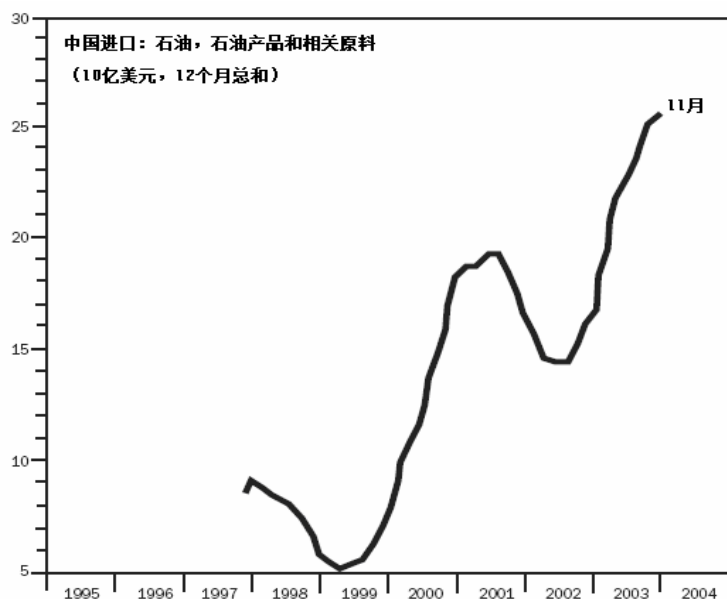
表A3.4：全球资源消耗量

国家	每1,000人客 车		人均年能源 消耗量		人均年汽油 或柴油消耗 量		人均年电力消 耗（千克石油当 量）		人均年纸消耗量 （千克每人）	
	1990	1999	1990	1999	1990	1999	1990	1999	1990	1999
美国	573	...	7.78	8.09	1,878	2,043	875	1,023	302.5	341.9
日本	283	..	3.39	4.06	516	679	493	693	223.6	239.7
德国	386	..	4.56	4.11	715	826	506	490	184.1	216.6
英国	341	..	3.69	3.89	739	789	405	465	167.8	200.3
澳大利 亚	450	..	5.12	5.70	1,261	1,258	634	765	161.6	183.8
韩国										
马来 西亚	101	170	1.17	1.96	281	535	89	222	40.7	94.3
智利	52	88	1.01	1.69	232	377	100	199	28.1	51.0
波兰	138	240	3.20	2.24	224	284	233	206	39.5	58.7
俄国	...	..	..	4.12	..	285	..	349	..	19.5
保加 利亚	146	233	3.51	2.26	331	239	371	255	59.6	24.4
泰国	14	..	0.70	1.14	156	268	52	113	13.4	29.9

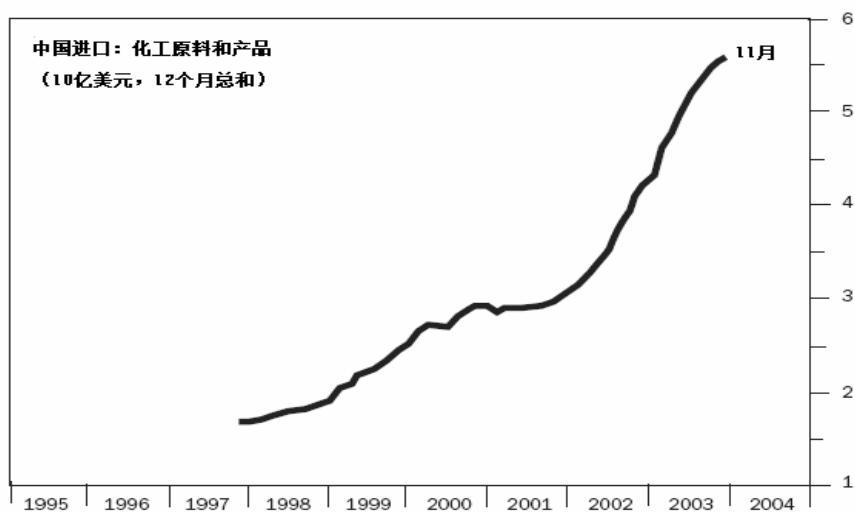
巴西	...	...	0.94	1.07	172	248	122	156	29.1	35.9
中国	1	..	0.74	0.86	...	...	36	65	16.1	33.2
埃及	21	..	0.56	0.67	80	95	54	73	8.6	19.2
印度	7	..	0.48	0.65	54	98	11	29	6.0	20.0
印度尼西亚										
印度	2	...	0.42	0.48	28	44	20	33	2.8	4.4

来源：国际能源组织（IEA），世界银行，联合国人口部，联合国粮农组织

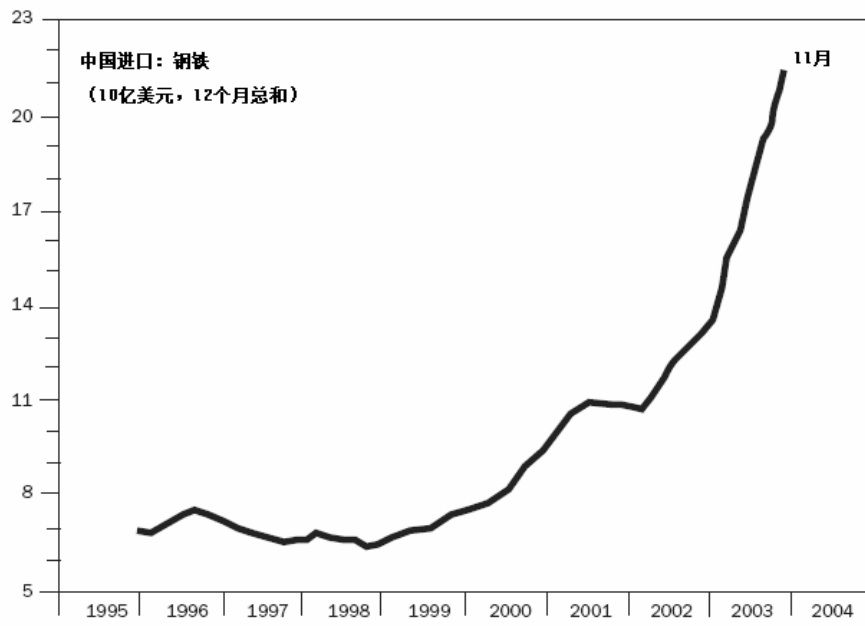
图A3.5:



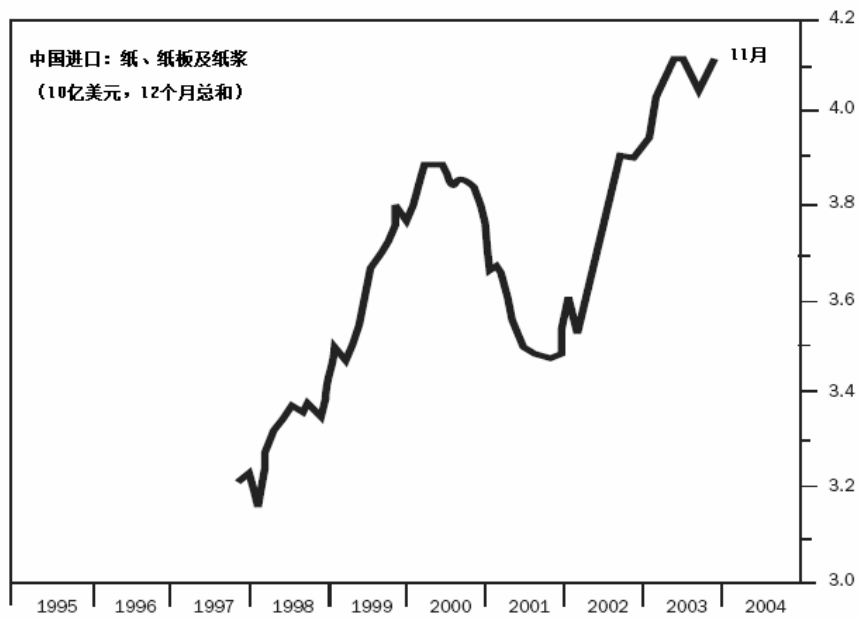
图A3.6:



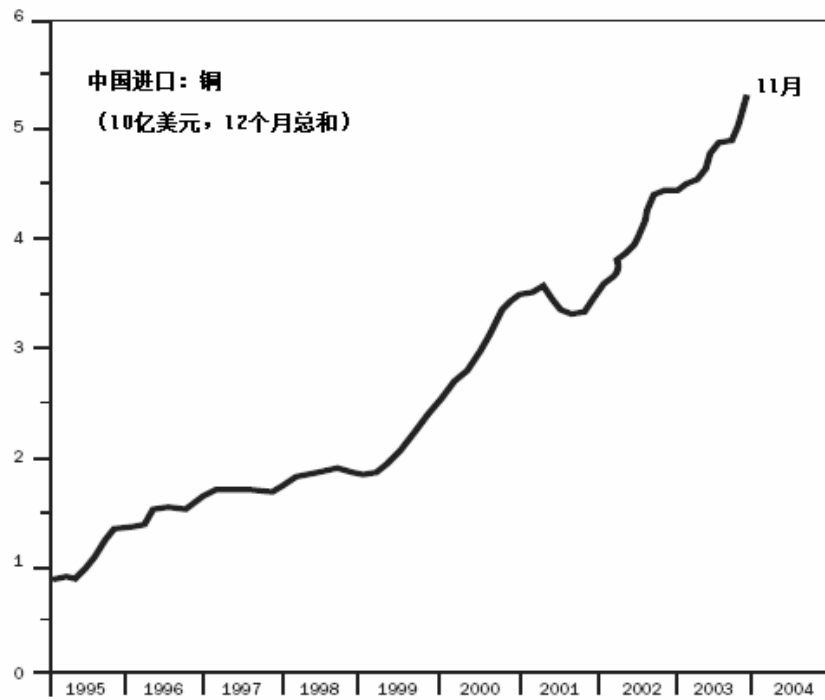
图A3.7:



图A3.8:



图A3.9:



来源：Yardeni, Edward, China for Investors II: The Games, Prudential Equity Group Research, 2004年1月

附件4 中国城市废弃物管理法律和法规-总结

法律和法规(中文)	法律和法规(英文)	简述	颁布者	生效时间
中华人民共和国固体废物污染环境防治法	Law on Prevention and Control of Environmental Pollution Caused by Solid Waste of PRC	第一部关于城市固体废物管理的法律	全国人大常务委员会	1996年4月1日
中华人民共和国清洁生产促进法	Law for Promotion of Cleaner Production of PRC	从生产的每一步,生产者都应该采取措施削减污染	全国人大常务委员会	2003年1月1日
中华人民共和国环境影响评价法	Law for Environment Impact Assessment of PRC	强调了从源头预防环境污染的重要性;所有新的建设项目在开工前都必须获得对环境影响评价报告的批准。	全国人大常务委员会	2003年9月1日
城市市容和环境卫生管理条例	City Appearance and Environmental Sanitary Management Ordinance	关于城市市容(户外广告和园艺)和环境卫生(城市固体废物和公厕)管理的首要指导政策;地方政府应该制定切实可行的措施	国务院	1992年8月1日
城市生活垃圾管理办法	Regulations Regarding Municipal Residential Solid Waste	关于生活垃圾收集、转运和处理管理的条例。	中国建设部	1993年9月1日
城市生活垃圾处理及污染防治技术政策	Technical Policies on the Disposal of Domestic Waste and the Prevention of Pollution	城市固体废物处理技术的指南和标准	中国建设部	2000年6月
关于推进城市污水处理,垃圾处理产业发展的意见	Comments on Promoting the Industrialization of Municipal Waste	吸引私营和国外投资进入城市污水和垃圾处理行业的重	国家发改委、建设部、和国家环保总局	2002年9月

	Water Treatment and Municipal Solid Waste Treatment	要信号		
危险废弃物污染防治技术政策	Technical Policies on the Treatment and Pollution Prevention of Hazardous Waste	危险废弃物处理技术的指南和标准	国家环保总局	2001年12月
医疗废弃物管理条例	Management Regulations on Medical Waste	第一部关于医疗废弃物管理的法规；在2003年SARS爆发之后发布	国务院	2003年6月26日
国家危险废弃物名录	National Catalogue of Hazardous Waste	关于危险废弃物的定义和分类的国家标准	国家环保总局	
关于加强沿主要道路，河流和主要景点塑料包装废弃物管理的意见	Proposals on Strengthening the Management of the Plastic Package Waste along the Main Roads, in River Basins and at Tourist Attractions	“白色污染”控制的办法	中国建设部	
危险物转移联单管理办法	Measures on the Management of Duplicated Form for the Transfer of Hazardous Waste	危险废弃物注册、产生和转移的法规	国家环保总局	1998

来自：InterChina, 2004

附件 5 商业协会

方框 5.1 巴西企业再生利用协会（CEMPRE）

巴西企业再生利用协会（CEMPRE）是一家非盈利性质的协会，致力于在废弃物综合管理范围内推动循环利用。CEMPRE成立于1992年，由各种不同行业的私营公司维持协会的经营，这些私人公司携手合作，确保他们各自在固体废物方面的观点（尤其是包装问题）得到废弃物规划者的充分考虑，并帮助政府进行废弃物管理。CEMPRE成立的宗旨是通过出版物、技术研究、研讨会和数据库，提高社会对循环利用和废弃物的整体责任感。提高责任感的行动主要是针对那些影响公众意见的人，如市长和公司、学院和非政府组织的负责人。此外，协会还通过全球网络，提供如何出售可循环利用材料的信息，废弃物收集和回收利用的经济指标和技术内容，以及包装与环境数据库。

巴西CEMPRE的参与已经扩展到巴西之外。拉丁美洲推动固体废物综合管理商业联合会的创建就是为了在会员之间交流信息。委内瑞拉的环境和自然安全协会（ADAN）、巴西的CEMPRE、乌拉圭的CEMPRE、波多黎各的工商业推动循环利用组织（ICPRO）和墨西哥的Sustena已经形成了伙伴关系。

主页：www.cempre.org.br

方框 A5.2：回收支持社团（CSR）

CSR作为OMMRI开始于1986年。OMMRI是一个多种经营的实体，帮助安大略省的蓝盒子网络注入资金，致力于系统的改善。最初，OMMRI是由软饮料行业 and 他们的供应商于1986年成立的，主要是帮助刚刚起步的蓝盒子企业筹集资本。

OMMRI由从事瓶装饮料的企业，日杂产品制造商和批发商，印色纸使用者和包装企业成立，用来建立和扩展蓝盒子的资金基础。

OMMRI将名字改为CSR（Corporations in Support of Recycling），因为其重心已经从省级问题扩展到了国家级问题。CSR的任务是为自愿性的跨行业行动提供集中的，协调的私营企业领导，这些行动的设计目的是以费用有效的方式减少其产品对固体废物流的影响。

CSR的目标是通过路边行动增加回收材料的范围和数量，提高行动的成本效率，激发回收市场和鼓励废弃物管理领域的创新。

CSR/OMMRI建立了“自我评估工具”，帮助市政府和项目的执行者监测他们回收项目的成本效率，跟踪会在哪些环节产生成本，并且识别需要改进的地方。

安大略省回收委员会：www.rco.on.ca

方框 A5.3: 加拿大回收工业协会 (CARI)

加拿大回收工业协会是一个全国性的组织。该协会成立于1941年，当时联邦政府紧急请求加拿大的主要废金属加工企业在战争期间成立一个统一的组织，帮助加拿大的冶炼厂收集和加工废金属。协会的会员从事回收所有的商品，但大部分成员还是主要或专门回收金属。

CARI是一个典型的行业协会。它的作用是在全国和国际上推广这一行业的影响；在影响回收的政策上与政府合作；向公众提供信息，并加强成员间的合作，解决共同的问题。CARI与加拿大的其他工业集团和其它国家的互补协会合作非常紧密。它编写了推广和教育材料及意见书，证明工业企业更好地了解回收对加拿大社会和经济的价值的的作用及其重要性，确保法律法规对回收的推广。

主页：<http://www.cari-acir.org>

方框 A5.4: ISTAC J.S. Co

伊斯坦布尔大都市城市市政环境保护和废弃物材料回收工业和贸易公司ISTAC J.S. Co是伊斯坦布尔的一个经济协会，通过伊斯坦布尔大都会城市“固体废弃物项目”于1994年成立。ISTAC J.S. Co通过系统储存的方法管理固体废弃物的运输、回收和销毁、发电、堆肥生产，以及医疗废弃物的运输。ISTAC J.S.Co完成了“医疗废弃物项目”，以卫生和系统的存放地方代替了对人类和环境具有危险性的废弃物储存。在1995年，建成了两个存放区，五个固体废弃物转运站。ISTAC J.S.Co还有一个系统的始于1997年的种树活动。在2001年，ISTAC开始运营堆肥和回收企业，能够处理1000吨固体废弃物，并通过填埋气体发电。

ISTAC J.S. Co, 2002

附件6 国际废弃物立法

废弃物管理策略没有立法框架的支持和指导是不能够得到实施的。立法必须包括一系列针对固体废弃物管理的法令和法规，同时包括监测和法规实施的步骤和方法。以下简单介绍了一些国家正在执行或正在起草的法规和行动计划。

表A6.1：国际废弃物立法政策举例

国家或地区	立法政策	生效日期	效果
台湾	废弃物清立法案第51条款-购物袋使用限制政策	July 2002年7月	<ul style="list-style-type: none"> - 证实的公众支持率在70%-90%之间 - 公众的认知率从2001年的44%增长到2002年的80%。 - 自从2003年1月购物袋使用减少73%。
爱尔兰	征税-每个塑料袋征收17欧分的税, 减少袋装垃圾数量 北爱尔兰废弃物管理策略	2002 年3月 2002年3月	<ul style="list-style-type: none"> - 塑料袋的使用量减少了90% - 提高了公众意识 <p>到2010年, 回收和堆肥比率达到25%¹</p>
印度	全国范围-(塑料袋太薄, 拾垃圾者很难收集/回收) 办法: 增加垃圾袋厚度-只能生产厚度至少为20微米的塑料袋 - Uttar Pradesh州政府于2003年7月开始禁止使用塑料袋	2003年7月	拾垃圾者现在可能收集塑料袋进行回收 ² 。
英国	生产者的义务和责任规定(包装废弃物), 1997 回收利用的目标: 纸、玻璃、铝、钢、塑料制品, 木材。	1997	
英格兰	废弃物战略2000	2000年5月	法定的目标是到2003/4年家庭废弃物回收和堆肥率达到17%, 2005/6年达到25%。

¹ 来源: www.hhlibdems.org.uk/ldys/policy/article/plasticbags.php

² www.mindfully.org/Plastic/Polyethylene/Bags-Choking-India22oct00.htm

	家庭废弃物回收法案 2003	2003年10月	其它目标是到2010年家庭废弃物回收和堆肥率达到30%，到2015年达到33%。 到2005年将商业和工业废弃物填埋量减少到1998年的85%。 到2010年12月31日要求英格兰的所有地方政府路边收集至少两种家庭可回收材料。
苏格兰	国家废弃物战略	1999年12月	到2006年，25%的废弃物进行回收和堆肥，其它目标是基于废弃物战略区域和他们的废弃物规划（利用对规划准备的指导）
欧盟	另外一套欧洲包装废弃物回收目标大致为： 总回收：最少是重量的60% 总循环利用：55%（最大80%） 特定材料循环利用： 玻璃-60%； 纸和纸板-60%； 金属-50%； 塑料-22.5%； 木材-15%。		
日本	日本回收利用法律：食品和其它工业必须推广使用回收资源作为包装原材料，鼓励回收产品包装。循环利用和重复利用饮料罐。	1991	日本的资源非常有限，但领导着世界的回收利用和包装，如纸，钢和铝。
德国	回收法律规定，公司必须收回和循环使用所有包装-适用于所有公司。 所收集的材料： -90%的玻璃和金属必须回收 -80%的纸，纸板，塑料和层压材料必须回收 -焚烧，即使用于发电也		世界上最严格的回收法律 ³ 。

³ www.pstc.org/technical_notes/to_recycle.php

	不允许。		
巴西	巴西的国家环境法-包装产品制造商、成型商、装填商、零售商，再包装商和进口商都必须负责收集和保证“充分环保”地最终处置(只有在证明无法进行重复利用和循环利用时才允许填埋或焚烧)		2002年巴西: 3,017,400吨纸张(61.7%来自于瓦楞纸板箱子), 128个循环利用企业, 创造了28,347个直接工作, 销售达R\$32.7亿。
比利时	饮料罐新税收	2004年4月	
南非	禁止使用微米级厚度的塑料袋, 希望使用者将会重复用更坚固的塑料袋。 国家废弃物管理规划推广了一个战略, 使南非宪法1996年108号法令得以实施。 国家环境管理107号法令-该战略针对减少对环境影响的固体废弃物的产生。	1997年8月30日 1998 1996	南非的公民有权利生活在对健康无害的环境中。
孟加拉国	禁止使用聚乙烯塑料袋。		发现塑料袋会堵塞排水和污水管道, 增加了污水溢流和水传播疾病发生的几率 ⁴
菲律宾	2000生态固体废弃物管理法 ⁵		第26章: 目前市场可回收材料目录 第27章: 生态商标的要求 第28章: 回收程序及可回收物和有毒物的回购中心 第29章: 不能达到环境标准的产品 第30章: 禁止使用不能达到环境标准的包装 第31章: 回收利用市场的发展

⁴ <http://www.hhlibdems.org.uk/ldys/policy/article/plasticbags.php>

⁵ <http://www.psdn.org.ph/pienc/ra9003.htm>

			第32章：建立LGU材料回收设施
	第30章。禁止使用不能达到环境标准的包装。-任何拥有、运营或管理一个商业机构的人员不能以零售方式出售或转让或加工意图以零售方式出售或转让任何放置于、包裹于或打包于不能达到环境标准包装中的产品。		

一些国家废弃物管理成就举例

表A6.2：英国包装行业回收利用的目标，2004-2008（%）

材料	2004	2005	2006	2007	2008
纸	65	66	68	69	70
玻璃	49	55	61	66	71
铝	26	28	30.5	33	35.5
钢	52.5	55	58	60	61.5
塑料	21.5	22	22.5	23	23.5
木材	18	19	20	20.5	21
总回收率	63	65	67	69	70
最低循环利用率*	94	94	94	95	95

* 最少的回收率将通过回收利用达到。

来源：http://www.letsrecycle.com/materials/packaging/packaging_targets_2004.jsp

英国

生产者的责任义务（包装废弃物）法规，1997

SI 1997/648（修订）

在本规定规范下，从事包装或包装材料生产和销售的公司，当该公司每年拥有和处理超过50吨的包装材料，而且该公司或集团每年的营业额超过200万英镑时，该公司就有作为生产者的义务。生产者可以是包装或包装材料的生产商、半成品加工商、打包商/装填商、销售商或进口商。这些义务可单独履行或通过加入一个已登记的组织来履行。

包装（主要要求）法规，1998

SI 1998/1165

这些法规执行的是关于包装和包装废弃物的第94/62/EC号指令，该指令涉及

的是对包装的主要要求。这些法规对在英国市场上的所有包装材料都适用，通过地方政府的贸易规则官员执行。这些法规规定所有将包装引入市场的公司都有义务保证包装是最少量的，安全的，并且保证这些包装或者可以再使用，或者可以回收，或者可以循环利用。

日本

日本领导着世界的包装循环利用，例如玻璃、纸、铁和铝，尽管事实是它没有确定的循环回用的定额。有限的填埋空间的压力和节约能源的传统压力推动着日本成为环境保护的领导者。东京的最后一个垃圾填埋场即将在一年内封场，日本还要依赖原材料的进口。直到1991年，日本才制定鼓励循环回用的法律。二十世纪80年代后期，废弃物量的猛增导致了填埋场的扩建。日本现在征募工程，科学和技术人员参加其环境运动。他们相信保证全球环境已经成为所有公众问题中第一位的问题，同时也是政府政策和外交方面的第一位问题。日本的循环利用法律规定，食品和其他工业必须推广使用回收资源作为包装原材料，鼓励消费者重复使用产品包装。饮料罐是最具优先循环使用和重复使用的一类，重复利用的食品包装的使用在日本的食品卫生法中有明确的限制。

来自：<http://www.wiu.edu/users/mscn/sp2001/trash/china.html>

巴西

巴西的国家环境委员会（CONAMA）具有制定包装法规的权利，而不需要任何新的立法。Rio de Janeiro州已经制定了自己的塑料法，一个更为严格的法案已经通过了联邦立法机构一个议院的表决。这些提案正引起巴西包装业团体的不安，他们关心CONAMA的概念与欧洲的包装废弃物法律到底有多接近。按照1999年6月CONAMA描述的国家废弃物政策，包装决议也将在它的核心概念中规定了制造者的责任。与国家废弃物政策下的CONAMA的其他行业决议中规定的责任不同，该责任贯彻于整个包装链中，并没有指出特例。第一款指出“巴西市场上已包装好的产品的生产商、半成品加工商、装填商、零售商、再包装商或和进口商”都必须负责收集和确保“充分环保”地最终处置“包装及其废弃物”。[“充分环保”最终处置并没有明确定义，但如果它跟从CONAMA其它废弃物草案，它将被定义为：只有在证明无法进行重复利用和循环利用时才允许填埋或焚烧。]

表A6.3：可回收纸回收率的发展 1980-2002

年份	可见的纸张消耗（各种类型）	回收可回收纸张 （1,000吨）	回收率（%）
1980	3,428	1,052	30.7
1990	4,053	1,479	36.5
2000	6,814	2,612	38.3
2002	6,879	3,017	43.9

*在上表中，因为缺少技术可行性，没有考虑卫生纸和其他特殊纸制品的回收使用。如果从总的可见消费中去除，回收率上升到49%。

南非

南非的国家废弃物管理战略是一个长期规划（到2010年），讨论了关键问题、需求和废弃物管理中遇到的问题。该战略使权力法案，南非宪法在南非人民有权利生活在没有健康危险的权利的基础上得以实施。该战略被转变成政府关于废弃物的政策，在南非污染和废弃物综合管理白皮书草稿中公布（1998年出版）。污染和废弃物综合管理的目标是将支离破碎的不协调的废弃物管理转换成整体化的废弃物管理。这个整体的综合的管理方法贯穿整个废弃物循环周期，涵盖了预防、产生、收集、运输、处理和最终处置。因此，废弃物综合管理代表了南非废弃物管理方法的转变，从影响管理和补救的废弃物管理方式中摆脱出来，转而建立一个着重于废弃物预防和减量的管理体系。

加拿大-容器回收项目

- 80%的回收目标。这个项目应该设定强制性的80%材料回收目标，与BEAR的核心原则是一致的（该报告指出大多数瓶子的票据显示回收率接近或大于80%，然而美国所有容器的总的平均回收率也就只有41%）。
 - 回收目标包含所有类型的饮料（所有的碳酸和非碳酸饮料，如软饮料、啤酒、葡萄酒、酒精饮料、果汁、水、和牛奶）和饮料容器（所有金属、玻璃、塑料、无菌的复合容器），还有相关的包装。
 - 回收目标应基于所出售的容器数量，不包括出口的新容器和进口的废料容器。
 - 回收目标主要在于材料回收（重复利用和循环利用），不应包括燃烧（废

物能源转化，高温分解，等）或其它处理制造燃料。

- 回收目标在项目实施的前两年可以是一个总计的回收率，但最终每种材料都要分别达到目标回收率。
- 回收目标要随时间提高以保证回收率的不断改进。
- 消费者偿还奖励。该项目应该建立一个偿还奖励计划（押金退还或其它的财务机制），当回收容器时，支付消费者一定费用以奖励回收。
- 饮料瓶退还。饮料瓶的退还应该由可以有多种方式，保证消费者的便利，并最小化成本。
- 成本内部化。回收饮料容器的成本应该内部化，由制造者和消费者支付回收容器的所有费用，不应由公众承担部分成本。
- 可再灌装奖励。退还系统应该包括使用可再灌装的瓶子的奖励，如经济奖励和市场份额政府补助。可再灌装包装系统是由饮料行业在20世纪初开发的，后来因为补助使得大规模的生产和长距离运输更经济而被拆除，重新采用再灌装包装系统将为地方商业创造机会，并减少一直由公众承担的环境成本。
- 闭合的循环再利用。在容器回收快速增长期间，为了减少在纯净原材料的提取和生产过程中排放的危害环境的污染，和为了将市场的破坏最小化，押金系统应该鼓励瓶子到瓶子的循环利用。
- 基金集中化。因为该项目涉及所有的饮料品牌，通过一个集中基金进行管理也许会更经济有效，比如和British Columbia 省的工业管理基金或California 州管理基金类似，因此不需要按品牌进行分类。
- 达标的责任。作为价值链中控制包装设计和产品市场的一员，品牌的拥有者应最终负责达到80%的回收目标，并保证供应链中的成员和消费者分担回收成本的责任。当系统的实施出现问题时，政府应该强制实施纠正措施。
- 系统设计的灵活性。项目的整体设计应取决于该系统是由政府管理还是由饮料生产商管理（见以下章节对关键问题的讨论）；然而，应给与生产商设计该系统的一定自由度，以将成本最小化。只要回收资源的全成本和在使用寿命

的完结时管理产品的全成本被内部化在产品的生产和销售的成本中，而不用纳税人负担这些成本，那么生产商可以选择操作他们自己的项目或者承包给其它私营或国营公司代替生产商操作该项目。

- 市场开发。应该鼓励生产商积极参加对增加回收容器价值的市场开发。

来源：http://www.grn.org/beverage/deposits/essential_elements.htm

附件7 上海可回收材料价格

材料	出售价格 (元/千克)
纸	
纸板	0.70
报纸	0.95
书和杂志	0.70
塑料	
可乐塑料瓶	0.22/个
塑料瓶 (其它饮料)	0.10
其它塑料	0.80
聚乙烯	0.60
聚丙烯	0.80
树脂玻璃	0.95
其它塑料	0.40
塑料桶	1.20
电子产品	
电视	5~280/台
电冰箱	30~150/台
洗衣机	10~90/台
空调	110~800/台
VCD播放器	50~100/台
金属	
废铁	0.90
铁片	0.20
生铁	0.70
黄铜	9.30
黄铜配件	6.80
紫铜	12~15
各式各样的紫铜	10.50
铝罐	0.11/个
铝合金	10.00
生铝	8.00
其它铝	10.00
民用铝	7.00
其它	
啤酒瓶 (玻利)	0.10
棉絮 (被子用等)	0.70

2004年1月-2月价格

摘自 InterChina 报告, 2004

附件8 废弃物管理计划内容

一个综合的废弃物管理计划应包括如下章节：

- 介绍所有与废弃物管理相关的市政政策，宗旨和目标，包括废弃物减量的动机；
- 介绍城市的特点和规模，自然条件，发展状况和人口分布；
- 介绍有关所有废弃物产生的数据，包括近几年的数据和对计划年限的预测（通常15-25年）。还应该介绍城市固体废弃物的组成成份和其它特点的现状和预测，如含水率和密度（干重）。
- 针对已经确定的废弃物种类和数量，确定所有建议的收集、运输、处理和处置方案（和方案组合）（必须讨论对所有出现的固体废弃物类型的方案）
- 介绍对最佳实用环境方案的评估，结合所有技术、环境、社会 and 财务的平衡评估。
- 介绍建议计划，明确说明将要开发的废弃物收集、运输、处理和处置系统的数量、规模和分布，以及通过各个系统的废弃物质质量流。
- 详细清晰地指明建议的与设备和实践相关联的监测和控制方法以及定期汇报监测信息的方法。
- 确定支持该计划所需要的相关机构改革和监管构架。
- 介绍该方案的财务评估，包括分析在该方案（或设备）的寿命期，与拟建的设备和服务相关的投资成本和经常性成本
- 识别与制定和实施该计划相关的所有资金和收入来源，包括估算的补助和用户收费。
- 单独的一章介绍管理所有出现的非市政固体废弃物的要求，需要什么样的设备，谁来提供这些设备和相关的服务，以及如何支付这些设备和服务。
- 提出一个建议的至少5-10年的实施计划，及一个详细的最初2-3年的即时行动

计划。

- 概括介绍在该计划准备阶段和未来要展开的公众咨询
- 介绍用于主要废弃物管理设施选场址的详细程序，如填埋场、堆肥厂和转运站。

附件9 城市固体废物焚烧-总结

废弃物作为燃料

- 废弃物一年四季的平均低热值一定不能低于6 MJ/kg。年平均低热值不能低于7 MJ/kg。
- 废弃物产生量和组成成份的预测是根据在规划的焚烧厂收集区内进行的实际废弃物调查，该调查应该由一个经验丰富的独立机构负责实施。
- 将可燃烧的工业和商业废弃物运送到焚烧场的假设必须建立在对使用焚烧设施的各方利益相关者的积极的或消极的动机的评估的基础上。
- 废弃物的年焚烧量不能少于50,000吨，每周送去焚烧场焚烧的废弃物量的变化不能超过20%（见表A10.1和A10.2）。

机构框架

- 一个功能良好的固体废物管理系统，包括正确设计和运行的卫生填埋场，已经出现了至少三年。
- 固体废弃物的收集和运输（家庭、商业和工业）由有限的监管和控制良好的机构负责管理。
- 有已签订的经核准的废弃物供应和能源出售意向书或协议。
- 消费者或政府当局能够也愿意支付增长的废弃物焚烧费用。
- 已经有负责控制、监督和强制设施运行的管理机构。
- 负责控制、监督和实施的管理机构与焚烧厂的所有权和运行是分开的。
- 有经验丰富的运行人员并支付可负担的薪水。另外，已经有可靠的运行和/或维护合同，合同形式是运行和服务合同或BO/DBO/BOOT/BOO合同方式。

焚烧厂的经济性和融资

- 有一个稳定的规划环境，消耗品、备件、剩余物的处置和能源销售的价格相对固定。另外，能够预测资本成本（大份额的外币）

- 筹集纯处理成本必须保证废物流和整体废弃物管理系统所预期的一样。结果是，废弃物焚烧的倾倒费用一定低于（或至少，不高于）垃圾填埋场的费用（纯运输成本）。必须对支付意愿和支付能力予以重视。
- 可以使用外币购买关键备件
- 为了在经济上可行，每个单独的焚烧生产线的能力不能低于240吨/天（10吨/小时）。每座焚烧厂应该至少要有两条独立的生产线。
- 当使用剩余能量进行地区供热时，焚烧厂的地点必须临近现有管网，以避免修建昂贵的输送系统。
- 如果有一个定期购买热水或者蒸汽的市场（区域供热或类似的）存在，焚烧厂应该仅出售热能-从技术的复杂性和经济可行性角度。在温暖的季节，一定程度上对环境的冷却也许更优于更昂贵的方案。

项目周期

- 在规划开始时，应该雇佣有类似项目经验的独立咨询公司。
- 必须考虑公众对废弃物焚烧理解。公众应该参与和了解项目进行的所有阶段-尤其是项目的可行性和准备阶段。

焚烧厂位置

- 必须有一个被严格控制的操作规范的垃圾填埋场用于处置剩余物。
- 在焚烧厂的厂址区的空气质量方面，经常有长时间的逆温和烟雾的情况是不符合要求的。
- 城市固体废弃物焚烧厂应位于中型或重型工业土地使用区内。
- 城市固体废弃物焚烧厂应位于靠近电厂的工业区域内。
- 开卡车从废弃物产生地到焚烧厂不应超过一个小时。
- 城市固体废弃物焚烧厂必须离居民区至少300-500米。
- 城市固体废弃物焚烧厂应该临近合适的能源消费者。

焚烧技术

- 焚烧技术必须是完全经过证实的技术。选择的（或建议的）供应商必须有若干可参考的焚烧厂，已经有几年成功运行的经验。
- 焚烧炉必须能稳定连续的运行和完全去除废弃物和烟道气
- 废弃物的年焚烧量不能少于50,000吨，每周送去焚烧场焚烧的废弃物的变化不能超过20%。

能源回收

- 在使用烟道气处理技术之前，焚烧炉产生的烟道气必须在锅炉里冷却到200度或以下。
- 焚烧厂应该通过能源回收和出售优化其经济性。
- 在最终决定在城市固体废弃物焚烧厂设计能源回收单元之前，应该签订不可撤销的能源销售（种类和数量）协议。
- 当使用剩余能量进行区域供热时，该焚烧厂附近必须有供热管网，以避免修建昂贵的输送系统。
- 如果有一个定期购买热水或者蒸汽的市场（区域供热或类似的）存在，焚烧厂应该仅生产热水或蒸汽。按照技术的复杂性和经济可行性，这些组合通常是更可取的。在温暖的季节，一定程度上对环境的冷却也许更优于需要更多投资的方案。

大气污染控制

- 焚烧炉必须设计为能够稳定和连续运行，能完全燃尽废弃物和烟道气。
- 在使用烟道气处理技术之前，焚烧炉产生的烟道气必须在锅炉里冷却到200度或以下
- 烟道气处理装置必须能够去除灰尘，效率至少相当于两级静电除尘器；
- 必须有一个被严格控制的操作规范的垃圾填埋场用于处置剩余物

- 应该考虑从烟道气中去除氯化氢（HCl）

焚烧剩余物

- 必须有一个被严格控制的操作规范的垃圾填埋场用于处置剩余物。这个填埋场必须足够大，能够接收焚烧场产生的所有焚烧剩余物。
- 垃圾填埋场的选址、设计和运行必须能够防止残余物产生的渗滤液所造成的污染。
- 废铁屑可以通过磁铁从矿渣中分离出来。
- 通过分选或筛分矿渣，“合成砾石”部分也许可以回收利用。
- 在垃圾填埋厂要防止干的剩余物造成尘土。
- 烟道气残余物必须按危险废弃物进行处理，不能与底灰混合。

运行和维护

- 可以使用外币购买关键备件
- 应该有经验丰富的运行人员并支付可负担的薪水。否则，以运行和服务合同的形式签订可靠的运行和/或维护合同。

环境影响和职业健康

- 烟道气处理装置必须能够去除灰尘，效率至少相当于两级静电除尘器；
- 必须有一个被严格控制的操作规范的垃圾填埋场用于处置剩余物
- 为了避免在居民区产生噪音，灰尘，和臭气，城市固体废弃物焚烧场应位于中型或重型企业土地使用区。
- 为了避免在居民区产生噪音，灰尘，和臭气，城市固体废弃物焚烧场应位于中型或重型企业土地使用区。
- 烟囱高度必须是1公里内最高建筑物高度的两倍，或者至少为70米高。

摘自：Rand, T., Haukohl, J., Marxen, U.，城市固体废弃物焚烧：一个成功项目的要求，2000年6月

表A9.1：城市废弃物的燃料特性

		中国广州			
	单位	范围	8个区-93 平均值	5个区-94 平均值	菲律宾马尼 拉-97
可燃的	%	14.6-25.5	22.3	31.4	37.6
灰	%	13.8-43.1	28.8	22.0	15.6
含水率	%	39.2-63.5	48.9	46.6	46.7
低热值	kJ/kg	2555-3662	33359	5750	6800

表A9.2：从分析废弃物比例和Hawf 值计算低热值的例子

质量成分 部分	占废弃物 物%	含水率 W%	比例 固体 TS%	灰 A %	燃烧 C%	热值	
						Hawf kJ/kg	Hinf kJ/kg
食品及有 机废弃物	45.0	66	34	13.3	20.7	17,000	1,912
塑料	23.1	28	71	7.8	63.2	33,000	20,144
纺织品	3.5	33	67	4.0	63.0	20,000	11,789
纸和纸板	12.0	47	53	5.6	47.4	16,000	6,440
皮革及橡 胶	1.4	11	89	25.8	63.2	23,000	14,265
木材	8.0	35	65	5.2	59.8	17,000	9,310
金属	4.1	6	94	94.0	0.0	0	- 147
玻璃	1.3	3	97	97.0	0.0	0	- 73
惰性物质	1.0	10	90	90.0	0.0	0	- 245
细小颗粒	0.6	32	68	45.6	22.4	15,000	2,584
加权平均 值	100.0	46.7	53.3	10.2	43.1		7,650

爱尔兰	2,060	1999	38	30	29	683	2,057	1,221	560	33.0	24.0	10.0	6.0	3.0	24.0	100.0	1,746	93.0
意大利	26,610	1998		2,300		7,271	29,000		500							100.0	133	31.0
卢森堡	280	1999	17		1		278	221	640	19.0	44.0	8.0	7.0	3.0	20.0	100.0	3,944	33.0
荷兰	9,220	1998	580	267	87	2,876	9,691	8,495	610	28.0	39.0	5.0	6.0	3.0	19.0	99.0	405	73.0
挪威	1,400	1999	104	126	18	389	2,755	1,452	620	36.0	30.0	9.0	3.0	4.0	18.0			98.0
波兰	12,230	2000	1,063			13	12,226	8,480	320							98.0	930	
葡萄牙	4,300	1999	245	150	50		4,531		450	23.0	35.0	12.0	5.0	3.0	23.0	96.0	209	77.0
斯洛伐克	1,700	2000	568	28			1,706	1,093	320	13.0	38.0	7.0	8.0	3.0	31.0		1,039	81.0
西班牙	24,470	1999	689				26,505	20,664	670	21.0	49.0	12.0	8.0	4.0	7.0	100.0	1,400	38.0
瑞典	4,000	1999	229	130	59		4,000		450							99.0	2,261	
瑞士	4,680	2000	200	97	50	556	4,681	3,229	650	29.0	38.0	15.0	3.0	3.0	12.0	71.9	15	96.0
土耳其	24,940	1997	2,838				24,945		390	6.0	64.0	3.0	2.0	1.0	24.0		2,590	83.0
英国	33,200	2000	1,000				33,200	28,460	560							73.0	950	

附件11 卫生保健废弃物管理-总结

卫生保健行业包含广泛的活动和机构，如医疗实验室、研究机构、太平间和血库。所有卫生保健机构都会产生各种各样的废弃物，带来常见的环境、健康和安全问题。这些废弃物包括废水、危害健康的废弃物和城市固体废弃物。大约75-90%的卫生保健废弃物是普通的卫生保健废弃物，剩下的10-25%是危险废弃物，也许会带来健康风险。接触这些危险的卫生保健废弃物可能会导致生病、伤害，甚至是死亡。正确设计的管理系统能在某种程度上为病人、雇员和公众消除健康危险。医疗机构应该对所有的危险卫生保健废弃物进行可持续的管理，坚持1992年联合国环境和发展会议（UNCED）中建议的措施，并作为废弃物管理的原则（见方框A11.1）

方框A11.1： 废弃物管理的原则

- 1) 防止废弃物的产生和将废弃物的产生最小化（纳入系统和做法，避免在设施设计与管理以及设备与消费品采购过程中产生废弃物）。
- 2) 在切实可行的程度下重复利用和循环利用废弃物：
 - a. 源头减量（例如采用购买限制等措施，保证选择或提供产生较少废弃物或危险废弃物的产品；
 - b. 可循环产品（使用或者在现场或在现场以外可以循环使用的材料）；
 - c. 采用好的管理做法，严格用于购买和控制化学药品和药物，
 - d. 将废弃物分成不同种类-对控制产生的数量和管理以及处置费用是非常重要的。
- 3) 采用合乎环境要求的方法处理或安排处理废弃物；
- 4) 以许可的，被控制的，正确设计的处置场处置剩余物，逐步停止使用聚氯乙烯（PVC）材料，采用市场可获得的适宜的替代材料。

国际财务公司：环境、健康和安全管理指南。卫生保健机构，2002年1月

表A11.1：卫生保健机构大气排放浓度限值

参数	平均周期	单位	最大值
总颗粒物 (PM)	24小时	mg/Nm ³	10
总气态有机物和有机物蒸汽，以总有机碳计	24小时	mg/Nm ³	10
氯化氢 (HCl)	24小时	mg/Nm ³	10
氟化氢 (HF)	24小时	mg/Nm ³	1
二氧化硫 (SO ₂)	24小时	mg/Nm ³	50
氧化碳 (CO)	24小时	mg/Nm ³	50
一氧化氮 (NO) 和二氧化氮 (NO ₂), 以二氧化氮计	24小时	mg/Nm ³	400
汞 (Hg)	1/2 - 8小时	mg/Nm ³	0.05
镉和铊及其化合物, 以 (Cd+Tl) 计	1/2 - 8小时	mg/Nm ³	0.05
下述金属及其化合物总和: Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni和V	1/2 - 8小时	mg/Nm ³	0.5
二恶英/呋喃 (CDD/CDF)	6 - 8小时	mg/Nm ³	0.1*

国际财务公司：环境、健康和安全指南。卫生保健机构，2002年1月

表A11.2：卫生保健机构废液浓度限值

参数	单位	限值
pH	mg/l	6 - 9
生化需氧量 (BOD)	mg/l	50
化学需氧量 (COD)	mg/l	250
油脂	mg/l	10
总悬浮固体 (TSS)	mg/l	20
镉 (Cd)	mg/l	0.1
铬 (Cr)	mg/l	0.5
铅 (Pb)	mg/l	0.1
汞 (Hg)	mg/l	0.01
氯, 总余氯	mg/l	0.2
苯酚	mg/l	0.5
粪便大肠菌	MNP/ 100ml	400
二恶英/呋喃 IFC, 2002	ng/ l	0.3

国际财务公司：环境、健康和安全指南。卫生保健机构，2002年1月

附件12 电子废弃物

E-废弃物¹

计算机的出现和越来越先进的电子设备，从根本上改进了人类、商业和各个政府沟通、分享和储存知识的能力，提高了生产力和效率。然而，电子革命也带来了黑暗的一面-管理大量的危险的被淘汰的和废弃的计算机和其它电子设备，或“E-废弃物”。电视和计算机零件，如阴极射线管（CRT）显示器，导线绝缘，电路板，都含有危险化学品，威胁着人类和环境的健康。

更恶劣的是，发达国家未能充分地解决他们自己的电子废弃物的问题。相反，一个非常危险的电子废弃物“出口”市场每年将成千上万磅的废弃物航运到中国、印度和其它亚洲国家地区。这些地区对管理这样的进口没有准备，面临着随之而来的污染和人类健康风险，特别是未受保护的回收计算机材料的穷人。随着电子废弃物的危险日益清晰，和人们意识到将亚洲作为电子废弃物的倾倒场的不公平，这个危机逐步引起了发达和发展中国家领导人的高度重视。

问题：太多的电子废弃物，有毒，没有充分的监管

因为电子技术快速更新使得旧的设备以空前的速度被淘汰，发达国家的固体废弃物处置系统已经被旧电脑、电视和其它电子设备填满。在美国，计算机的平均寿命仅有2年，电子废弃物的增长速度通常是城市废弃物增长速度的3倍²。

使情况更糟的是，电子废弃物尤其是计算机的处置对环境和人类的健康造成重大风险。有害的物质-如阴极射线管的铅和钡，电路板中的汞和铍，塑料中的溴化火焰延缓试剂-能够浸出并渗透到地下水体，和/或，当处理不当时对人类健康有重大危险。

¹可以假设本附件大多数描述性的信息在2001年底是有效的，摘自一个2002年2月25日的报告《The Basel Action Network and the Silicon Valley Toxics Coalition, entitled Exporting Harm, The High Tech Trashing of Asia.》。该报告详细介绍了两个机构自己的直接观察，轶事般的研究和几次到中国 and 印度几个受电子废弃物影响的地区调查，还有他们自己对其他主要机构的研究成果的编辑。

²Russ Arensma, “Ready for Recycling?” , Electronic Business, the Business Magazine for the Electronics Industry, 2000年11月。

印度新德里错综复杂的电子废弃物市场

在新德里，电子废弃物的交易正在繁荣发展。经销商们投标来航运装满计算机和电子设备废料的集装箱，通常是从西方国家装船通过Dubai，到Okhala内陆的存放点。废弃物经过分类后，分发给Mandali, Sadar, Bazar和新德里其它地区的经销商。他们经常使用童工来分离电路板零件，然后，值钱的部分留下来，电路板会被放置在室外明火中熔化提取金属。使用硝酸进行酸洗也被用于提取电路板上的金和铂。这两种方法都会对人类健康带来风险。

来源：The Basel Action Network and the Silicon Valley Toxics Coalition, Exporting Harm, The High Tech Trashing of Asia, 2002年2月25日

很多发达国家已经通过法规，将计算机列为危险废弃物，并限定了如何处置。许多富裕的国家还签订了巴塞尔公约（Basel Convention），禁止将OECD国家的危险电子废弃物出口到非OECD国家。然而，一些发达国家，尤其是美国，仍然放弃了巴塞尔协议，继续大量出口计算机和其它电子废料。尽管美国有自己的法律禁止出口某些种类的危险废弃物，但立法上的一个漏洞允许在“循环利用”伪装的外衣下继续出口电子废弃物³。事实上，美国循环利用行业内部人士估计大约50%-80%应该在美国西部“循环利用”的电子废弃物实际上出口到了亚洲，其中大部分运到了中国⁴。

每年运送到亚洲的数百万磅旧计算机设备被送到各级分解车间和电子废弃物经销商那里，他们挑拣出最有价值的部分再次出售。在许多的电子废弃物的倾倒堆积场，穷人们对丢弃在镇子内和镇子外街道和河床上的计算机和显示器的残余部分进行最后的拣选。通常村庄发展进行“循环利用”处理。每天仅挣几元工资，穷困的村民们或镇上的居民拆解计算机，刮除墨粉，收集铜线，混合酸浸，进行不完全燃烧提取金属，他们没有充分的防护，忘却了或接受了他们承受的危险。成堆的计算机设备随意丢弃在水源和人口稠密的居民区附近，进一步污染空

³ The Basel Action Network and the Silicon Valley Toxics Coalition, Exporting Harm, The High Tech Trashing of Asia, 2002年2月25日, p. 28

⁴ Ibid, p. 11

气，浸出的有害物质进入地下水体，对居民带来慢性危害。

来源：The Basel Action Network and the Silicon Valley Toxics Coalition, Exporting Harm, The High Tech Trashing of Asia, 2002年2月25日

中国贵屿超过100,000人从事电子废弃物回收利用

贵屿是中国广东省廉江河畔一个四座村庄县城。贵屿大约有超过100,000人在参与电子废弃物回收利用，很明显大部分来自农村地区。“回收者”每天挣1.5美元拆解计算机和打印机，收集墨粉，燃烧铜线，用火和酸洗处理电路板。由于某些居民声称饮用水有异味，该省几年前开始以卡车运进饮用水。这个区域每天进出大量的卡车，装满了打印机，计算机，显示器，电视机和其它电子废弃物。这些电子废弃物无疑来自于北美，还有一些来自日本，欧洲和韩国。计算机外壳和碎片堆积在街道和河岸两边，和镇子外面临时循环回收的村庄里。用来熔化铜线的火因为导线绝缘中溴化火焰延缓试剂散发危险气体。沿河床对电路板进行酸洗，当地地下水中铅的含量比世界卫生组织饮用水标准高出2,000到2,400倍。另外，电子废弃物的污染是猛烈的，穷人们明显地没有从危险的影响中得到保护。

可以论证的，使用昂贵的设施、可控制的技术、防护服和设备，以最小的健康和环境风险的方式回收电子废弃物是可以的。但是，太多的电子废弃物出口到中国、印度、孟加拉国、和亚洲其它国家，由穷人们来处理，他们没有上述任何装备。

问题的根源：监管和设计不足，制造者得不负责任，贫穷

电子废弃物的处置、循环利用和出口等问题的根源是相互纠缠的,产生或恶化的原因如下：

- 发达和发展中国家的废弃物管理的法律和保护的通过和执行都不足：发达国家，特别是美国，利用法律漏洞持续出口电子废弃物到亚洲国家，总是缺乏公正地安全地管理电子废弃物产生和处置的政治意愿。发展中国家，及时有法律禁止或规范电子废弃物进口，通常缺乏法规执行能力，或者他们在其他方面面临太多的压力已经不堪重负，而不能将电子废弃物的管理置于第一位。

- 计算机设备“有毒的”设计和生产：当代计算机的设计和制造工艺结合了无数的危险物质包括铅，汞，砷，铍，溴化火焰延缓试剂等等。如果没有这些化学物质，电子废弃物将会只是大量处置问题，而不会更危险。
- 计算机和电子公司没有处置责任：在大多数制造电子废弃物的国家，当地政府承担了电子废弃物处置的费用，免除了制造危险电子产品公司的法律、财务和社会责任。不用负责任使得这些公司没有动力设计和制造较少毒性的产品，也没有动力生产更能回收和经久耐用的产品。更长的寿命和更易回收将增加电子产品的使用寿命，减缓或甚至降低电子废弃物产生的速度。
- 穷人们将接受可怕的风险以满足基本的生活需求：穷人们通常不惜一切代价为自己和家人获取食物、衣服和栖身之所。他们缺乏政治力量，更愿意承担电子废弃物有毒的风险来满足自己的基本需求。

解决办法：禁止、重新设计和负责任

名为《出口危害，亚洲的高科技垃圾》（Exporting Harm, The High Tech Trashing of Asia）和，《硅谷毒联盟》（Silicon Valley Toxics Coalition）的联合报告和巴塞尔行动网络推荐了几种方法解决电子废弃物问题：

- 禁止危险废弃物出口：为了废弃物处置权益，环境管理和人类的健康保护，美国和发达国家应该禁止从他们本土出口所有的危险电子废弃物。简单的说，把贫穷的国家作为发达国家的垃圾倾倒地是不公平的。
- 设计计算机消除有毒物质的使用：改变使用有毒物质的设计和制造工艺是最好的，是危险电子废弃物处置和循环利用的长期解决方案。必须通过法律和其它手段，努力要求公司进行技术创新和改革生产工艺，以减少有毒材料的使用。
- 设计延长计算机和电子设备的使用寿命，加强提高部件的质量和循环利用：计算机和相关设备的设计要能够延长使用寿命并便于机壳和部件的升级和回收，这将有助于减少电子废弃物的产生量。
- 增加制造电子废弃物公司的责任：改变法律和法规，使电子废弃物制造公司在法律上和经济上对他们产品的处置承担责任（“寿命终期管理”），这样为这

些公司设计较少毒性和更耐用，更易于更新和回收的产品创造主要的动力。这些努力的一部分也许可以是要起公司“召回”他们自己的危险产品，如计算机，通过提高收费将处置费用转移给使用者。

附件13 提高混合市政废弃物产生沼气的回收和利用

GEF/UNDP沼气回收项目

1997年，GEF支持填埋气体（LFG）项目，“提高混合市政废弃物产生沼气的回收和利用”在中国启动，分两个项目实施，分别是在中国发展煤层沼气资源项目和温室气体排放控制的问题。

这个LFG项目的最终目标是通过在中国收集城市固体废弃物填埋场产生的沼气来减少全球气候变化。通过在三个填埋场的实例，该项目被用来证明直接收集、回收和使用沼气作为燃料和发电的技术可行性。该项目被设计用来建立机构体制，向周边的用户出售回收沼气和向高压电力网输送电力。在这种情况下，该项目计划证明能够克服使用填埋气体技术障碍的方法，以及证明以完全竞争性价格销售沼气和出售电力的方法。在全国和地方，通过实例证明和培训活动增强执行单位的能力，因此，使这些国家和地方执行单位能够对结果进行宣传，并在中国其它地方承担类似项目。

这个GEF支持项目的总费用估计为19,565,000美元，其中GEF出资 5,285,000美元。政府投入大约14,280,000美元，其中10,770,000美元是基本资金，剩余的3,510,000美元是联合融资用于项目直接成本。每个项目城市的不同的资金形式将在本报告后面详细介绍。

该项目由5个特殊子项目组成：

- 1、三个垃圾填埋气体回收和使用示范场，分别在3个城市：南京、鞍山和马鞍山；
- 2、为了在中国广泛推广采用类似的LFG项目，建立一个全国行动计划，作为建议的中央政府的政策框架；
- 3、在中国建立培训机构。

该项目从问题的识别和说明，项目目标的定义，最后到项目战略，包括预期的结果和活动，项目设计构思和项目准备都非常好。

该项目的文件也显示了5个子项目之间的强有力的联系。所有5个子项目的成功实施，以及有效的宣传将为中国提供必需的重视和有力的竞争力，以在可持续

的基础上在中国进一步发展LFG项目。

南京、鞍山和马鞍山3个项目城市是根据城市的规模、地理位置、经济水平、自然条件、基础竞争力等方面选出的。南京市一个大城市，总人口500-600万，拥有各种工业基地的主要商业中心。南京位于长江流域，中国的中东部，气候温暖潮湿。鞍山市一个人口大约150万的中等城市，位于中国的东北地区。鞍山是重工业基地，有中国最大的钢铁企业。鞍山气候寒冷而且降水比南京少很多。马鞍山是一个仅有50万人口的小城市。然而，马鞍山也有较大的钢铁厂。希望通过这3个示范城市得到的经验能作为中国其他不同规模和能力城市的模型。

- 第一，通过在3个城市示范项目的设计和实施，相信证明了在中国LFG回收和利用的效益以及经济和技术的可行性。这3个示范项目将作为许多其他相似条件的城市中心的模型。
- 通过在3个城市示范项目的实施，中国将有能力培养在LFG回收和利用整个领域经验丰富的技术和管理核心群体，从可行性研究到技术的选择，从经济评估到机构能力建设和与国内外合作者的商业谈判。
- 这三个城市也是按照规模，地理条件，气候条件，城市化的程度和潜在的不同废弃物的特点等方面策略性选择的。因为示范项目要作为中国其它城市的模型，为了从其中得出最大的效益，城市的选择是在项目的最开始特别规划的
- 机构能力和安排的基本结构进一步推动了这个领域的发展，包括发展独立的国内和国际“能源服务公司”
- 制定行动计划，分析和向国家环保总局提供建议，包括国家政策给予的经济和财务动力，教育和意识的提高，税收和机构结构，和垃圾填埋气体控制和回收的标准和规范。这个行动计划将来可以作为制定国家级政策的基础。通过支持性的政策机制，该项目能够发展机构能力，推广填埋气体回收使用项目在中国的广泛开展。
- 培训机构，鞍山填埋场技术开发和培训中心，将成为为推广LFG项目在中国的广泛采用提供培训，信息储存和传播的焦点。

- 简而言之，项目的目标和策略的实施之间有很强的关联，为了实现预期的项目成果，对项目的实施过程进行了良好的组织。

摘自：Wong, H., Promoting Methane Recovery and Utilization from Mixed Municipal Refuse in China, 2004.

附件14 固体废物管理的私营参与：国际和中国的观察¹

I. 介绍

本附件是两个报告的简要总结：由世界银行咨询专家Gabriela Prunier编写的《中国固体废物管理 国际和国内私营参与：综述》和由亚洲开发银行2003年出版的《加强城市废弃物管理补充研究，发展固体废物管理的公共私营合作》。巴黎CGEA ONYX的项目经理 Francis Charles审阅本附件并提供了重要的资料。

中国的固体废物基础设施正在努力配合空前的废弃物增长水平（见第2章）。在2001年底，中国的664个城市仅有740座废弃物处理设施。¹ 今天，城市废弃物的处理率还不到废弃物产生量的一半，主要通过低于标准的填埋场和堆肥进行处理，这些不合格的处理方式对环境和公众健康带来了严重的负面影响。²以这样的处理率，大约有6000万吨城市固体废物没有得到处理。

意识到这些问题，中国政府（GOC）正在通过严格环境法规，增加公众投资，引进“市场化”的改革，鼓励私营参与（PSP）等寻找解决问题的方法。期望运营、管理、财政和立法方面的改革将充分改善投资环境，能够从私营部门吸引资金、技术、和管理人才。

本附件首先简略地回顾了国际和中国的城市固体废物私营参与的状况，还简要地描述了私营参与所必需的一般条件，为其它章节提供背景，包括描述中国固体废物市场私营参与的一些障碍。本章还总结了采取行动的政策建议。

II. 城市固体废物管理私营参与的现状

过去大多数的政府，认为固体废物管理是一个公共服务，承担了固体废物管理环节中的所有活动，包括规划，投资和运营。然而，随着投资和运行成本的增加、市场改革、接受了向用户收费，固体废物管理像其它公共服务一样，正在与私营机构发展合作关系。

¹亚洲开发银行 技术援助 3447-PRC。加强城市废弃物管理补充研究，发展固体废物管理的公共私营合作，2003年12月，29页。

² Prunier, Gabriela. 中国固体废物管理 国际和国内私营参与：综述。2004年2月 草稿，9页

常见的合同形式

如下介绍了单独的废弃物管理常见合同形式。随着城市政府制定综合性的城市废弃物管理战略，也越来越多的使用合同形式的不同组合。

- 家庭和商业废弃物收集服务（包括路边和/或汇集点收集，清扫和运输）。在这个类别下，常采用短期服务合同，例如5年，而且会经常重新竞标。通常由市政政府采购设备，与服务提供商签订租赁维护合同。
- 转运站的运行，压实和运输到处理和处置设施（也许包括或也许不包括材料分离和/或回收利用活动）。提供基础设施的合同需要较长的持续时间，通常要与资产投资的财务回收期一致。服务/管理合同也较常见。采用保证最小供应量是保证现金流的一个常用方法。
- 材料分离和回收。由于缺乏财务可行性，在欧洲这个职能大部分由非盈利机构或政府来承担。在美国和加拿大，这个职能通过签订服务合同承包给私营公司。不同的国家和城市，项目的规模也不同。
- 处理和处置（包括填埋场和焚烧厂的建设和运行）。因为需要大量资金投入，常用的合同形式为BOT或DBFO。如果政府决定投资，服务和管理合同也较常见，保留基础设施的所有权/控制权是优先选择的。

国际固体废弃物管理私营参与

世界上有11个主要公司处理大约全世界固体废弃物市场的四分之一。³这些公司在美国或欧洲，主要运营那里的市场。下表列出了这些公司和他们2002年的营业额以及估计的新兴市场的营业额。

表A14.1：估计的新兴市场的营业额

地区	运营公司名称	2002 营业额 (mn欧元)	估计的新兴市场的营 业额
北美	Waste Management	12,100	0
	Allied Waste	5,800	0
	Safety-Kleen	...	0
	Republic Services	2,300	0

³废弃物市场覆盖了所有与家庭、商业和工业废弃物相关的收集服务和处理，还包括城市和工业的清洁。

英格兰	Cleanaway	1,400	0
	Shanks	800	0
	Biffa	700	0
法国	Sita (Suez 子公司)	5,800	200
	Onyx (Veolia子公司)	6,100	250
德国	Rethmann	900	70
	RWE Umwelt (RWE 子公司)	2,100	70

从上表可以看出，四个公司活跃在新兴市场。Onyx公司最大，在中国、埃及、摩洛哥、突尼斯、印度、泰国、菲律宾、巴西、墨西哥、哥伦比亚、阿根廷、委内瑞拉，和中东欧国家（CEEC），都有大量的业务。Sita业务主要在CEEC国家、巴西和阿根廷。RWE Umwelt业务主要在CEEC国家和土耳其，Rethman的业务在CEEC国家。除了这四家国际公司，两个较小的公司Lobbe（德国）和Saubermacher（奥地利）也进入新兴市场，主要在CEEC国家。

总的说来，国际私营运营商是与新兴国家分离的，主要是因为收益率较低，财务风险较高。例如Sita在阿根廷的子公司Clima宣布它失去了该国经济危机前30%的城市固体废弃物收集量。另外，菲律宾和印度尼西亚货币的崩溃，再加上合同方拒绝履行它们的承诺（尤其是收费标准的调整），给Sita带来非常高的风险，现在他们喜欢健康发展，而不是在新兴国家进行收购。

相同的，RWE和Seche非常谨慎，正打算撤离新兴市场。RWE制定了一个积极的向海外发展的战略，但因为全球经济衰退带来的财务问题而放弃。Seche现在也是极其小心，只愿意在与法国有相同立法、文化和地理环境的地方扩展业务。

Onyx有别于它的竞争者们，仍然在新兴市场大量投资。Onyx正在增加市场份额，尤其是在中国（见表A15.2），尽管Onyx在新兴市场的收入只占不到其总收入的3%。尽管在新兴国家有很大的增长潜力，但是大的国际私营公司的总趋势是远离新兴市场和非常反感风险。应该注意的是，在新兴国家吸引小的国际私营公司也许较简单，尤其是那些不受金融市场波动的公司。这些小公司通常是机会主义者。因为这个原因，他们也许更适应像新兴国家这样的高风险的环境。

中国固体废弃物管理的私营参与

中国固体废弃物管理私营参与的范围很大，机会很多。环境商业国际估计

1997年中国城市固体废物市场的规模大约为6亿美元，危险废弃物管理市场大约为1.2亿美元，废弃物管理使用设备市场大约为1亿美元。⁴现在，大约85%的城市固体废物经过填埋场处理，12%堆肥处理，3%进行焚烧。⁵大多数的填埋场并没有满足国家标准，而且由于城市空间的短缺，焚烧的需求量在逐步上升。另外，对危险废弃物的担心也在增加（37%的工业和危险废弃物倾倒在不受控制的垃圾场，不进行处理），中国将在今后3年花费18亿美元用于安全处置危险、医疗和放射性废弃物。⁶中国的市场集中在工业和人口增长更为集中的东海岸。

尽管市场规模大，机会多，在中国国际私营公司参与的城市废弃物市场才刚刚起步。收集和处理仍主要由城市和各区政府负责。只有很少的国内和国际私营公司积极地在中国发展业务。中国政府更倾向当地的私营公司而不是国际私营公司，而且国际私营公司必须与当地的代理或机电设备进出口公司合作。相同的是，运行管理项目（运行和维护，DBO和特许经营），国际公司必须与当地公司成立合资公司。

中国主要的私营参与者可以划分为：

- 小的地方私营运营商，通过正规（收集和回收经纪人）和非正规的（捡拾垃圾的人，和街头收废品的人）代理收集和回收利用城市固体废物。
- 中等/大型的地方私营运营商，负责机械收集和處理，包括转运站，填埋场管理和焚烧厂。他们还与国际私营公司合作成立合作公司，参与主要是焚烧厂和填埋场的运行。
- 国际私营运营商，主要参与对资金和技术要求较高的废弃物处理。仅有几个国际私营运营商活跃在中国，主要表现出对卫生填埋场和/或焚烧厂的建设或运行维护的兴趣。Onyx是最活跃的参与者，获得了几个填埋场和焚烧厂的运行维护和DBO合同。其它的国际运营商主要活跃在技术援助、可行性研究，或专用设备的销售的方面。

III. 私营企业进入固体废物管理行业的要求

⁴中国固体废物管理 国际和地方私营参与：综述。2004年2月 草稿，8页。

⁵ Ibid, 9。

⁶ Ibid, 9。

尽管每个机会都是独特的，而且潜在的私营参与在每个项目的目标也可能是不同的，但是进入这个行业是有一些基本的要求的。第一，必须有获得与风险水平相当的合理利润的机会。如果不能即时得到获利的机会，那也必须有战略重要性的要素。在废弃物管理上，潜在利益肯定是与很多因素相关，如可进入市场的规模，根据人口和国民总收入的增长的概念，在废弃物的收集、处理和市政服务方面的人均支出，和期望的废弃物体积和价值的增长等等。第二，必须有清晰的法律和法规体系。这包括严格的环境法规及有效的实施，和一个相对规范的有组织的市场。第三，必须有合理的政治支持和稳定性，尤其是颁布清晰的行业政策，改革相应的政策以允许成本回收和提供风险保障。在国际运营商投资的领域，并没有这样一个可以接受的风险水平，注意到这一点是很重要的；每个投资决定都是基于一个特定的项目。然而，投资决策的主要商业标准还是财务和战略标准。

IV. 中国废弃物管理私营参与的障碍

法律问题

尽管中央政府已经出台了一系列的政策、法律和法规，但这些不能被认为是构成了完整的或有效的指导框架。

尽管中央政府近来作了很多努力，但这个行业还是没有有一个明确的或全面的法律框架。一个明确的、完整的法律框架需要所有责任方之间实质性的合作。然而，合作确实是对中国错综复杂的部门职能和责任划分的一个挑战。许多现有的法律和法规是由单独的主管部门发布的，而没有考虑其它部门，导致了法律法规的不一致和冲突。另外，中央政府经常错误地估计地方政府的能力，未能在需要的地方提供政府支持。比如说，尽管中央政府已经明确指出地方主管部门负责市场化的指示，但问题在于地方政府是否具有执行政策的专业知识。

现有法律之间有许多冲突的地方，其中一个是关于担保。中国没有一套关于提供担保的种类和范围的一致或连贯的法律或指南。现行的法律、法规和公告对此给出了相互矛盾的解释。例如，不允许公共团体提供或保证固定财务回报率。而实际上，如果投资商不能获得最小回报率，那么就会危及许多投资。结果就是，若干政府指令讨论了适宜的投资回报率，建议依据银行长期贷款利率或固定资产收益率来设定投资回报率。这些指令与以前的政策相冲突，使得私营商在法律上

不明确，并且造成了政府担保的价值不确定性。

在定义资产所有权和土地使用权上也有法律上的冲突。法律认为公司通过投资获得所开发资产的所有权。而土地法认为公司只能获得地面上或地面以下资产的所有权，不能拥有土地本身的使用权。现在私营投资者只能通过租赁、政府的转让或作为备用金来获得土地的使用权。当采用租赁和转让的方式时，投资者不能享有土地上的资产所有权，也就不能使用资产作为贷款担保，严重地限制了潜在投资者的融资能力。

另外，在执行新的项目融资办法时缺乏支持政策。在公共私营合作关系中，需要一些融资方案，通常是混合使用增股融资和贷款融资，和在特许阶段使用收入，或以特许权利作为获得贷款的手段。然而，在中国没有相关政策和法规对如此操作的合法性和能力给出明确的定义。结果就是，许多银行不接受这种形式的抵押，而退还项目发起人的信贷价值。这限制了向小规模项目发放短期和中期贷款。

意识

公共部门的执业者缺乏意识和理解，妨碍了政府引进和制定中国废物管理市场化原则的努力。主要的例子有：

- 许多地方官员仍然对公共和私营部门在提供固体废物管理服务的作用上有误解，尤其是关于市场化政策的真正目的和政府未来对固体废物管理服务的承诺方面有误解。
- 地方官员不愿意征收用户费，因为他们相信固体废物管理是公共服务，人们不愿意支付费用。
- 地方的执业者只关注市场化提供的新的融资，而忽略了私营参与的其它好处和市场化的目标。
- 过度强调技术和工艺而不是财务可行性和可持续性。

市场化的引进将要求加强定义它的目标和政策，使地方执业者和付费的公众熟知。

管理体系

各种形式的管理问题限制了政府实行市场化改革。现在大多数的管理体系没有能力在他们的城市设计和实施整体的、协调的固体废弃物战略。这会导致坏的有空隙的服务规划，资金分配不当，职能和责任不清晰，为私营投资商带来低信誉和差的合作者。而且，管理层需要引进公平透明的竞争和投标，采用真实成本会计制，这样他们负责的系统不会对潜在的私营投资者进行不公平的竞争。

财务问题

获取利润的可能性仍然是私营投资者进入中国城市废弃物市场最为关心的问题。因为这个原因，财务框架是极为重要的。现在，若干可以察觉到的财务障碍如下：

- 仍然未能建立或广泛实施用户收费。一些地方管理者不愿意实行收费，但是投资者在没有得到可靠的收入以保证投资回报之前是不能给出承诺的。
- 间接付款利用不足，例如退税或者优惠融资条款，没有得到很好发展。只有采用了用户收费以后，才可能需要直接和间接付款。
- 关于可允许的利润水平信息的不一致，破坏了固体废弃物认知的投资价值。这些矛盾的观点反映了不同行业部委观点的分歧。为了增强在私营领域的可信性，必须解决这一争议。
- 与上述相关的，对固体废弃物服务的真实成本的理解几乎没有。这让公共部门不能正确评估项目建议书，即有可能最后造成在财务上不能持续发展的结果。
- 地方银行不愿意提供资金，因为公共部门不能提供一个有效的公共私营合作框架。
- 在中国刚刚起步的金融市场还没有降低风险和保险手段。复杂的公共私营合作要求高度发展的金融手段，而这正是中国目前所不能提供的。

V. 政策建议

中国固体废弃物管理方面适用的公共私营合作模型

鉴于存在大量问题，显然中国还没有准备好进行大量的复杂的公共私营合作（如BOT），在这种情况下，私营方要承担很多风险。现阶段这样做的担心是当前采用不正确的设计、不受规范 and 控制的合同会消除未来私营部门的兴趣。因为能够吸引外来资金，BOT合同尤其易受不成熟约定的影响。然而，根据对市场兴趣的增加及资金的可获得性，政府不应该完全忽略这个机会。相反，政府应该慎重行事，参加有限的BOT合同，寻求技术援助，尤其是在项目结构和发展独立评估方面。

复杂的合同，如BOT，总是被错误地理解为能够引进外部资金，而没有关注公共私营合作带来的其它优点。建议在主要的行业问题得到解决之前，在短期到中期采用简单的公私合营方式。管理和服务合同通过提高私营部门效率，对管理和组织机构结构进行必要的变化尤其有用。管理和服务合同也提供了为未来项目确定真实运行成本和收入可能性的有效方法。虽然管理和服务合同仍然需要有效的公共部门来设计和控制它们，但不是很苛刻。

能力建设

提高技能水平和在关键的公共部门工作人员中提高对市场化的理解是要优先考虑的。为了使公共部门在公共私营合作中发挥有效的作用，这些官员必须充分理解市场化的远期方向和意义，以及实施市场化需要的手段。为了达到这个目标，具体的措施包括：

- 发展公共私营合作的理解。可以在一些主要的大学采用短期授课的形式，为公共部门的管理人员介绍公私合营或私营投资管理。关于财务工程工具的知识尤其需要。通过召开投资讨论会定期与私营部门的交流，可以提高各方对目标和实际操作的理解，将潜在的投资者与项目相配对。最后，因为基层政府要具体实施市场化的政策，在固体废弃物管理的公私合营领域进行案例分析 and 建立实用的最佳实践指南及其有效。
- 设立公私合营支持单位。因为缺少专业知识来指导公共和私营部门，可以考虑成立一个专门由国内外公共和私营部门的专家参加的支持单位。这个单位能够为所有的利益相关者提供一个统一的参考点。

- 创建公私合营投资基金。这种基金已经在其它国家获得了成功，降低了私营投资方的风险负担。基金可以通过提供额外的资金使项目可行、或者通过本身的参与降低项目的风险来促进项目。它还可以容许在经济欠发达的地区或一些财政状况较差的城市实践公共私营合作。政府应该为该基金提供配套资金。

持续的机构改革

为了在固体废弃物管理发展有效的公共私营合作的环境，需要进一步深化和加强改革的进程。如下改革是基于亚洲开发银行为促进市场化而编写的固体废弃物管理战略。需要特别加强的领域包括：

- 增强政府的监察职能。公共私营合作需要公共部门从运营者到监督者/管理者的责任转变。它还必须保留完全的政策和市场指导的责任。为了有效地行使新的职能，需要更强的能力来制定、实施和执行政策，同时监督地方政府和私营企业。这个过程的第一步是建立明确的政策和管理方向，用来与地方政府和私营机构沟通。政府必须为地方政府的监督职能提供指导。
- 创造可持续的市场发展。到用户费能够承担成本后，中国政府必须制定一致的战略，提供可选择的支持方法，可以是直接支付或收费补贴的形式。中国政府必须就收入和盈利保证达成协议，明确定义什么可以和什么不可以提供给潜在的投资者。
- 保护公众利益。不仅要向公众提供正确信息，还要将他们参与到决策和监督的过程。如果期望他们支付费用和接受私营公司提供的服务，这一点就特别重要。通过公众的参与，市政府将能更好地利用公众的能力，作为增强监督和执行的手段。
- 适应地方条件。中国政府必须强调每个地方是不尽相同的，不可能有一个方案或样板可以适用于所有的城市。每个公共私营合作都必须适应满足特定团体的需求和目标。地方政府必须有能力和时间来评估该城市与其它城市不同的要求。
- 规范透明的实施。为了建立信誉和吸引私营投标商，中国政府应该引进更透

明的竞标和授予合同的程序。这样做何以减少项目风险和成本。这方面最关键的问题是对所有的政府活动进行论证。

表A14.2：中国出现的一些主要的私营运营商⁷

城市	公司	项目营业额/成本 (百万美元)	合同/活动/投资
浙江：城市固体废弃物焚烧场，带有规划的垃圾发电设备	中国杭州锅炉厂	项目成本: 1.5	- 正在规划阶段 - 处理能力150吨/天 - 采用国外技术
杭州焚烧厂	中国杭州鲁能环保发电有限公司（资本：\$600万美元，其中\$240万由杭州市建设发展公司投资）	项目成本：25	- 生物废弃物焚烧厂 - 一期450吨/天，二期1050/天 - 运行管理合同
上海浦东，生化处理厂，	香港Meisheng International Group	总投资：27.6，100%由私营公司出资	- BOT合同 - 2003开始运营 - 处理能力100吨/天
上海浦东城市垃圾焚烧发电厂，	Alstom and Ingerop, 法国公司	NA	负责整个工程的所有方面，2002年焚烧炉启动（自1999年开始运行）
	意大利Impregilo投资组合（50%）和上海浦东发展（集团）公司的合资公司，上海浦东发展集团公司由上海浦东新区政府所有和控制	投资：80,4 详细成本： -工程：11,4 (14,2 %) -设备：37 (46,3 %) -安装：9,3 (11,6 %) -其他（研究，土地，移民安置）：22,4 (27,9 %) -总投资：80,1	- 运行管理合同于2003年12月签订 - TPD处理能力：1000吨/天 该焚烧厂有3座城市垃圾焚烧炉和2座500千瓦发电设备 - 处理能力：1000吨/天 - 发电：1亿千瓦时/年 - 总面积：80,000平方米 - 设计的城市垃圾热值6060kJ/kg，在4600-500kJ/kg之间波

⁷ 根据通过出版社或地方收集的数据。

			动, 实际运行=低热值 ⁸
上海老港城市垃圾填埋场	60/40 Onyx/CITIC Pacific consortium与上海城投环境产业发展有限公司的合资公司	估计总合同额: 312 投资61.2(27.6世行贷款)	- 2004年授予合同 - 填埋场的设计、施工、运行管理和垃圾转运至填埋场的特许经营合同
江桥焚烧厂, 浦西, 上海	2002年Onyx (投资240美元)与上海环城垃圾发电有限公司成立合资公司	投资: 90 预计20年营业额: 80	- 2003年授予合同 - 运行管理合同 - 20年合同 - 处理能力: 2003年城市垃圾 1000吨/天 (2004年增长到1500吨/天) - 中国最大的焚烧厂
广州填埋场, 广东省	与Waste Management Onyx HK Ltd.的合资公司 Golder Associates (加拿大)	NA NA	- 负责工程施工 - 2002年签8年合同 - 广州行风市政垃圾填埋场和垃圾发电系统的DBO合同 - 双层衬垫系统, 全面的渗滤液收集和处理系统, 有垃圾发电计划 - TPD处理能力: 6000吨/天
天津危险和有毒废弃物处理和处置中心	Onyx (44%), 两个中国合作者以及天津市的合资公司	估计项目成本: 12。 国家发改委为该项目批准了政府国债资金。	- 2001年签订 - 技术援助 - 危险和有毒废弃物处理和处置中心 - 焚烧技术, 从废弃物中回收可用的材料, 并安全掩埋危险废弃物。
在2002年12月, 威立雅环境(VE)与北京首创集团公司成立了合资公司, 注册资本3000万美元, VE占49%股份, 但在厂投入运行后将控制51%股份 (水, 污水和废弃物)			
贵州省垃圾发电厂	Hudson Electek, 美国 ⁹	NA	- 负责工程施工 - 300吨/天废弃物转

⁸ 在进入焚烧炉前, 固体废物必须放在废弃物坑中两或三天。有必要在焚烧炉中添加辅助燃料, 加强燃烧, 需要对渗滤液进行处理。这影响初期的焚烧厂运行成本。

⁹ 贵阳晚报, www.amcham-china.org.cns

			化为沼气。
宁波城市固体废弃物焚烧厂，浙江省	引进德国Novel的技术	投资：90	<ul style="list-style-type: none"> - 2001年8月投入使用 - 从德国进口3座焚烧炉。 - 每座焚烧炉能处理350吨/天 - 焚烧炉喷射柴油，保持垃圾以低热值燃烧。
龙岗城市垃圾焚烧厂，广东省	引进加拿大Richway技术	NA	<ul style="list-style-type: none"> - 1999年11月完工并投入使用 - TPD处理能力：300吨/天 - 发电：70-80兆瓦/小时 - 焚烧厂要添加柴油助燃，日耗柴油5吨
深圳城市垃圾焚烧厂，广东省	引进日本Mitsubishi的技术。	NA	<ul style="list-style-type: none"> - 1988建设 - 设备由日本进口
常州工业焚烧厂，江苏省	从日本JFE Holdings Inc公司引进技术。	常州幸运环保设备有限公司，一个香港和常州的合资公司，是该项目的主要投资方，投入了120万美元的启动资金。	<ul style="list-style-type: none"> - 位于常州国家环保产业园区 - 6.7公顷 - 日本技术 - 处理能力在30-450吨/天之间。

附件15 2001年挑选城市的环境服务水平

	工业废 水处 置 率 (%)	污水处 理率 (%)	人均 GDP (元)	城市家庭人 均年 处置支出 (元)	人均生活 空间 (平方米)	城市化 水平	新生婴死 亡率 (/1000)	人均日常生 活用电量 (kwh/年)
北京	94	39	24077.39	8493	16.5	68.69	5.63	432
上海	93		36206.43	8868	15.2			
石家庄	98	25	25476.06	5247	15.9	38	8	208
哈尔滨	84		18244.04	4508	12.6			
昆明	93		6654.652	6845	12.6			
成都	89	44	20110.93	6423	17.4	33.1	17.6	810
广州	88		38568.37	11349	18.9			
武汉	88	31	16205.67	6075	12.6	59	0.9	271
乌鲁木齐	84	58	17654.71	5644	13.98	81.37	16.28	342
西安	67		15493.25	5446	13.7			
兰州	84		15051.39	5048	12.3			
银川	58		11975.38	5369	14.2	77	10.5	466
贵阳	65		11727.62	5550	12.9	69.8	27.3	414
南宁	74	49	16121.12	6705	14.5	46.55	11.95	323
海口	100	68	23919.67	5424	16.8	84	7.5	188
长沙	100	55	23941.84	7370	14.8	38	6.1	300
镇州	95	7	16028.33	5444	13.9	55.07	16.22	509
西宁	86		6676.12	4245	12.8			
杭州	94		38246.9	7790	14.8			
合肥	97	77	17770.11	5040	12.1	79.94	18.4	407
南昌	57	18387.61	3925	10.99				
济南	92		25191.77	6892	16.7	47		435
呼和浩特	77		11788.62	4613	13.9			
福州	95		31582.03	6417	18.8			
重庆	77	49	9038.24	5570	14.6	53.1		467.1
贵阳	65		11727.62	5550	12.9			
南京	86		27128.08	7047	13.7			
长春	96		21335.72	5113	14.4			
太原	80	32	12821.13	5341	14.4	75.5	7	187.38
天津	98		20433.24	6121	13.9		10.9	

来源：中国城市年鉴，2001

附件16 填埋场设计和运行：最低标准

(改编自ONYX Industries, 2003)

目的

这些标准是由Onyx编制的，用以定义适宜的填埋场的设计和最低运行标准。他们特别适用于那些对填埋场设计和运营没有或仅有有限要求国家的设施。它们还适用于具有活性的非危险固体废弃物和危险废弃物填埋场。

除了以下的标准外，填埋场的环境保护系统在设计时必须符合所有可适用的法规。如果根据工程经济学确定提高这些最低标准要求能够改善环境保护，减少施工/运行成本而对环境没有不利影响，那么对最低标准要求的提高应该结合在设计中。

I. 填埋场设计标准

初步场地调查和水文地质研究

在开始场地设计和施工之前，必须进行适当的场地调查和水文地质研究。这些研究将确定现有的环境条件，可以以此来评估潜在的环境影响。需通过这些研究获取的基本信息和参数列在本附件结尾表A7.1中。

填埋场设计规划

工程设计规划必须根据每个场地的特定条件和要求来准备。一般的方法是在设计的整个过程中应用可靠的工程判断以满足如下一般要求。

- 环境保护
- 监管和许可证要求
- 有效的填埋场施工和运行
- 恢复、堆填区维护和终止使用计划

这里所列的最低标准必须作为准备填埋场设计规划的一个部分。这些标准不能替代填埋场详细设计规划和计算。

工程设计规划必须考虑如下内容：

- 场地的平面布置
- 面积和体积计算
- 土壤平衡和场地寿命计算
- 地质因素（边坡稳定性，基础下沉…）
- 地表水管理
- 衬垫系统设计
- 渗滤液管理系统设计
- 最终封场覆盖系统设计

填埋场衬垫设计要求

所有填埋场设施的新建和扩建的设计和施工应该设计成封闭设施，安装衬垫和渗滤液收集系统。衬垫系统的作用是提供一个屏障，防止渗滤液从填埋场流出污染土壤和地下水。衬垫系统同时可以阻止水流入填埋场而产生更多的渗滤液。一些特定场地条件也许需要更为严格的设计。

所有非危险固体废弃物填埋场必须设计复合衬垫系统。复合衬垫系统应该有最少1.5mm厚的高密度聚氯乙烯（HDPE）土工膜，敷设在1层50cm（最少）厚和饱和导水率小于或等于 1×10^{-8} 米/秒的重复压实的土壤或土壤混合物（如膨润土）上。基础边坡坡度应设计为至少2%。



目标：保护地下水

城市垃圾填埋场最低标准

- 1.5 mm HDPE垫层
- 50 cm 材料 $k \leq 10^{-8}$ 米/秒
- 基础边坡坡度 $\geq 2\%$

渗滤液收集系统设计要求

所有填埋场必须在衬垫系统上安装渗滤液收集系统。渗滤液收集系统的作用是控制渗滤液水头并允许进行正确的渗滤液提取。

所有填埋场必须在衬垫上安装渗滤液收集系统，满足等同一个30cm厚，最小饱和导水率 1×10^{-4} 米/秒的颗粒排水系统。渗滤液收集系统必须设计将渗滤液直接导向排水集水井或人孔。渗滤液系统的设计必须保证在其施工和运行时确保对衬垫系统的保护和完整性。

渗滤液收集系统有砾石排水层和管道组成。



目标：控制渗滤液水头和渗滤液的排放控制最低标准

- 30厘米粒状材料 $\geq 10^{-4}$ m/s
- 管道系统

填埋场的沼气管理系统设计要求

沼气收集系统的主要目标是控制填埋场沼气的积聚和转移，远离填埋场的边界并释放到大气中。填埋场的沼气必须进行收集和处理。

所有接受可生物降解废弃物的填埋场设施必须安装沼气主动收集系统，除非证明填埋场将不会产生足够的填埋场沼气。

在封闭一个处置区之后紧接着就要安装主动收集系统。主动收集系统必须安装在填埋场持续超过18个月不活动的区域。至少，收集系统收集的所有填埋气体都必须进行火炬燃烧。收集系统的设计应该考虑到废弃物块的预期沉降。



**目标：防止沼气转移和没有控制的溢出
最低标准**

- 主动收集系统
- 废气燃烧

最终封场覆盖系统设计

最终封场覆盖系统最主要的作用是减少水渗透到废弃物中，以减少渗滤液的产生量。最终封盖系统还可以帮助控制填埋场沼气的溢出，缓解臭气，帮助植被生长以减少土壤流失，而且可以使填埋场与周边环境融为一体。

所有固体废物填埋场必须安装适当的最终封盖系统，包含最少60cm厚饱和和导水率小于或等于 1×10^{-8} 米/秒的土壤层。

填埋场的最终坡面必须考虑封场后废弃物最终沉降。

顶部坡度要求最少5%以考虑表面水径流。边坡不能超过3:1（水平/垂直），除非边坡稳定性分析能够证明设计的结构是稳定的。

最终封闭系统必须有至少20cm厚的能生长植被的土壤层，以帮助植被的生长。



**目标：减少雨水的渗入
最低标准**

- 60 cm , $\leq 10^{-8}$ 米/秒 材料
- 坡度 > 5%
- 20 cm 能生长植被的土壤

地面水管理系统设计

正确地控制地面水对填埋场的运行非常重要。表面水管理系统主要作用有：

- 控制雨水流入和流走，将雨水与废弃物和任何由废弃物产生的被污染的水分离；
- 减少渗滤液的产生；
- 减少对地面水的环境影响。

地面水管理系统的组分特点必须要能够处理一定降水强度所产生的水量。设计者必须选择最适合系统所在场地位置和气候的设计暴雨频率。

环境监测系统的设计

适宜的环境监测系统的设计必须作为填埋场设计项目的一部分来考虑。必须对地下水、填埋场沼气、渗滤液、出水和地面水进行适当的、足够的监测，以探测潜在的环境污染。

根据初始的针对场址的水文地质研究，必须设计有最少3个监测井的地下水监测网络。监测井的位置和深度必须足够比较上游和下游地下水质量，并能在早期检测到泄漏。

接受可生物降解废弃物的填埋场会产生沼气，为此也要建立监测计划。该计划应该确定监测点的类型和位置，能够：

- 监测填埋场周界以外地下沼气的存在；
- 监测填埋场内沼气聚集的可能性。

II. 最低运行标准

如下是一套最低运行标准。这些要求并不意味着涵盖了填埋场运行的所有方面。目的是为那些典型的、环境影响可能性很高的区域提供标准。这些标准应该与设计的填埋场运行程序相结合。

渗滤液管理标准

渗滤液水位。渗滤液管理系统最主要的目标是保证积聚在填埋场底部的渗滤液保持最少。当季节性的主要水位低于衬垫层顶部时，渗滤液必须从主要的渗滤液收集系统中排出，保证最大水头小于或等于1米。渗滤液水位是相对衬垫层的高程，而不是相对于渗滤液排水沟或集水坑。

也有例外，当地质和水文地质条件适合，允许衬垫层顶部低于季节性主要地下水水位（也就是内坡），渗滤液的最高水位必须维持低于地下水水位。

如果设施许可有要求，正在使用的填埋场必须每季度或更频繁地测量和记录所有排水坑内渗滤液水位。已经封场的渗滤液水位必须至少每年测量和记录一次。

渗滤液处理和处置。达到国家法定污水排放标准的渗滤液可以在得到相关监管部门的许可后排放。不能达到排放标准的渗滤液必须在现场或现场以外进一步处理。禁止采用土地直接处理未经处理的渗滤液。

对非危险废弃物的填埋场，当敷设了符合上面第I节中定义的标准的有效衬垫层和渗滤液收集系统时，可以允许渗滤液循环喷洒作为渗滤液的管理方式。

渗滤液存储。渗滤液必须存储在封闭的储水池中或顶部至少高出水面30cm的敞开水池中，以防止风的干扰或接收额外的降水。地上式储水池必须有二级围护，能够容纳最大的储水池容积，并且顶部要有足够超高来接收降水。

渗滤液储存池的设计必须按照第I节中规定的针对各类填埋场的标准，设计复合衬垫系统。

雨水管理

通过使用临时堤坝隔离清洁的和被污染的雨水径流，确保将必须作为渗滤液进行处理的水的体积减到最少。与暴露的废弃物接触后的降水必须经过单独收集、检测，必要时可作为渗滤液进行处理。在空的未存放废弃物的单元聚积的地表水或雨水一般不需要进行处理，除非另外有规定，可以作为未被污染的径流进行管理。径流可以通过沟、渠或在适当的时候通过坡降排走。

临时/中期/最终封盖

在需要时，必须使用临时封盖将风吹起的杂物、臭气、啮齿类动物或鸟类捡拾的问题减到最少，同时将任何额外的渗滤液的产生量减少到最少。

当在法律上和实际情况下都可行时，应该考虑采用合成的封盖材料（土工膜、土工布或泡沫）替代土壤或其它松散材料，可以有效地保存填埋场的空气空间和控制渗滤液。为了保护自然土壤资源，在法律和实践都可行时，替代性的临时封盖材料（或产生收入的封盖材料）例如汽车回收后的残余物、精选的建筑垃圾和渣土，轻微污染的土壤，都可在考虑之列。

为了使渗滤液的产生和填埋场沼气最少化，在不接受废弃物的时间超过180天的区域表面要敷设中期封盖。

防止渗滤液循环的封闭材料应该在废弃物堆放之前移走。

在已经达到最终坡度的区域要敷设最终封盖。在最终封盖上播撒植物种子必须在敷设完最终封盖后的第一个生长季节内完成。

废弃物接收程序

所有的填埋场必须执行适当的废弃物接收程序，保证所有接收的进行处理或处置的废弃物的管理都符合所有适用的国家、区域或地方法规、许可或其它法律要求。

如下是针对特定场地提出的“废弃物接收程序”的最低要求：

- 对该设施所能接受的废弃物的描述；
- 估计、评价和批准该设施管理的所有废弃物的程序和方法；
- 在接收前提交有关废弃物信息的程序；
- 如果需要，向有关监管部门预先通知和批准接收废弃物的程序；
- 现场鉴定废弃物的程序包括：
 - 进入场地的文件控制，
 - 在已校准的地秤上称量废弃物量；
 - 废弃物进入或当卸载时的视觉检查，
 - 按照批准的接收程序中规定的方法，对特殊的和危险废弃物进行实验室筛选检测
- 该设施要保留所有的档案以证明达到标准。

运行手册

所有的填埋场都要准备运行手册。运行手册主要用来描述填埋场运行的关键程序。针对具体场地专门制定的操作手册必须至少包括如下内容：

填埋场分期。描述从开始到最后封场填埋场的运行分期计划。这份资料考虑对物料平衡、材料储存、交通路线安排、倾倒作业面的发展等进行正确规划

进场道路。描述场地内部通道系统和交通控制。

倾倒作业面。描述保证倾倒作业面最小的方法，防止臭气、渗滤液最少化和压实最大化。

压实。描述要采用的压实设备和压实方法，确保最大压实和避免无效利用。

地形勘测/监测填埋场密度。描述预定的方法来监测压实效率和通过常规的地形勘测监测是否达到经过审批的坡度平面的要求。

臭气控制。将要采取的减少或消除臭气的措施。

尘土控制。采取的减少由运输车辆造成的尘土的措施。

疾病媒介物的控制。采取的减少害虫、老鼠和鸟类的繁殖的措施。

杂物控制。通过使用工程方法（杂物筛分）或管理方法（人工收集）防止和/或减少杂物的策略。

消防。需要描述消防措施和补救行动计划，定位并消灭地面上和/或地下火。

应变计划。当面临事故或异常（火灾、处置未经认可的废弃物）时的管理程序预案

环境监测。描述规划的监测计划，包括地下水、地表水、渗滤液和填埋场沼气。

表A16.1：场地初步调查数据列表

A. 地图、剖面图和透视图
<ol style="list-style-type: none"> 1. 平面图 2. 地形图 3. 地质 <ol style="list-style-type: none"> (a) Structive (b) 地层 (c) 岩性 4. 水文 <ol style="list-style-type: none"> (a) 井、观察孔和泉水的位置 (b) 地下水位和等水压线 (c) 水深度 (d) 水质 (e) 回灌、排水和起作用的区域 5. 植被覆盖 6. 土壤 7. 航拍图
B. 井、观察孔和泉水
<ol style="list-style-type: none"> 1. 位置、深度、直径、井的类型和日志 2. 静止和抽水水位、水位图、产水量、比容量、水质 3. 地下水开发和使用的现状和预测 4. 腐蚀、结壳、井的干扰和相似的运行和维护问题 5. 泉水的位置、类型、地质、定位和水位图 6. 观察井网络 7. 取水样地点
C. 含水层数据
<ol style="list-style-type: none"> 1. 类型，如无限制的、自流的或表层的 2. 厚度、深度和构造名称

<ol style="list-style-type: none">3. 边界4. 透射系数、储水能力和渗透性5. 持水率6. 排水和回灌7. 地下水和地表水关系8. 含水层模型
D. 气候数据
<ol style="list-style-type: none">1. 降水2. 温度3. 土壤水分蒸发蒸腾损失总量4. 风速、风向和风力
E. 地表水
<ol style="list-style-type: none">1. 用途2. 水质3. 径流分布、蓄水的能力、进出水流量数据4. 回流、截面得或失5. 记录站