



# 生活垃圾处理现状及发展趋势

---

城市建设研究院 徐海云



# 主要内容

---

- 一、国内生活垃圾处理现状
  - 二、生活垃圾分类收集与利用
  - 三、生活垃圾处理面临的挑战
- 结束语

# 一、国内生活垃圾处理现状

## 生活垃圾处理的三种基本形式

- 回收利用  
(3种基本方式)
- 焚烧
- 填埋



垃圾的含义实际上就是废弃无用的东西，所有的物品在完成其使用寿命后，最终的归宿就成为垃圾，因此，垃圾在它诞生时的条件就是无用或低价值。

## 垃圾回收利用的三种基本形式-Recycling

- 垃圾本身确实又是由多种材料和物质组成的，所以在这个意义上又说明“垃圾是放错位置的资源”。

① 一是直接回收利用并保持其原有的使用功能，比如将啤酒瓶等经过清洗后重新作为啤酒瓶使用。旧衣服、二手物品使用



# 垃圾回收利用的三种基本形式

② 回收利用的第二个层次是不再保持其原有的形态和使用性能，但还保持利用其材料的基本性能，如废纸再生、玻璃再生；

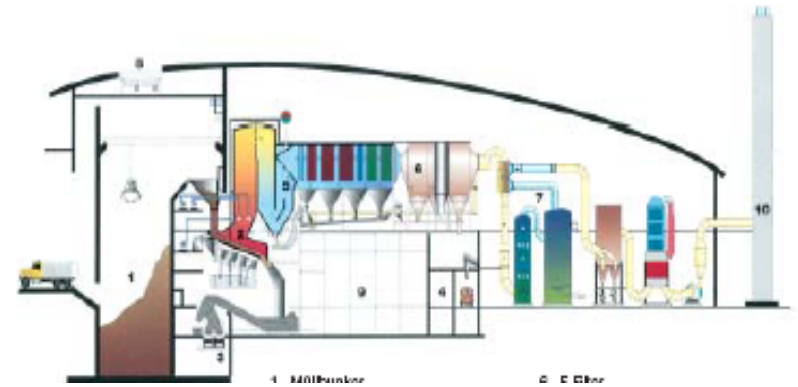


③ 回收利用的第三个层次是不再保持其原有的形态、使用性能和材料的基本性能，但还保持利用其部分分子特性等如生物质有机垃圾的堆肥



## 请区别还有一种形式的回收利用-**Recovery**

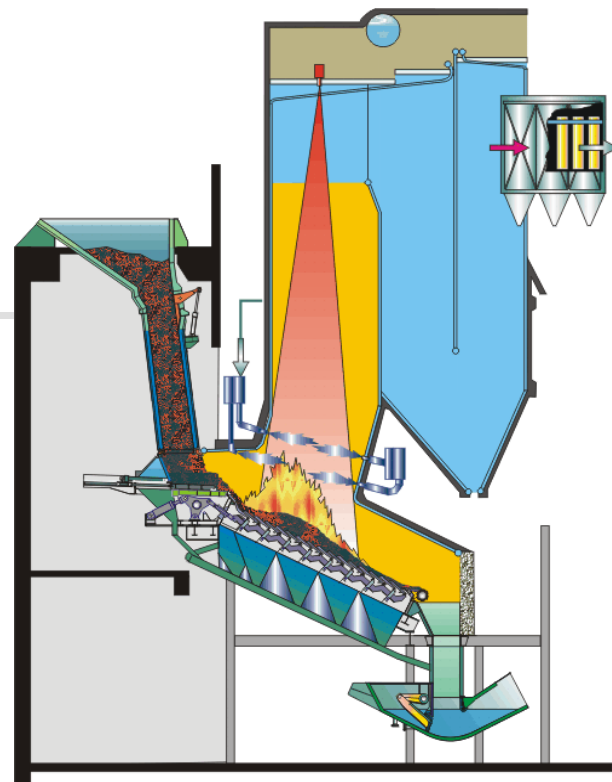
- 还有一种形式的回收利用-通常没有纳入回收利用范畴。就是不再保持其原有的形态、性能，而利用其分解合成过程中产生的能源或新材料，如垃圾焚烧的余热利用，填埋气体的回收等。



# 国内通常说的垃圾处理三种方式：堆肥、焚烧、 填埋



①堆肥处理



②焚烧处理





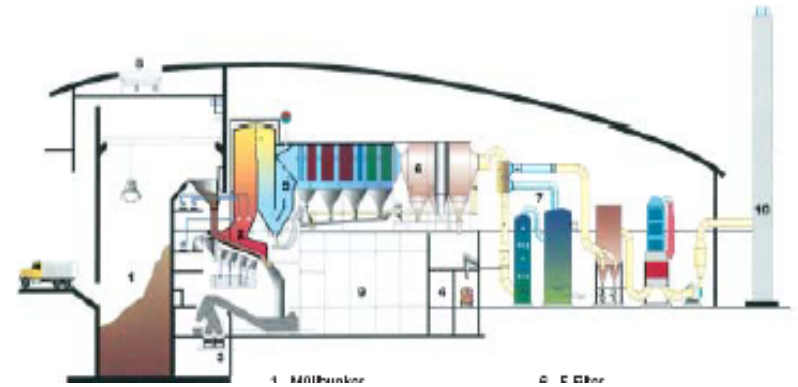


③填埋处理



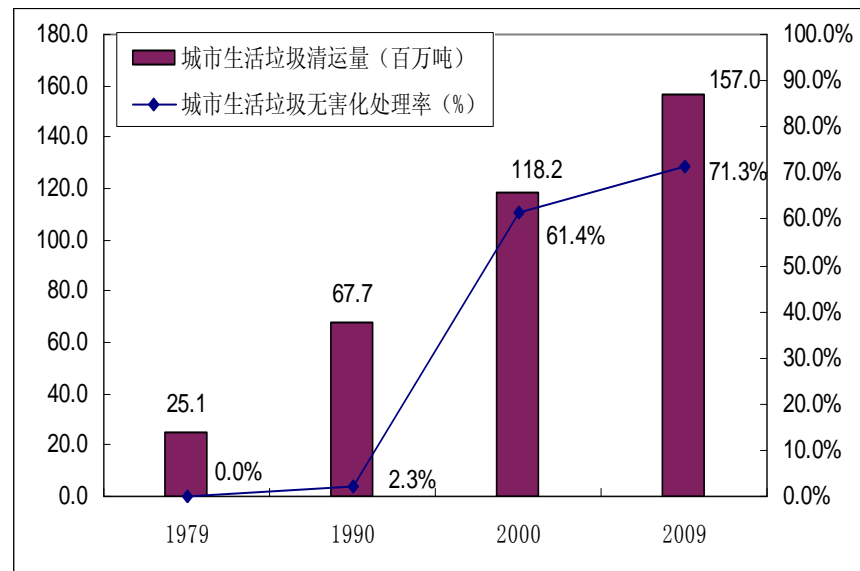
# 请区别还有一种形式的回收利用-**Recovery**

- 还有一种形式的回收利用-通常没有纳入回收利用范畴。就是不再保持其原有的形态、性能，而利用其分解合成过程中产生的能源或新材料，如垃圾焚烧的余热利用，填埋气体的回收等。



# 生活垃圾处理现状分析

根据2010年中国城市建设统计年鉴，截止至2009年底，全国654座设市城市生活垃圾清运量1.57亿吨，集中处理量约1.12亿吨，集中处理率为71%；有各类生活垃圾场超过567座，其中城市生活垃圾填埋场447座；城市生活垃圾堆肥厂16座；城市生活垃圾焚烧厂93座；其他为一些综合处理厂。



# 垃圾焚烧如果余热利用率高可以纳入回收利用 Recycling范畴

- 2007年10月10，  
欧盟环境署，正式将垃圾焚烧纳入回收利用范畴  
(注：对余热利用率有一定要求)

Agreed formulae within the WFD  
for the R1 Efficiency criterion

Treatment of waste in a WtE plant is **recovery** if:

An existing plant meets efficiency factor > 0,6

New plant (from 2009) meets efficiency factor > 0,65

**Energy efficiency formulae:**

**Energy produced – (Energy in added fuel + Energy import)**

---

**0,97\* x (Energy in the waste + Energy in added fuel)**

Equivalency factor electricity production x 2,6

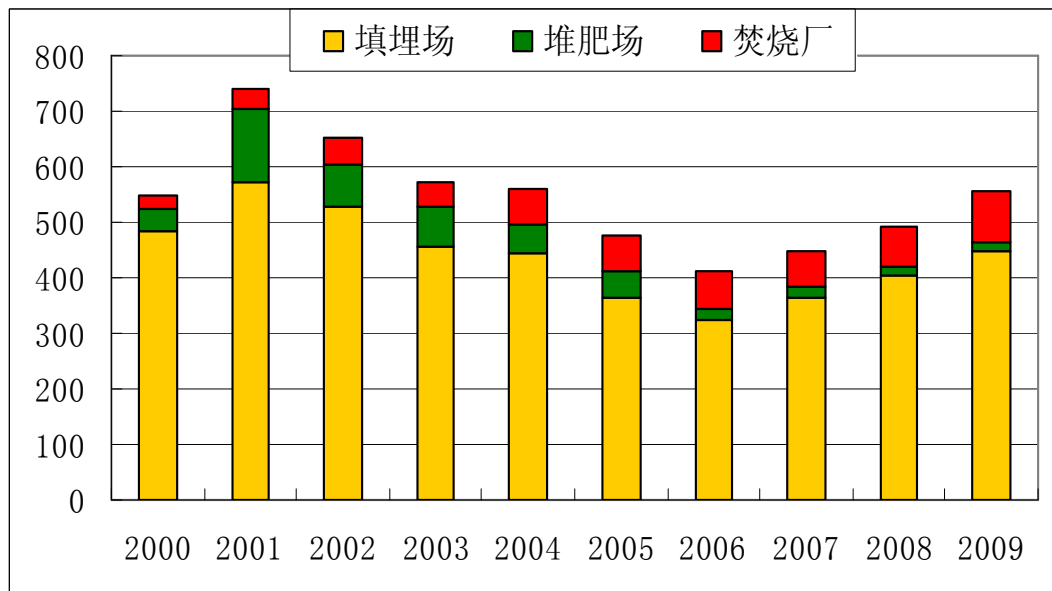
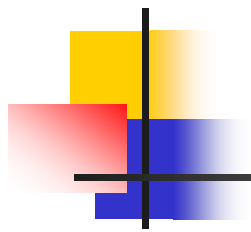
Equivalency factor heat exported x 1,1

\* factor accounting for energy losses due to bottom ash and radiation

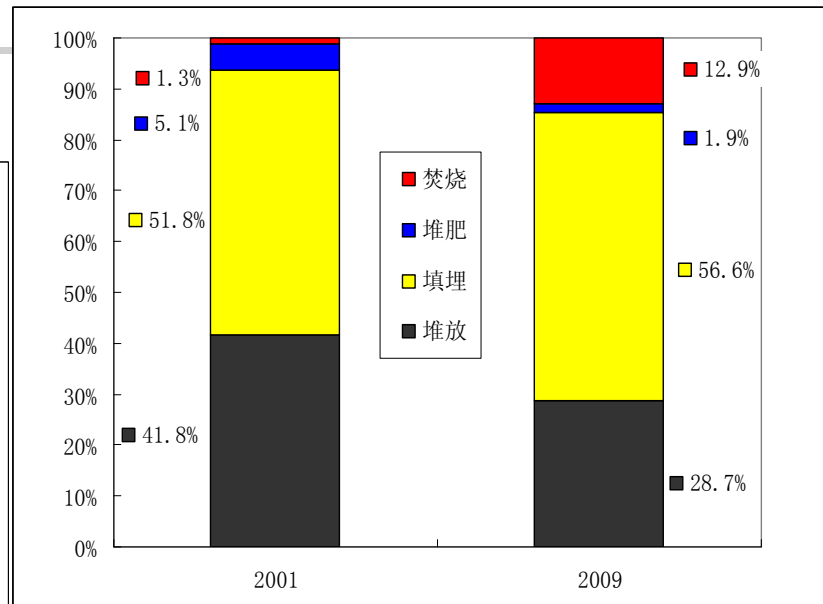
14

From October 10, 2007 Report of E.U. Environmental Agency on Europe's environment:  
Recycling and WTE are complementary:

“Recycling of municipal waste and incineration with energy recovery are used as complementary tools to divert waste away from landfills and to recover some economic value from waste. However, it should be recognized that strict technical standards of incineration must be observed to avoid detrimental effects on public health and the environment. When comparing waste disposal options

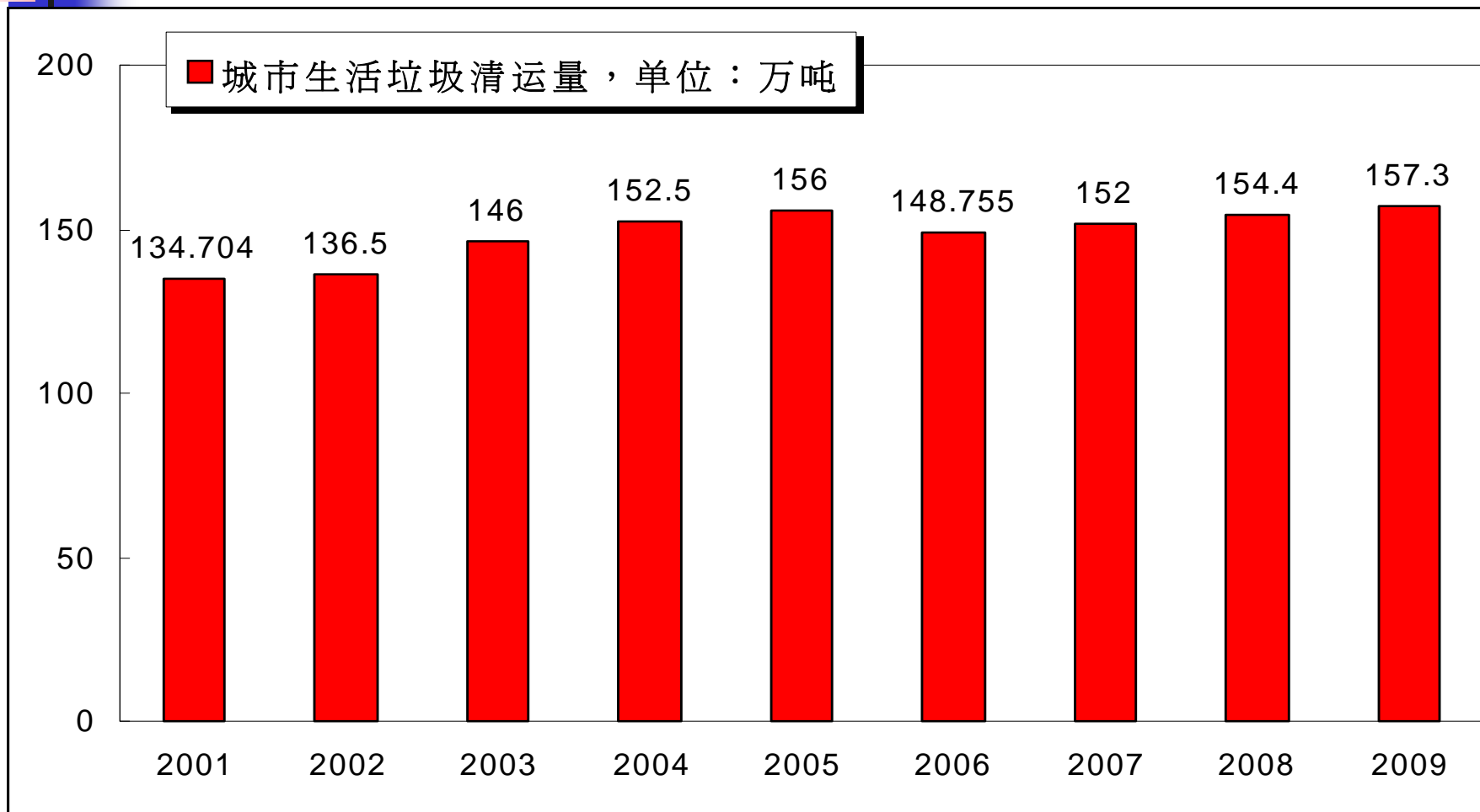


2000-2009城市生活垃圾处理场(厂)统计



2001-2009城市生活垃圾处理比例

- 年增长率2%，城市生活垃圾清运量的增长与人口增长直接相关



# 1)生活垃圾处理进步显著

## 各类处理技术都不同程度得到应用

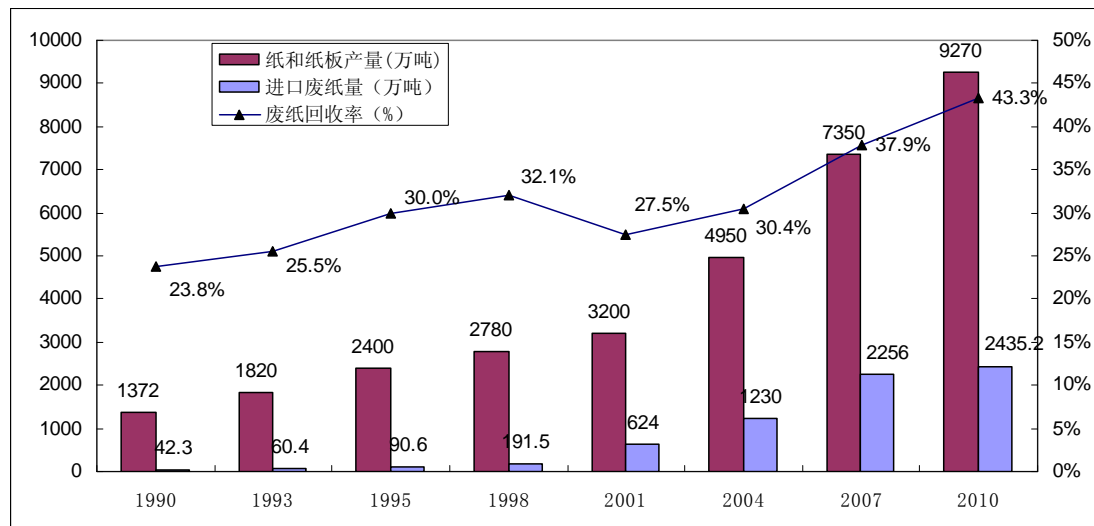


## 2) 生活垃圾中废品回收率较高.

而且这部分没有计入生活垃圾量的统计



1990-2010年我  
国纸和纸板产量、  
进口废纸量和废  
纸回收率





### 3) 生活垃圾处理的水平较低、村镇生活垃圾收运设施缺乏.

从总体上讲，城市生活垃圾处理还处于由堆放到处理的发展阶段。主要表现为垃圾堆放现象普遍存在，垃圾处理场的二次污染相当普遍。



# 典型特征：收运处理设施缺乏、污染严重



# 典型特征：收运处理设施缺乏、污染严重



# 露天焚烧——污染严重（如排放大量的二恶英）



分选综合处理等二次污染严重  
“十个综合处理厂，九个有问题”



#### 4) 处在城市生活垃圾特性变化的两大拐点

家庭燃料由燃煤转变为燃气

家庭生活消费由农贸市场转变为超市

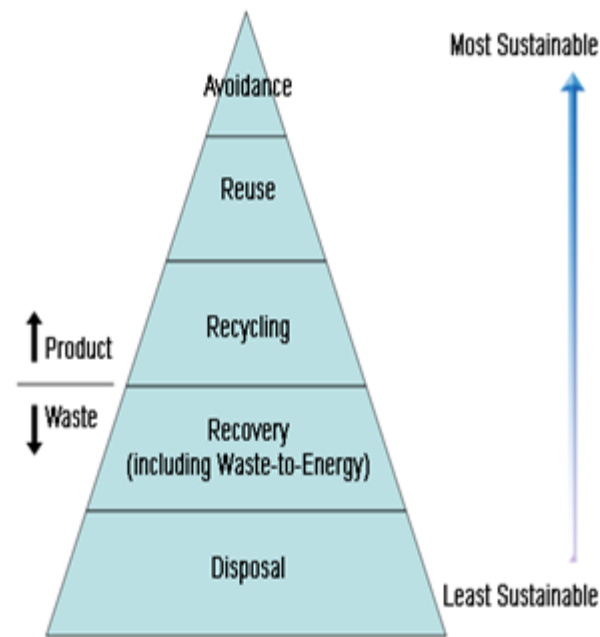


# 生活垃圾管理的战略与技术路线

## —减量化、资源化、无害化

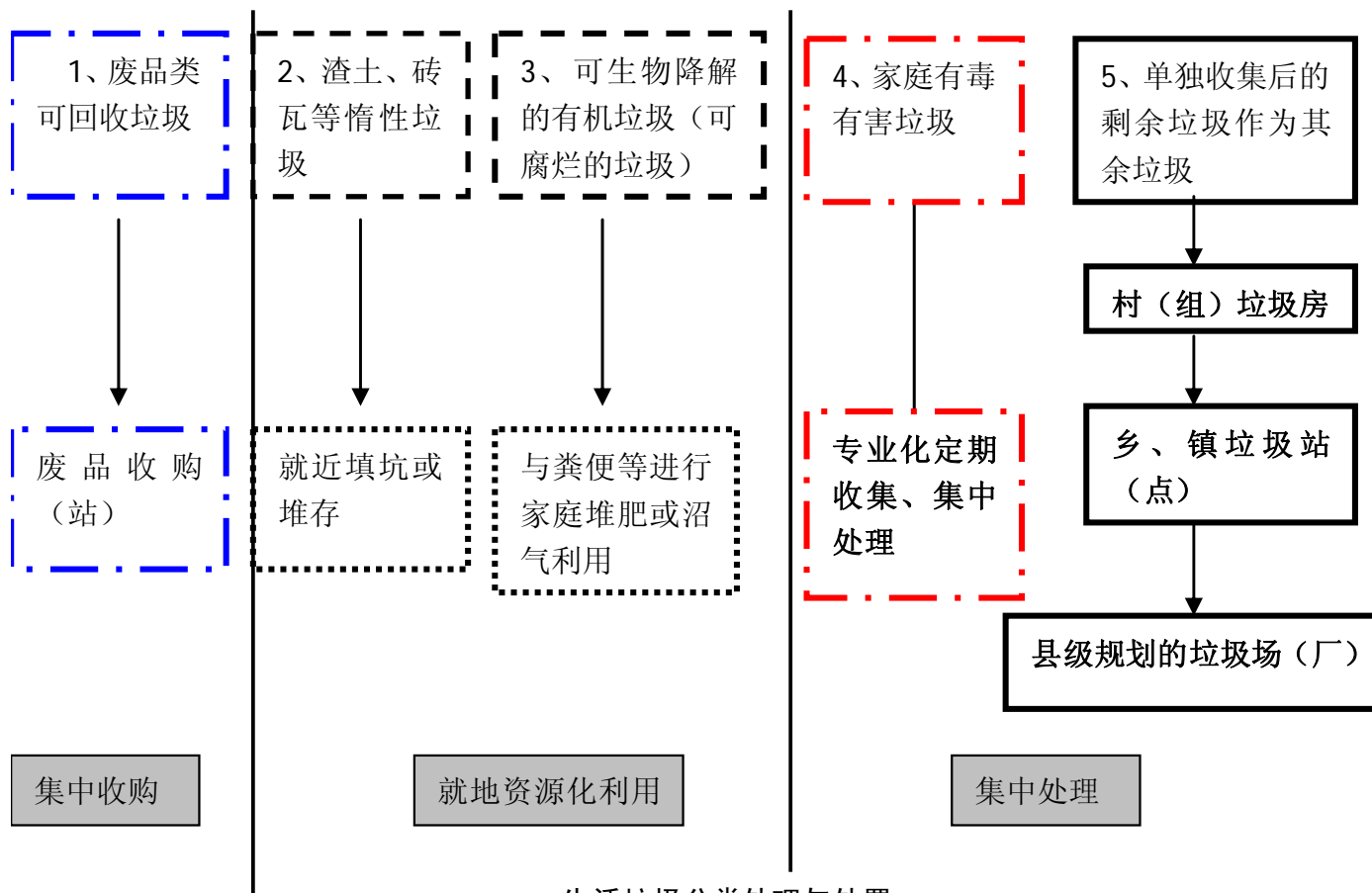
- 首先是尽可能避免产生；
- 其次是尽可能进行回收利用；其中——尽可能对可生物降解的有机物进行堆肥处理或厌氧消化处理，有机垃圾的循环利用属于回收利用范畴；
- 再次尽可能对可燃物进行焚烧处理并余热利用；
- 最后是对不能进行其他处理的垃圾进行填埋处理

尽可能的重要前提就是经济因素。  
为什么不能把垃圾全部进行利用，  
当利用成本很高时就不能利用



来源：Five-step waste hierarchy in the EU Directive 2008/98/EC (adapted after Zunft and Fröhlig, 2009)

## 二、生活垃圾分类收集与利用



生活垃圾分类处理与处置



# 发达国家和地区街道上的垃圾桶



## 先易后难：城市里生活垃圾分类收集首要的是建立家庭有毒有害垃圾单独收集体系

- 家庭有害垃圾主要有废弃药品、日光灯管、电池、油漆等，建立这些有害垃圾单独收集系统既十分不要，也十分有意义。这些垃圾并不是每天都产生，产生量也比较低。但如果不进行分类收集，则不然进入生活垃圾后端处理系统，其对生活垃圾处理的影响和环境危害都是明显的。家庭有害垃圾应由政府建立分类收集系统，让居民免费投放。为提高收集率，需要建立持续的宣传教育体系，甚至需要建立类似押金制度，提高居民单独收集家庭有害垃圾的积极性。
- 建立家庭有害垃圾单独收集体系也是对建立其他环保分类收集体系的直接考验。设想如果家庭有害垃圾单独收集体系不能正常运行，家庭厨余垃圾单独收集体系又如何能够建立并运行。





## 厨余垃圾单独收集：仅靠宣传教育是难以推动的

要做好家庭厨余垃圾分类我们准备了多少？

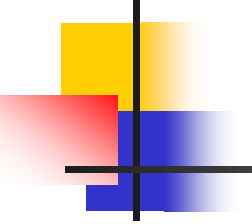
- 改变现有收运模式-垃圾定时定点收集
- 经济激励-垃圾计量收费说起
- 有效约束-不能偷倒垃圾
- 增加垃圾收运费用及配套设施——处理产物要有稳定的接受场地

## 如何对家庭的厨余类有机垃圾管理

我们需要变换思路，把控制生活垃圾水分作为管理目标。水分控制要从源头努力。

食品类有机物约80%通过我们的身体消化排到城市污水处理厂，只有20%左右进入垃圾物流



- 
- 美国的模式进行部分试点。如果将家庭中有机垃圾的30-50%的高水分有机垃圾如西瓜皮、汤、水果等食品垃圾清除掉，避免了对环境的污染和对可回收物的污染，实现了最有意义的垃圾分类目标。该产品的推广使用将不会增大下水道和水处理系统的负荷，而将大幅度提高垃圾热值，有利于垃圾焚烧处理。
  - 德国的模式可以从农村以及部分环保觉悟高的人群进行试点；
  - 日本模式也进行部分试点

如果要对家庭厨余垃圾单独收集有许多现实的障碍,如废除日产日清、管理与监督、放垃圾桶的位置、成本以及垃圾最终出路等.











## 三、生活垃圾处理面临的挑战

- 如果用一句话概括目前生活垃圾处理的矛盾：  
投入不足
- 如果要展开表现为：投入与需求的矛盾；市场化快速发展与监管能力的矛盾；高标准与低支付能力的矛盾
- 总是有限的钱完成最大限度的任务，体现在回收利用与末端处理脱节；投资与建设脱节；建设与日常运营脱节；日常运营与环保监督脱节。



## 三、生活垃圾处理面临的挑战

---

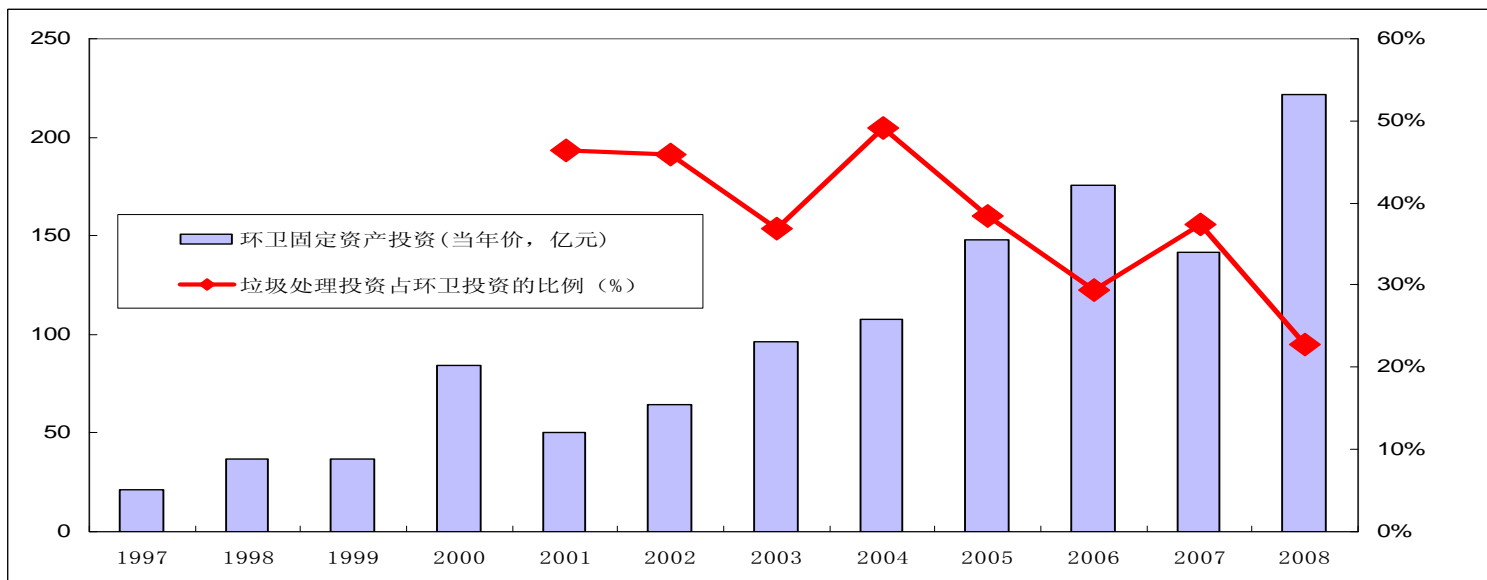
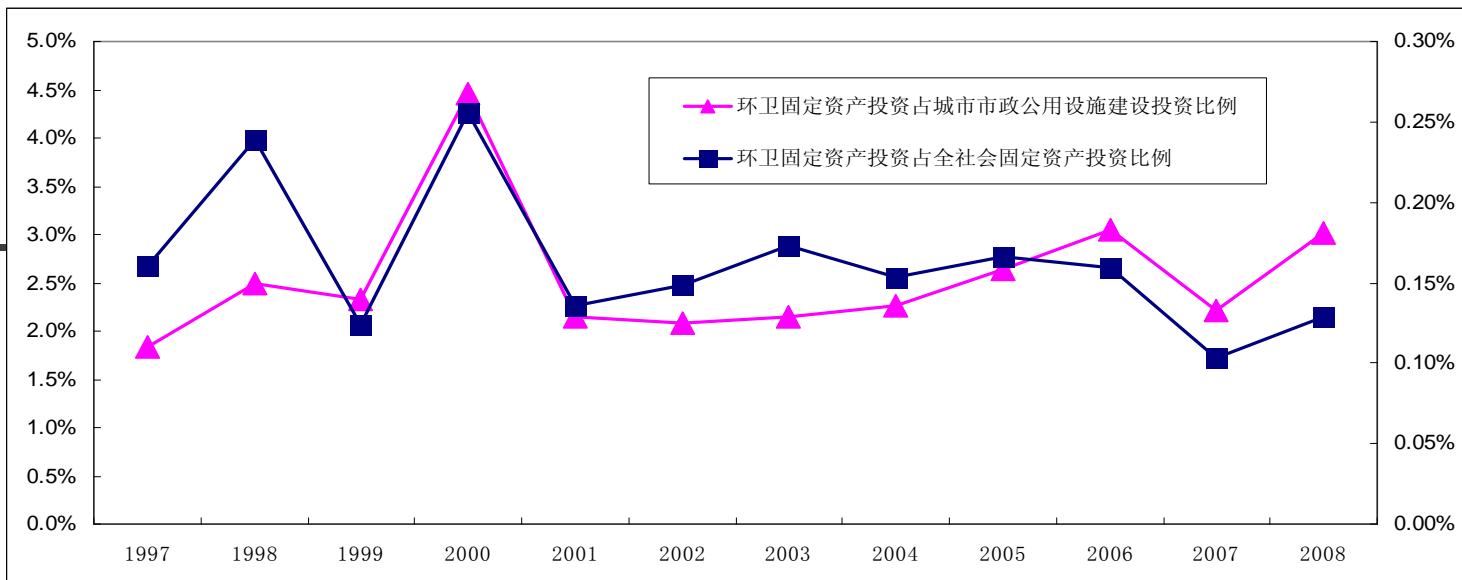
- 1、投入不足
- 2、生活垃圾处理可持续能力面临危机
- 3、规划难以落地
- 4、运行能力与污染控制标准脱节严重
- 5、监管能力缺失
- 6、分类收集缺少主体
- 7、废物收集处理条块分割严重
- 8、资源化调控能力缺乏
- 9、环卫工人工作条件和收入水平低
- 10、宣传教育混乱、督导体系待建立
- 11、新技术和新工艺应用混乱
- 12、环评陷入困境



## 1、投入不足

---

- “不差钱”和“真没钱”并存，领导重视与忽视并存。
- 垃圾收费认识存在误区，现阶段居民生活垃圾收费，还难以实现计量收费。没有计量收费，收费对减量化就没有促进作用。
- 市场化评判关键看目的是招商引资、还是引进技术和管理，是提高了效率，还是增加社会成本。有时把市场化作为增加投入的敲门砖，全部市场化、全部国有化都有致命障碍



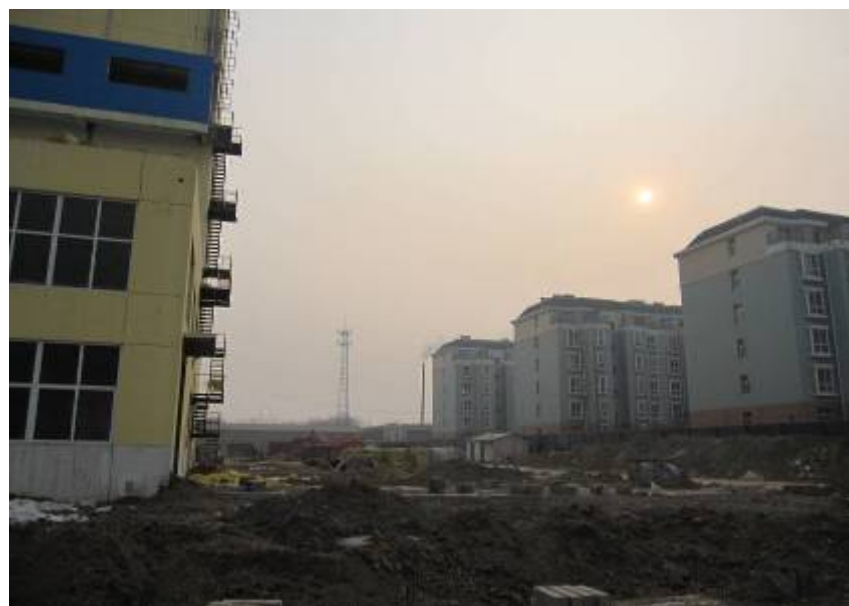


## 2、生活垃圾处理可持续能力面临危机

- 许多城市特别是经济发达的城市，垃圾处理能力严重不足，已有的垃圾填埋场接近饱和，而新的垃圾处理场建设遇到公众反对、土地制约等因素难以推进。垃圾危机已经迫在眉睫。

## 3、规划难以落地

- 在现有的垃圾填埋场建设垃圾焚烧厂无论从现实和环保的改善都具有合理性。但对填埋污染的忍受，填满后将封场的预期，房产升值利益驱动形成强大的反垃圾焚烧厂洪流。
- “邻避”运动方兴未艾，垃圾处理用地缺乏法律保障，“不当预期”缺少制约。





## 4、运行能力与污染控制标准脱节严重

- 污染控制标准要求达到了发达国家的水平，而运行投入还停留在发展中国家水平。如何避免形左实右？目前技术标准政治化趋向明显。

## 5、监管能力缺失

- 环保监管“有名无实”，建设运营监管“有责无力”。生活垃圾处理设施外部性强，如何实施有效监管，监管机制和体制都有待探索，监管人员、结构、经费有待落实。

## 可回收的经济性前提似乎被忽略！

### 6、分类收集缺少主体

- 活人收废品无动于衷，死垃圾筒满腔热情
- 总听说这样的批评！有环保意识的人把垃圾投放到可回收垃圾箱中，环卫部门又把混在一起了，言外之意，环卫部门挫伤了这些人的积极性。我说，非也，看一看，那两个垃圾桶里的垃圾，值钱的都已被检走，剩下的不混在一起，给谁？给你吗？回收利用的每一个环节都需要人去做，这些人要吃饭，要生存，要挣钱，要求这些人都为“志愿者”，难道不是虚伪吗？
- 旧袜子算作可回收物吗！





那种更实际！





## 7、废物收集处理条块分割严重，环境影响不平衡显著。

- 废品回收单独运行，医疗垃圾、机场垃圾、电子垃圾、餐厨垃圾也是分别运行的，垃圾管理的种类还将进一步细化，如已经或即将出现的污泥、大件垃圾、家庭有害垃圾。就是同一个城市不同区，垃圾收运处理水平也存在很大差距。有这样的现象，同在一个场区内，医疗垃圾焚烧厂排放的二恶英远高于相邻的垃圾焚烧厂；标准的填埋场旁边就有很多垃圾堆，那是来自附近农村的生活垃圾。垃圾焚烧厂建设运行水平很高，但进场垃圾车有的滴漏严重，道路都染黑了。



---

## 8、资源化调控能力缺乏

- 生活垃圾资源化不能停留在“地沟油”水平，卫生、环保、安全、经济一个都不能少。清洁利用任重道远。

## 9、环卫工人工作条件和收入水平低

- 《2006胡润百富榜》在中国上海发布，张茵以270亿元资产名列榜首，她是从事废纸回收利用的。全国大部分城市环卫工人的工资收入基本在最低保障水平附近。

## 10、宣传教育混乱、督导体系待建立

- 极端化之间摇摆。万恶之首与放错位置资源。
- 2007年，里斯本预防医学研究所研究表明：垃圾焚烧发电厂对居住在附近居民的血液中二恶英含量并有影响。
- 2009年，英国致癌委员会研究表明：居住在垃圾焚烧发电厂附近居民致癌风险非常低，按照现代流行病学调查，达到差不多监测不到水平）。

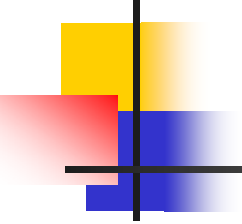
Lisbon University's Institute of Preventive Medicine: "waste incineration" does not impact on dioxin blood levels of nearby residents" of Waste-to-Energy plants  
[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

UK Committee of Carcinogenity: "any potential risk of cancer due to residency near to municipal solid waste incinerators was exceedingly low, and probably not measurable by the most modern epidemiological techniques"  
<http://www.advisorybodies.doh.gov.uk/Coc/munipwst.htm>

# 生活垃圾焚烧妖魔化宣传“深入人心”

- 地产绑架“垃圾场地”
- 利益绑架“媒体”
- 政府公信力的丧失
- 不满情绪的宣泄
- .....



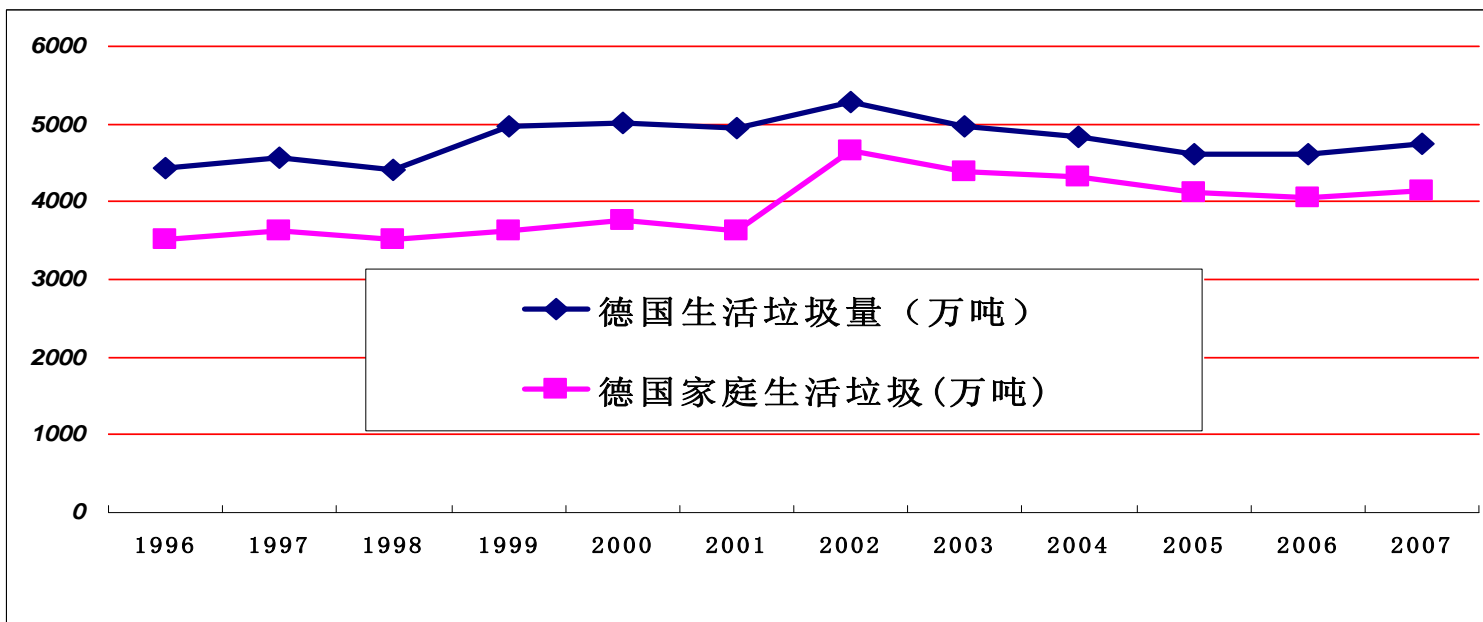
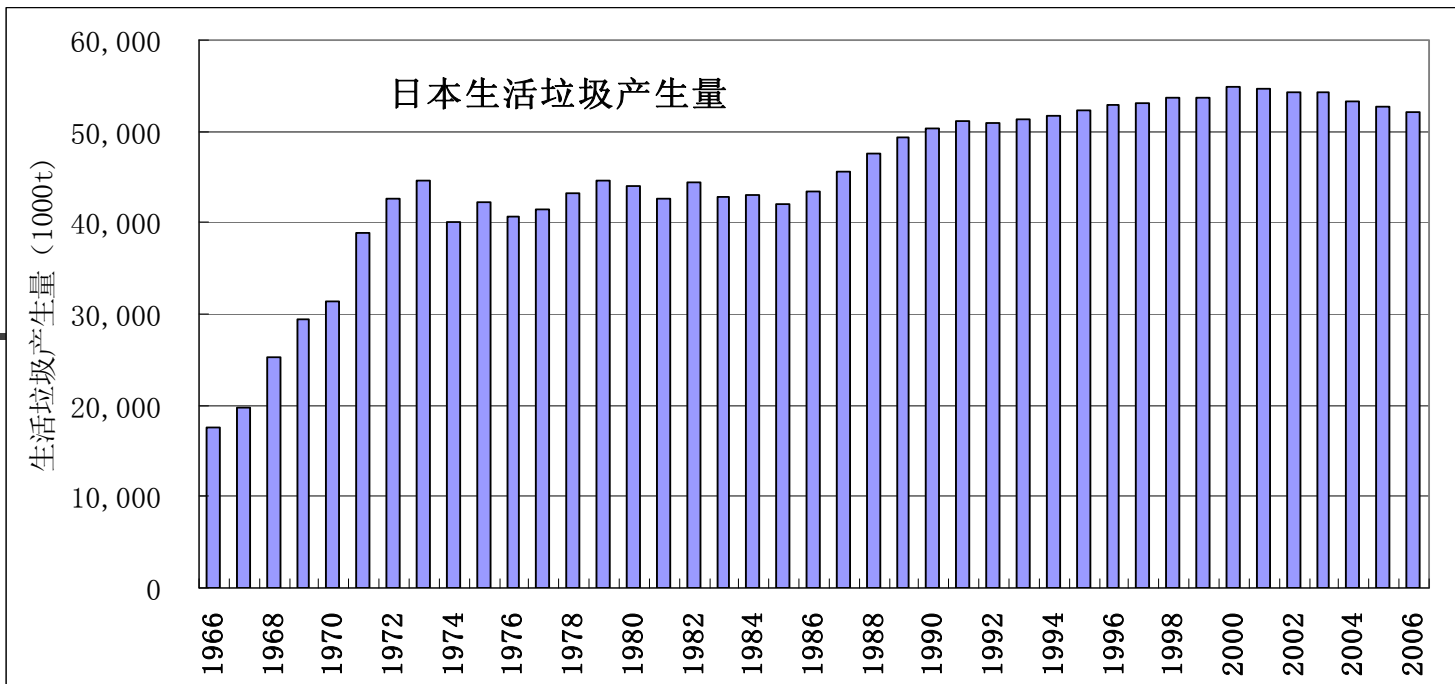
- 
- 混合收集的垃圾是否适合发展焚烧：垃圾焚烧处理从来就是针对混合垃圾-Mass burn incineration的由来；发达国家热值高，研究重点是控制热负荷，如水冷炉排；国内热值低，提高一次风温度，增加干燥段，改变炉膛结构等。

就是预处理后的RDF不也是混合垃圾吗！

## 混合垃圾能否焚烧？

- 当垃圾低位热值大于 $3300\text{kJ/kg}$  ( $800\text{kcal/kg}$ )时，可以不加或少加燃料在焚烧炉内焚烧；当垃圾低位热值为 $4200\text{-}5000\text{ kJ/kg}$  ( $1000\text{-}1200\text{ kcal/kg}$ )，用常温空气燃烧，烟气温度可达 $750^{\circ}\text{C}$ 左右；要使烟气达到 $850^{\circ}\text{C}$ 以上，需要通过一次、二次空气加热来弥补，一次、二次空气加热温度 $200\text{-}250^{\circ}\text{C}$ ；当垃圾低位热值为 $5000\text{-}8100\text{ kJ/kg}$  ( $1350\text{-}2000\text{ kcal/kg}$ )，也需要通过一次空气加热来弥补保证烟气温度在 $850^{\circ}\text{C}$ 以上，一次空气加热温度 $100\text{-}200^{\circ}\text{C}$ ；当垃圾低位热值为 $8100\text{ kJ/kg}$  ( $2000\text{ kcal/kg}$ )以上，通过常温空气加热，烟气温度可达 $850^{\circ}\text{C}$ 以上。
- 目前，我国环卫部门收集的城市生活垃圾（燃气普及地区）热值在 $1100\text{-}1300\text{ kcal/kg}$ ，通常这些垃圾要在垃圾焚烧厂垃圾池中停留 $5\text{-}7$ 天，垃圾中渗出水分在 $10\%\text{-}20\%$ 左右，因此，进入焚烧炉的生活垃圾热值也相应提高 $10\%\text{-}25\%$ ，平均热值达到一般在 $5000\text{-}5800\text{ kJ/kg}$  ( $1200\text{-}1400\text{ kcal/kg}$ )，通过对一次空气加热温度 $100\text{-}200^{\circ}\text{C}$ ，烟气温度达到 $850^{\circ}\text{C}$ 以上。
- 垃圾焚烧工况主要取决于垃圾热值。发达国家垃圾热值高，焚烧炉炉排往往需要设置水冷，而我国生活垃圾热值低，燃烧一次风需要预热，这属于焚烧炉具体工艺参数设置的技术问题，与能不能进行垃圾焚烧完全是两回事。生活垃圾的热值变化与居民的消费水平有着直接关系。家庭燃料由燃煤转变为燃气，家庭生活消费购物场所由农贸市场转变为超市，生活垃圾特性将出现显著变化。日本一些城市的生活垃圾热值在1978年前也在 $5000\text{ kJ/kg}$ 左右，到1990年以后达到 $9000\text{-}10000\text{ kJ/kg}$ 。

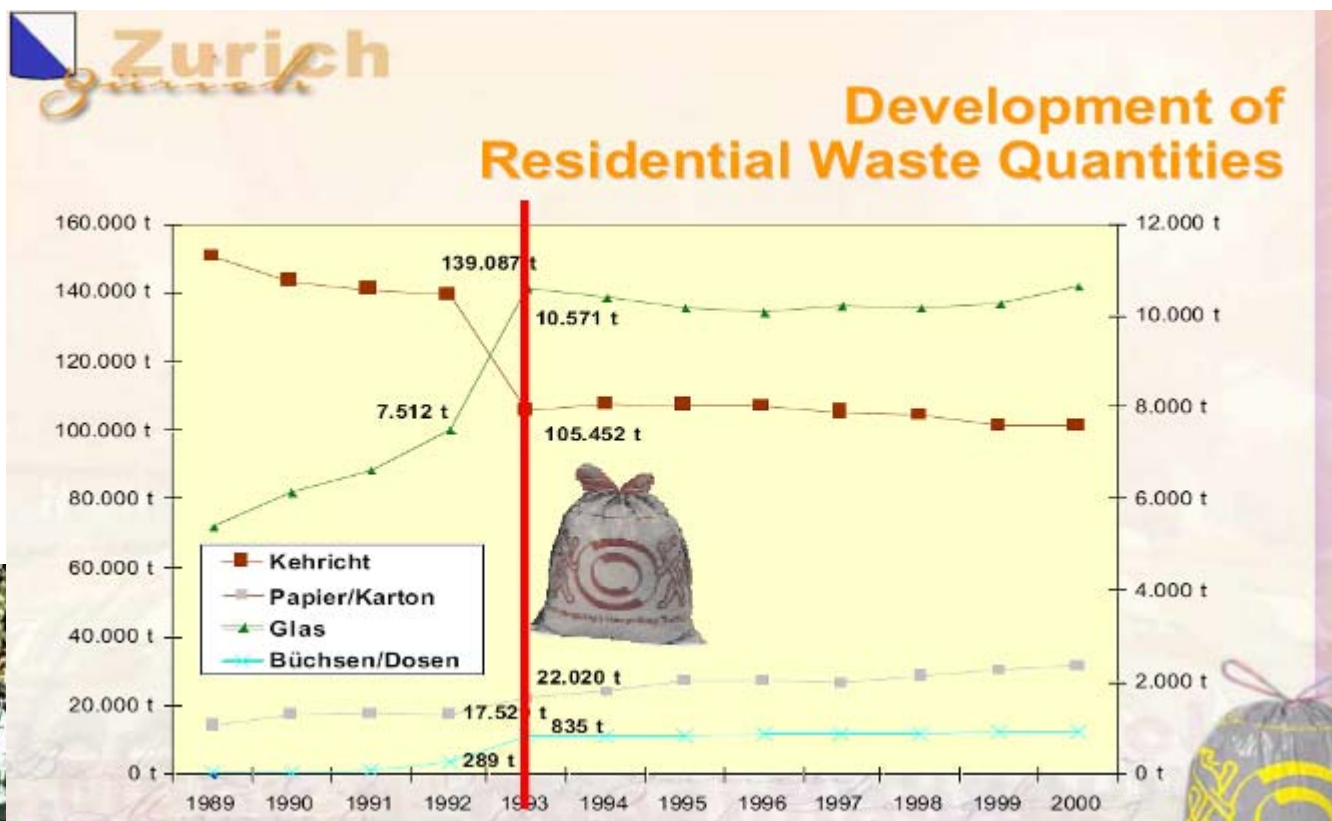




生活垃圾大幅度减量？

## 发达国家往往采用计量付费推进分类收集

瑞士苏黎世  
1993年  
开始引入  
按袋收费



不会持续减少！





## 11、新技术和新工艺应用混乱

---

- 如何避免“不成熟技术工艺”推广  
如：“小火电”式垃圾焚烧，“魔术”般的垃圾资源化技术，等等

技术选择是否存在特例？

# 目前广泛应用的焚烧炉类型及对应的固体废物类型

2005年8月欧盟公布的欧洲污染综合防治局（European IPPC Bureau）研究报告

技术类型	未预处理的生活垃圾	预处理的生活垃圾和RDF	有毒有害废物	污泥	医疗垃圾
往复炉排	广泛应用	广泛应用	一般不用	一般不用	有应用
移动炉排	有应用	有应用	很少应用	一般不用	有应用
摇动炉排	有应用	有应用	很少应用	一般不用	有应用
滚筒炉排	有应用	广泛应用	很少应用	一般不用	有应用
水冷炉排	有应用	有应用	很少应用	一般不用	有应用
炉排+转窑	有应用	一般不用	很少应用	一般不用	有应用
转窑	一般不用	有应用	广泛应用	有应用	广泛应用
转窑+水冷	一般不用	有应用	有应用	有应用	有应用
立式炉	一般不用	一般不用	有应用	一般不用	广泛应用
卧式固定床	一般不用	一般不用	广泛应用	一般不用	有应用
鼓泡流化床	很少应用	有应用	一般不用	有应用	一般不用
循环流化床	很少应用	有应用	一般不用	广泛应用	一般不用
旋流流化床	有应用	有应用	一般不用	有应用	有应用
热解	很少应用	很少应用	很少应用	很少应用	很少应用
气化	很少应用	很少应用	很少应用	很少应用	很少应用

# “一堆垃圾”变“两堆垃圾”



# 混合垃圾堆肥处理厂不能运行:不是堆肥技术不行

- 国内某混合垃圾堆肥厂



同理，混合垃圾厌氧消化厂将不能运行也不是技术不行

- 国外厌氧消化处理大多建立在单独收集基础上







## 12、环评陷入困境

- 垃圾处理项目环评如何满足公众参与要求，如何反映环境保护的真正需要，如何平衡整体利益与局部利益，如何协调经济发展水平与污染控制水平已经成为问题。甚至有些地方出现生活垃圾处理设施因污染总量限制而不能建设或要求更严格标准建设的怪现象。这就是生活垃圾不处理（堆放处理）因未统计而相当于“零排放”，而要改善环境、建设正规的生活垃圾处理设施却因有排放而受到总量控制，进而受阻。

# 结束语

## 1、认识问题-实事求是

- 只有实事求是，才能找到垃圾问题的症结，为进一步找到破解垃圾问题打下基础。
- 不怕走弯路和犯错误，可怕的是不能面对错误，沿着错误继续前行。
- 客观认识垃圾、垃圾资源化、分类收集、……



## 2、阶段性-循序渐进

理想目标不是一蹴而就的  
摩托→面包→夏利→桑塔纳→奔驰



从垃圾收集过程看：不完全收运→完全收运→分类收运

从垃圾处理过程看：分散堆放→卫生填埋→填埋减量→控制填埋物

发达国家用了大约30-40年时间走完上述历程



### 3、经济性——没有盈利，就没有产业发展！

- 填埋气或生物气  
气体量高估了，  
利用价格低了

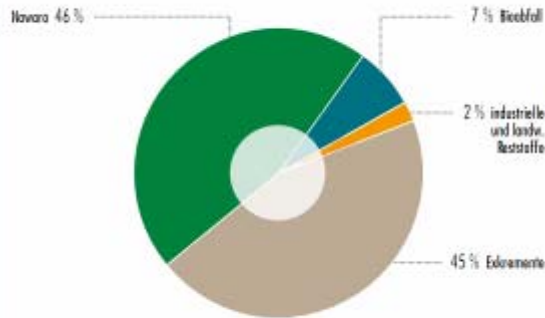


# EEG2009

## Vergütungssätze durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

elektrischer Leistungsbereich	Grundvergütung Cent/kWh	KWK Bonus Cent/kWh	„Innovative Technologie“-Bonus Cent/kWh	Immissions-Bonus Cent/kWh
<= 150 kW	11,67	3,00	2,00	1,00
151 – 500 kW	9,18	3,00	2,00	1,00
501 kW – 5 MW	8,25	3,00	2,00	–
5,001 MW – 20 MW	7,79	3,00	–	–

### Massebezogener Substrateinsatz in Biogasanlagen

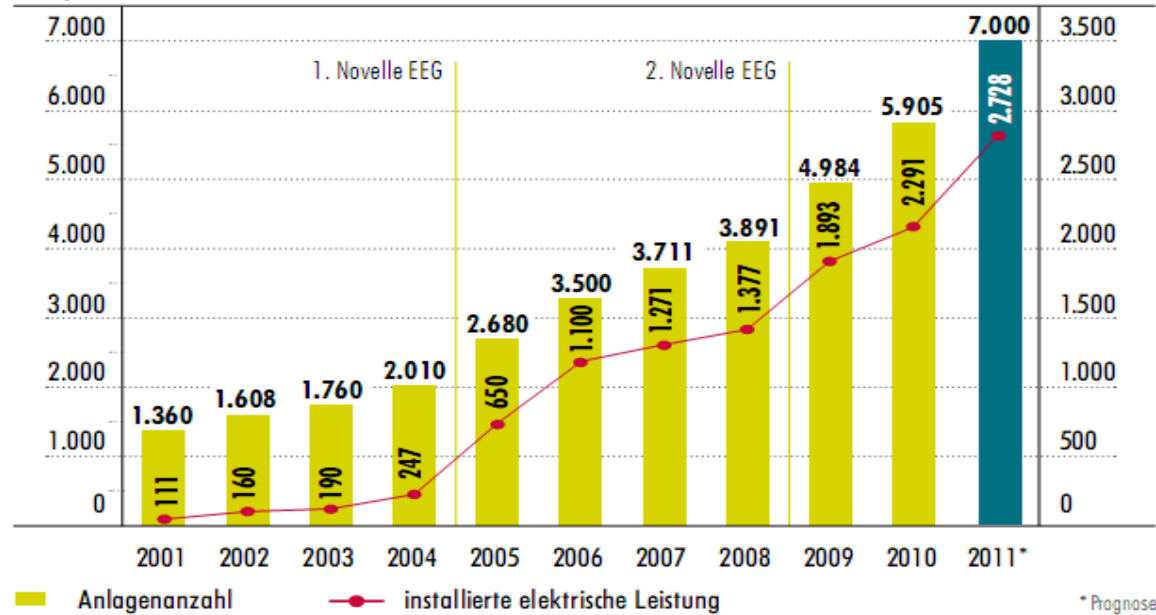


Quelle: BfE 2010 © FNR 2011

Abb. 10: Massebezogener Substrateinsatz in Biogasanlagen (Befragungsfrage)

### Anlagenanzahl

### Installierte elektrische Leistung (MW<sub>el</sub>)



Quelle: FNR nach FvB 2011

\* Prognose

© FNR 2011

Abb. 2: Entwicklung der Anzahl und elektrisch installierte Leistung der Biogasanlagen in Deutschland



## 结束语

---

- 谢谢大家!

- THANK YOU VERY MUCH

**Email:** [xuhaiyun@263.net](mailto:xuhaiyun@263.net)

**电话:**13501389879