

# 厨余垃圾处理技术及减排潜力分析

刘晓

博士/副研究员；高级技术顾问

中国城市生活垃圾领域国家适当减缓行动项目（IWM NAMA）

Xiao.liu@giz.de

中华人民共和国住房和城乡建设部  
Ministry of Housing and Urban-Rural  
Development (MoHURD)

**NAMA** Facility

On behalf of



Federal Ministry  
for the Environment, Nature Conservation  
and Nuclear Safety



Department for  
Business, Energy  
& Industrial Strategy



Danish Ministry  
of Energy, Utilities  
& Climate



Implemented by

**giz**

Deutsche Gesellschaft  
für internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

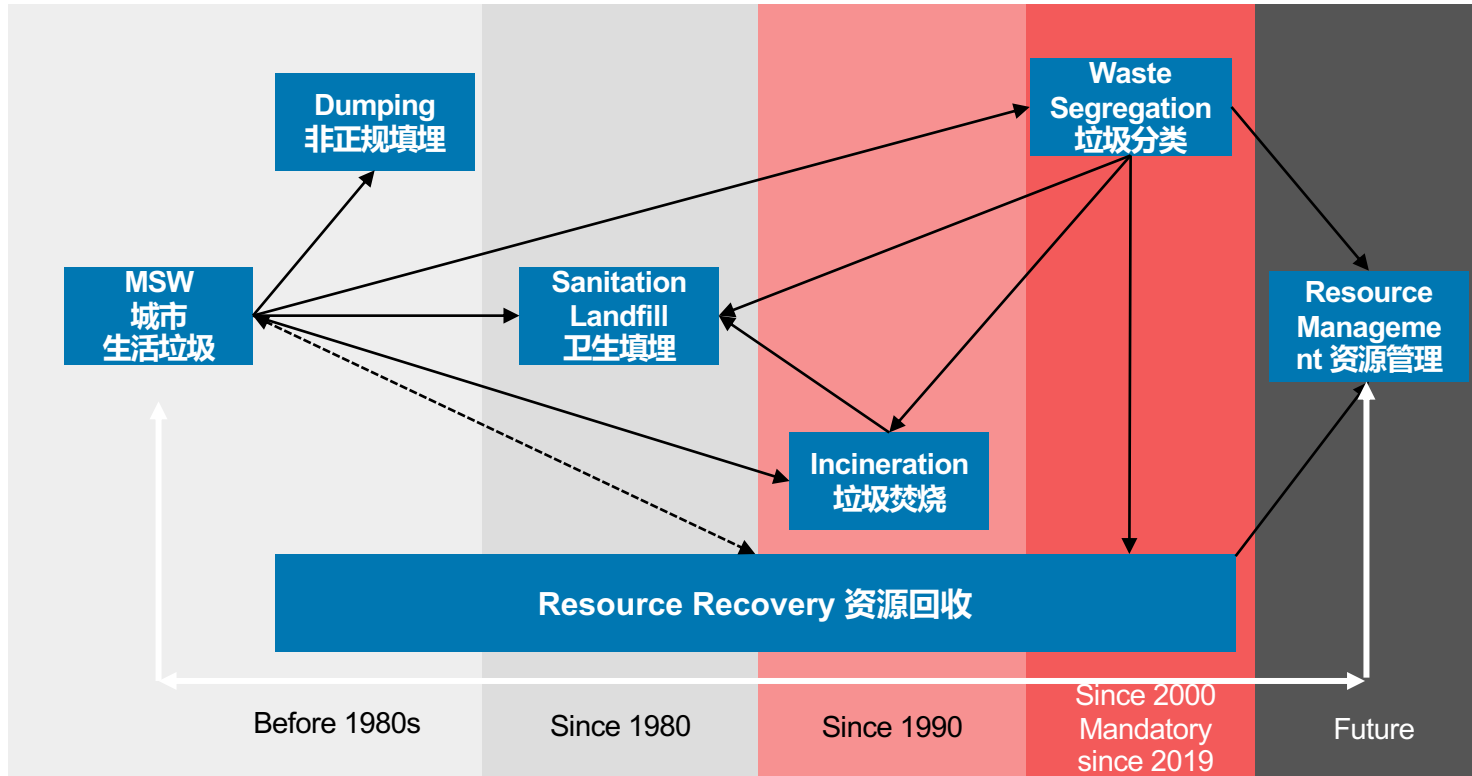


中国城市环境卫生协会  
China Association of Urban Environmental Sanitation



- 1. 生活垃圾管理概述及厨余垃圾处理的意义**
- 2. 国内外典型厨余垃圾处理技术总结**
- 3. 厨余垃圾处理可持续商业模式建立**

# Development of MSW management in China 中国城市生活垃圾管理发展历程



# MSW generation and collection 城市生活垃圾产生量及清运量

Generation **1.0-1.4** kg/d/capital  
每人每天产生**1.0-1.4公斤**垃圾

**2018年**

**Beijing** MSW collection  
**北京**生活垃圾清运量：

**9.75 Mt 975万吨**  
**27,000 t/d 2.7万吨/天**

**Shanghai** MSW collection

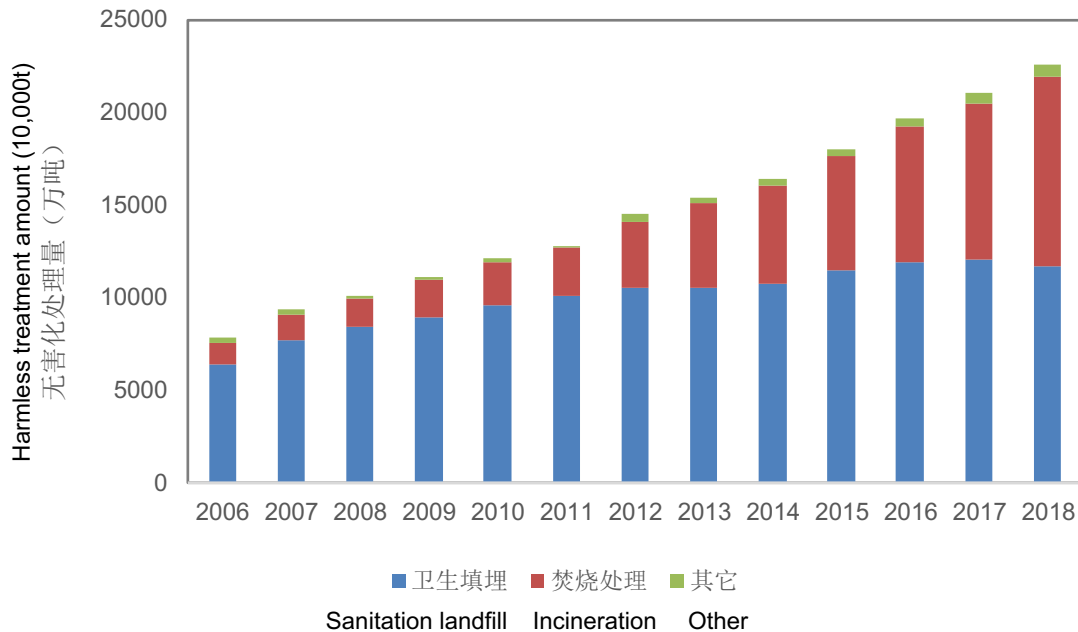
**上海**生活垃圾清运量：  
**7.85 Mt 785万吨**  
**21,000 t/d 2.1万吨/天**



**National 全国**  
MSW collection  
生活垃圾清运量  
**230 Mt; 2.3亿吨**  
**625,000 t/d**  
**62.5万吨/天**

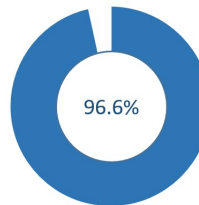
Data from: China Statistic Yearbook 2019  
数据来源：《中国统计年鉴2019》

# MSW treatment and disposal 城市生活垃圾处理处置

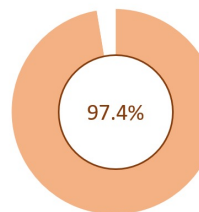


Harmless treatment rate %

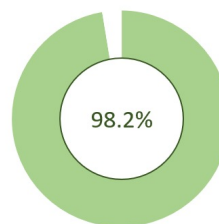
2016年无害化处理率



2017年无害化处理率



2018年无害化处理率



# MSW treatment facilities 城市生活垃圾处理处置设施

Present 现在

Past 过去



# Future of MSW management in China 城市生活垃圾管理未来？



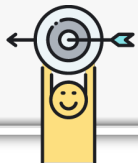
Further Reduction, Resource recovery  
进一步减量化、资源化



Intensive management, high quality  
development  
精细化管理、高质量发展



From linear treatment to circular  
economy  
从线性管理到循环经济



Waste segregation is the starting point  
垃圾分类是垃圾管理新阶段的起点

# Future of MSW management in China 城市生活垃圾管理未来？



VS



Mixed MSW 混合生活垃圾



Segregated MSW 分类生活垃圾

Source prevention, source reduction, source segregation! To keep high purity and quality!  
源头减量，源头分类，确保分类品质和纯度！

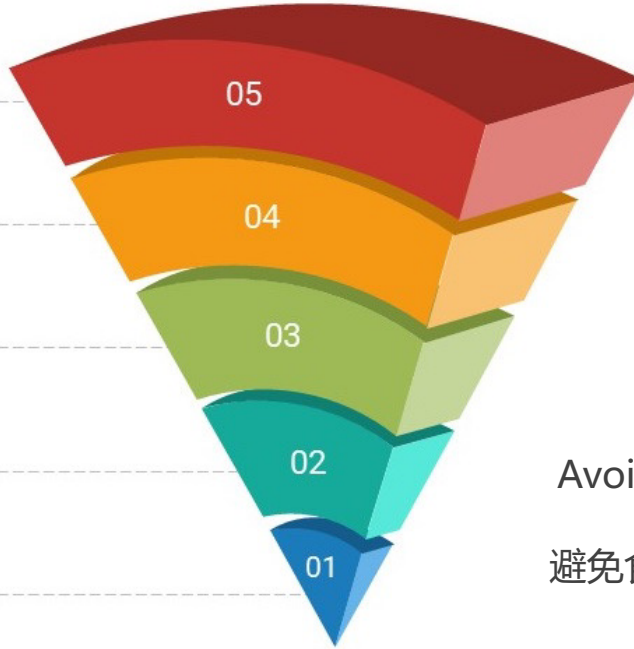




- 1. 生活垃圾管理概述及厨余垃圾处理的意义**
- 2. 国内外典型厨余垃圾处理技术总结**
- 3. 厨余垃圾处理可持续商业模式建立**

# Food waste management hierarchy 厨余垃圾管理基本原则

-  Prevention  
避免产生
-  Reuse  
再次利用
-  Recycle  
再生利用
-  Recovery  
能源回收
-  Disposal  
最终处置



Avoid food loss is the most important!  
避免食物浪费/损失尤为重要！

# 典型厨余垃圾处理技术总结

## 源头减量技术

源头粉碎-进入市政管网  
源头粉碎制浆-单独收集

## 分散式处理技术

分散式堆肥处理  
分散式生物干化

## 集中处理技术

传统好氧堆肥技术  
淋滤挤压+生物处理技术  
高压压榨+生物处理技术  
车库式干发酵技术  
机械生物处理技术

# 国内外典型厨余垃圾处理技术总结—源头减量



## 源头减量技术

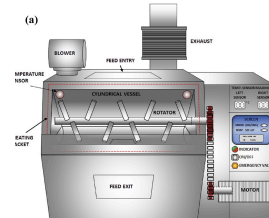
源头粉碎-进入市政管网

源头粉碎制浆-单独收集

- 1)可以实现厨余垃圾的有效分离及源头减量，降低城市生活垃圾的收运量，研究表明25~75%的家庭覆盖率可削减12~43%的厨余垃圾量；
- 2)可消除混合收集填埋带来的温室气体排放等负面影响，显著改善填埋场的环境卫生条件；
- 3)对于市政管网和城市污水处理系统的承载能力要求较高
- 4)美国覆盖率相对较高，加拿大、澳大利亚、新西兰的家庭覆盖率分别为10%、12%和30%。

# 国内外典型厨余垃圾处理技术总结—分散式堆肥

名称	自然简易堆肥	小型堆肥桶	小型智能堆肥箱	集装箱式堆肥
单次处理能力	--	10~300升/批次	500升~2吨/批次	20~50吨/批次
处理周期	8-12周	6-8周	2-4周	2-4周
年处理能力	--	80公斤-3吨	100-500吨	500-4000吨
适用范围	小型社区	家庭或者小型社区	小型社区或单位	大型社区或公园
售价	废物利用	100元~4000元	10-60万	70万~200万
特点	成本低， 需要较好的维护； 需要家庭/社区有一定的操作经验	容积小，使用灵活 成本较低 需要家庭/社区有一定的操作经验	智能控制， 堆肥周期相对较短 完成腐熟，稳定化后可直接施用	智能控制， 堆肥周期相对较短 完成腐熟，稳定化后可直接施用



# 国内外典型厨余垃圾处理技术总结—快速生物干化

名称	快速生物干化
单次处理能力	100kg-5t
处理周期	8h-48h
年处理能力	--
适用范围	社区或单位
售价	
特点	快速减量化 能耗较高，需要二次腐熟

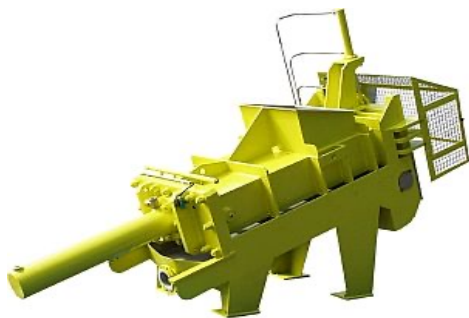
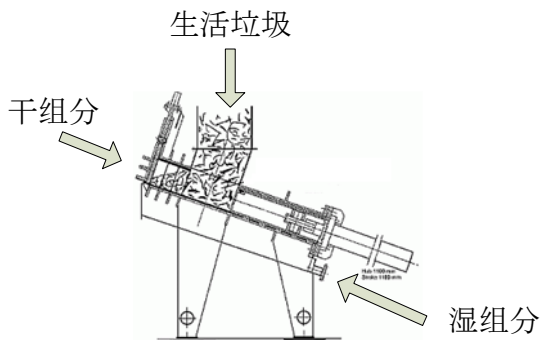
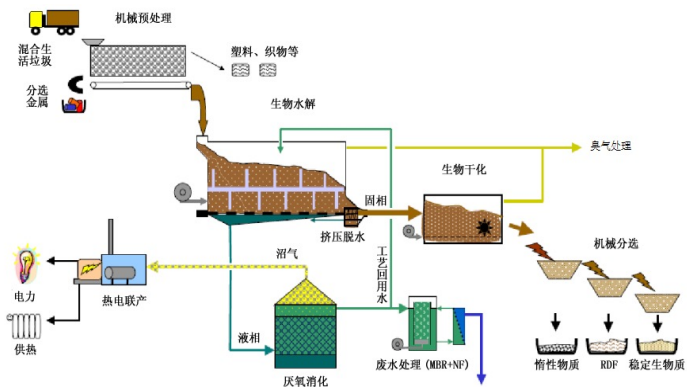


# 国内外典型厨余垃圾处理技术总结—集中堆肥技术

名称	条垛式堆肥	仓式堆肥	立式发酵塔堆肥
堆肥周期	腐熟期：4-8周 稳定期：8周	腐熟期：2周 稳定期：8周	腐熟期：2-4周 需要外接菌种
适用范围	集中式城市有机垃圾处理	集中式城市有机垃圾处理	集中式城市有机垃圾处理
特点	厨余垃圾与园林垃圾/农业废弃物协同处理		



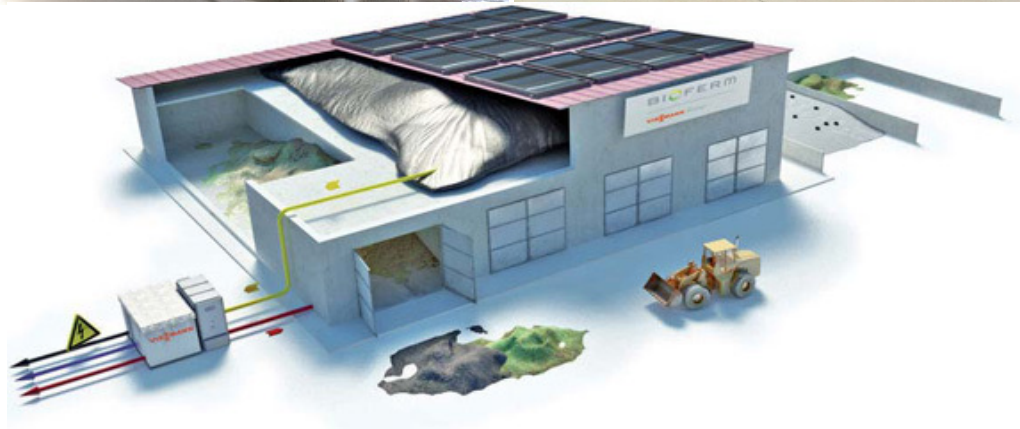
# 国内外典型厨余垃圾处理技术总结—淋滤挤压/高压压榨



- 1)适用于分离纯净度不高的厨余垃圾；
- 2)进一步加强有机组分的分离，有机组分和其它组分分别处理

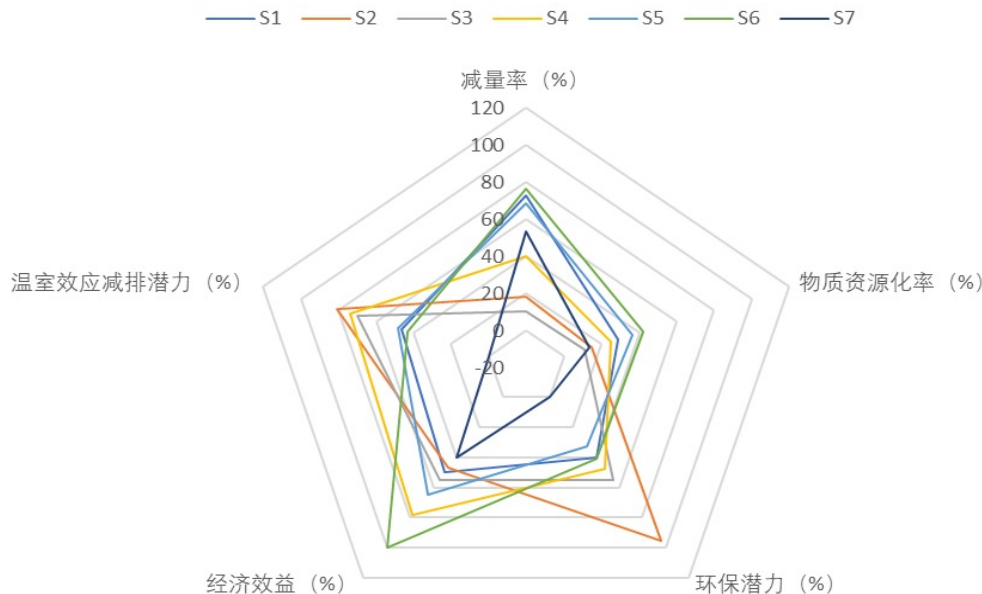


# 国内外典型厨余垃圾处理技术总结—车库式干发酵



- 1)适用于分离纯净度不高的厨余垃圾；
- 2)设计简单，操作运营相关简单，转化率有限，对于原料的包容性较强

# 国内外典型厨余垃圾处理技术总结



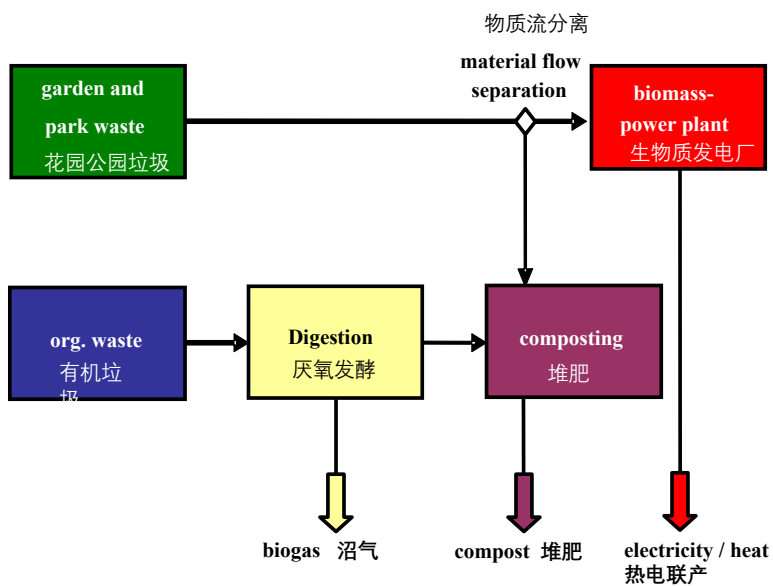
S1: 三相分离+好氧堆肥+有机肥/填埋
S2: 湿式厌氧+沼气利用/油脂回收/沼渣焚烧
S3: 湿热水解+湿式厌氧+沼气利用/油脂回收/沼渣填埋
S4: 湿热水解+湿式厌氧+沼气利用/油脂回收/沼渣利用
S5: 干式厌氧+沼气利用/堆肥/填埋/焚烧
S6: 破碎+昆虫转化+灭菌/有机肥/填埋
S7: 小型就地处理设施

- 1) 经济效益：昆虫转化>厌氧/好氧>快速处理
- 2) 综合环境效益：厌氧>好氧>快速处理
- 3) 温室气体减排效益：厌氧>好氧>快速处理
- 4) 沼渣的资源化利用非常重要
- 5) 加强设施建设运营管理水平
- 6) 仅为

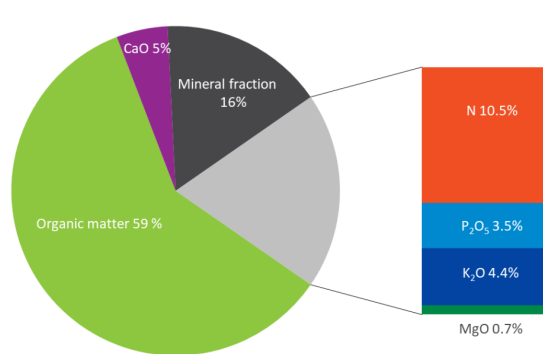
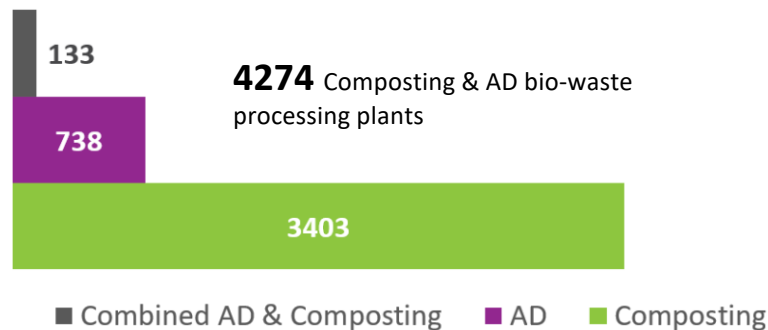


- 1. 生活垃圾管理概述及厨余垃圾处理的意义**
- 2. 国内外典型厨余垃圾处理技术总结**
- 3. 厨余垃圾处理可持续商业模式建立**

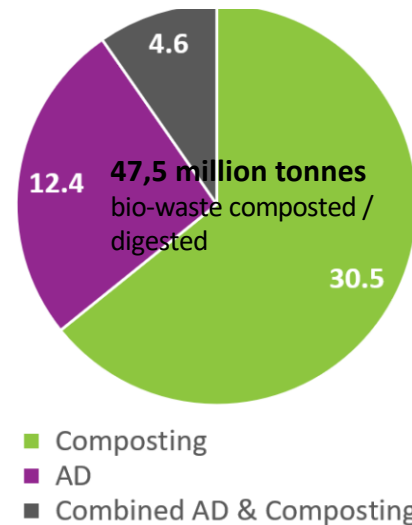
# 厨余垃圾处理可持续商业模式建立-欧洲



1 tonne of fresh compost = 300 kg organic matter  
Application of 30 tonnes per hectare of fresh compost  
1吨新鲜堆肥=300公斤有机质，每公顷可以使用30吨堆肥

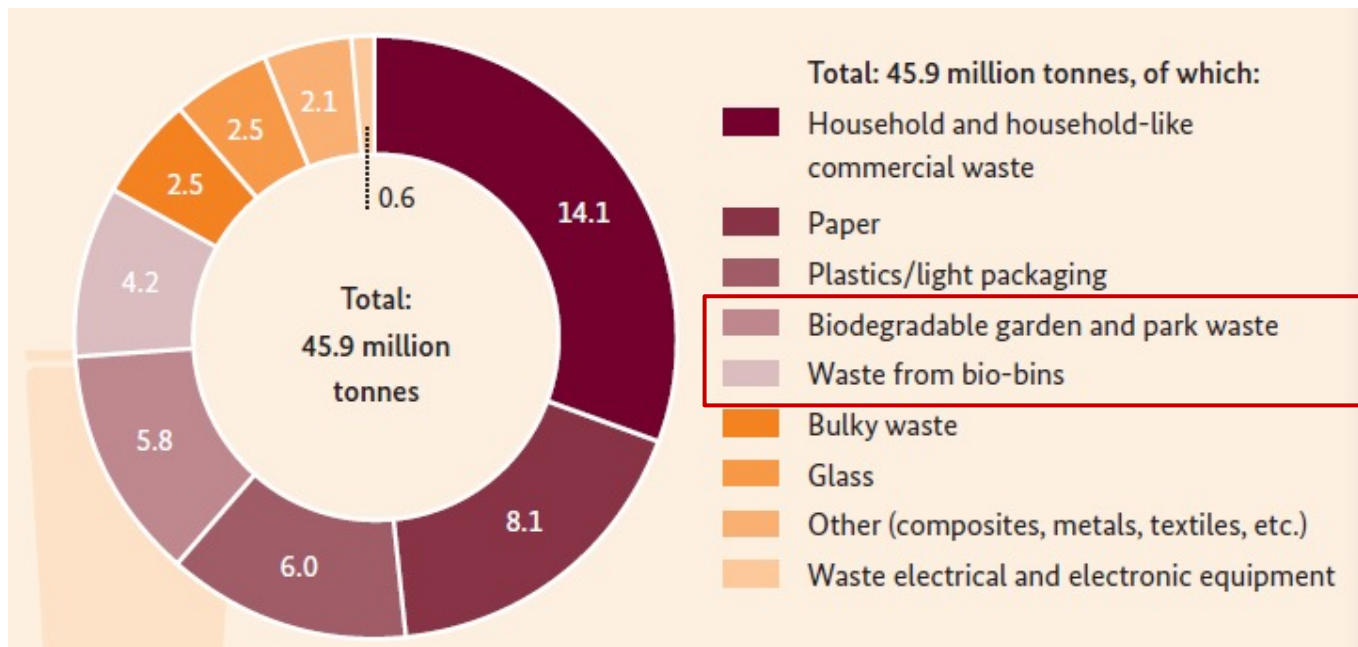


Digestate typical composition (% dry matter)



# 厨余垃圾处理可持续商业模式建立-德国

家庭源废弃物组成-2015年（单位：百万吨）



1180万吨



其它来源有机垃圾



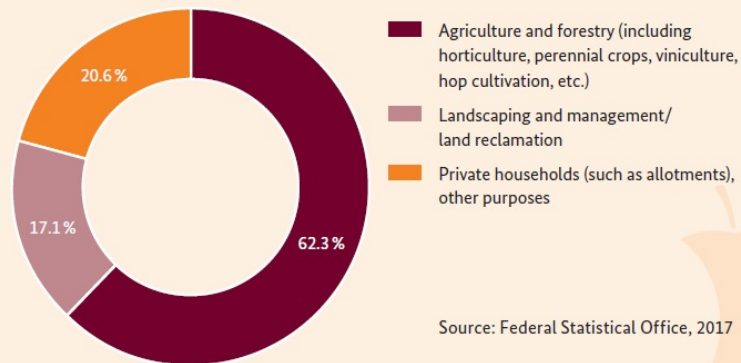
超过1300万吨  
人均有机垃圾：  
118kg/a；约0.32kg/d

# 厨余垃圾处理可持续商业模式建立-德国

有机垃圾处理方式	设施数量	处理量 (万吨)	产品 (万吨)
堆肥	868	737	396
厌氧消化 (含厌氧+堆肥协同)	1392	648	409

Fig. 9: Use of compost 2015

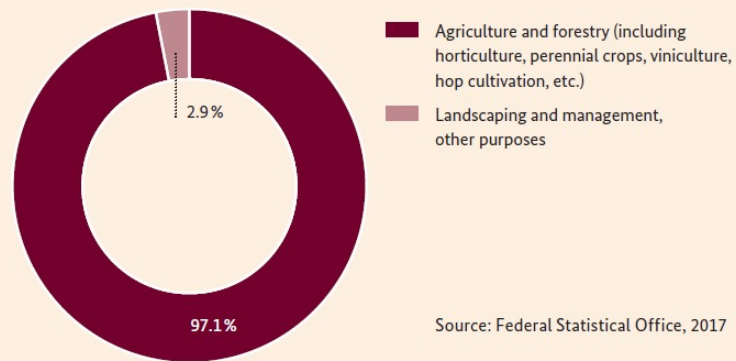
As a percentage



Source: Federal Statistical Office, 2017

Fig. 10: Use of digestate 2015

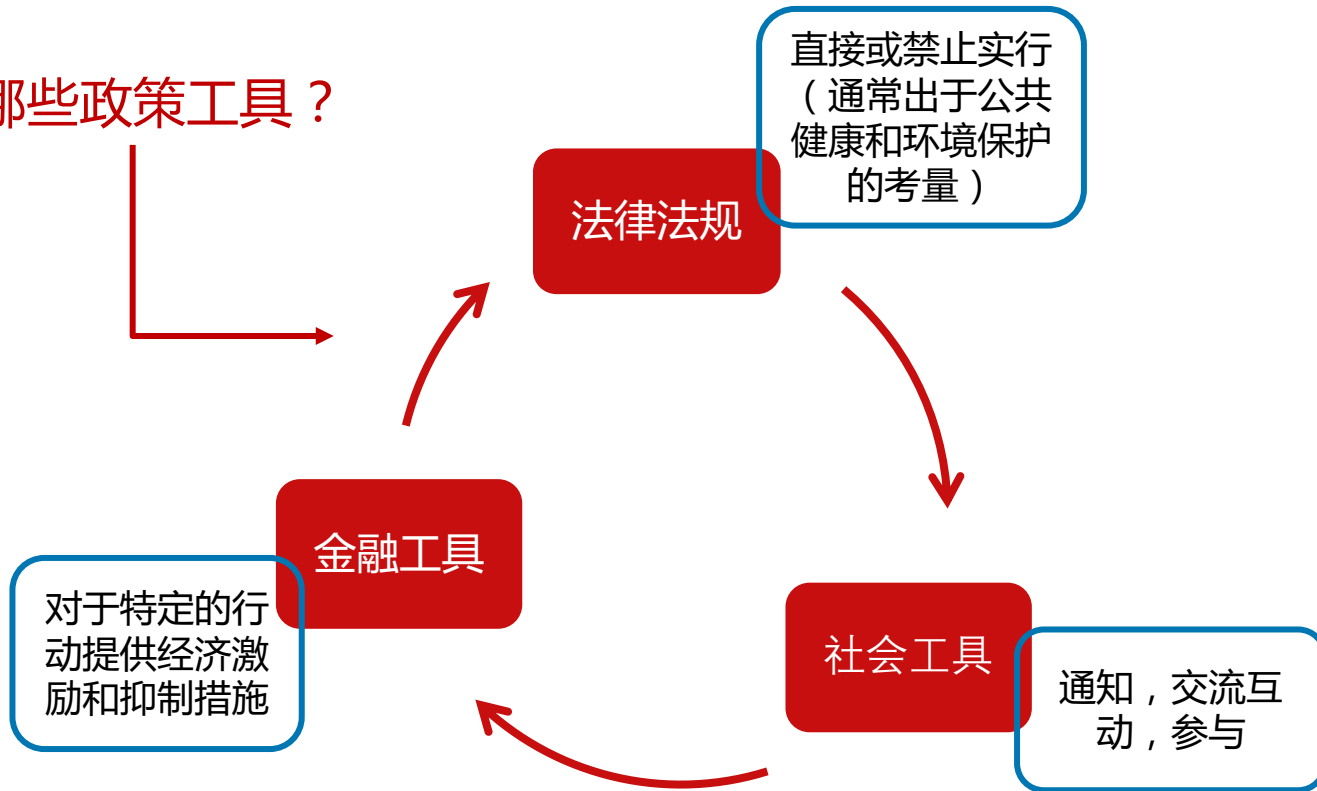
As a percentage



Source: Federal Statistical Office, 2017

# 厨余垃圾处理可持续商业模式建立-德国

有哪些政策工具？



# 厨余垃圾处理可持续商业模式建立-德国

## 多元化的金融工具

能够产生财政收入的工具	需要花费财政收入的工具	与财政收入无关的工具
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ <b>产生者付费：PAYT 以及垃圾处理费</b></li><li>▪ 对不同处理选择征税，如填埋、焚烧</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ 补贴</li><li>▪ 对于私营部门的税收抵扣</li><li>▪ 居民补偿金</li><li>▪ 赠款（或研究）</li><li>▪ 环境改善相关基金</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ <b>公共采购要求/限制（对于回收材料含量高的物品优先采购或者折扣价格）</b></li><li>▪ <b>押金制</b></li><li>▪ <b>生产者责任延伸制</b></li></ul>



# 厨余垃圾处理可持续商业模式建立-德国



**RAL:**  
德国质量认证中心

**BGK :**  
德国堆肥产品质量控制协会

RAL quality labels\*



Compost label  
Bio-waste



Digestate label  
Bio-waste



Digestate label  
Renewable plants



Sewage sludge  
label



Sewage sludge  
compost label



Fertilizer label  
Ashes from wood  
incineration

\* Requirements according to [www.kompost.de/Gütesicherung](http://www.kompost.de/Gütesicherung)

## 厨余垃圾处理可持续商业模式建立-美国

背景：

填埋处理的成本逐渐升高，可使用的填埋场运距越来越远  
完善的污水及污泥处理系统

处理模式选择：

厨余垃圾处理机

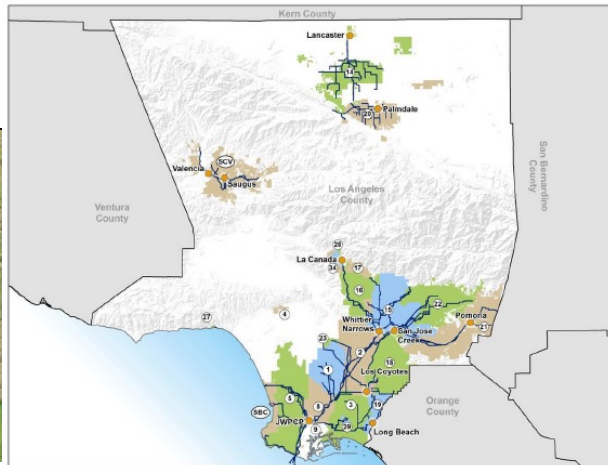
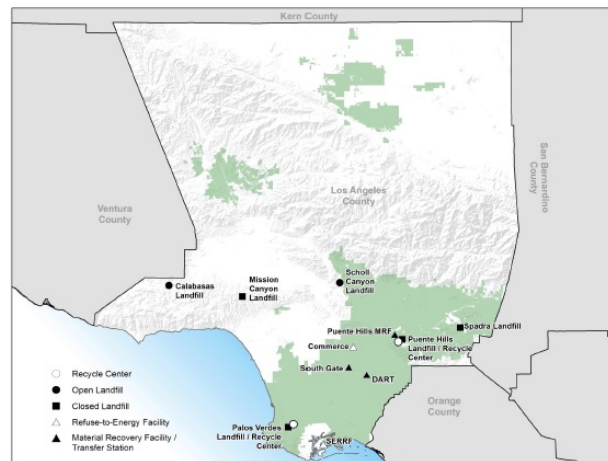
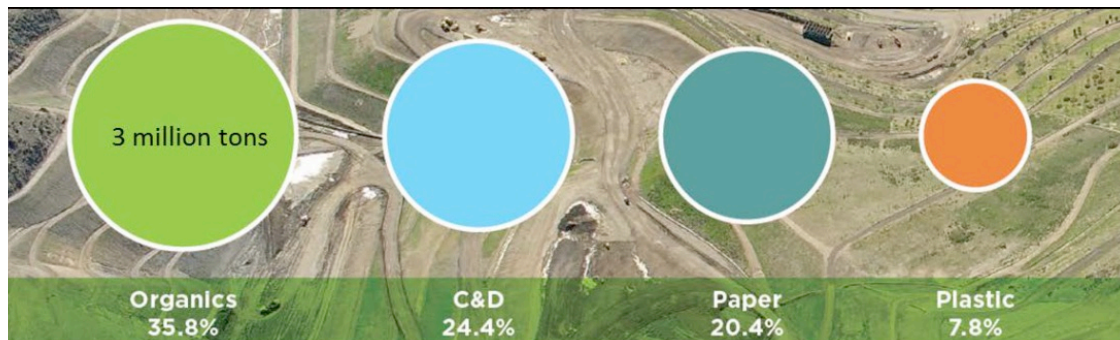
社区堆肥

新趋势：有机质含量高的厨余垃圾，MBT分选后制浆进入污泥处理设施；废弃物处理企业和污水处理企业的双赢

# 厨余垃圾处理可持续商业模式建立-美国

## 洛杉矶郡厨余垃圾处理

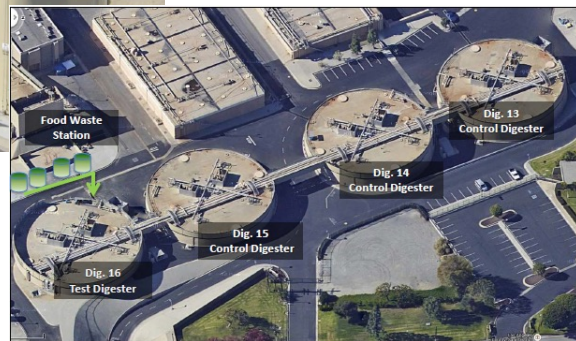
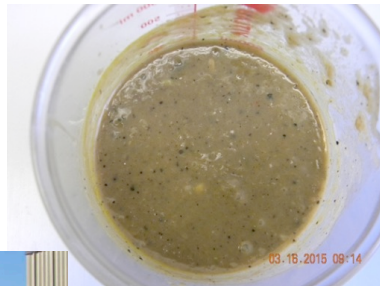
- 2100万吨生活垃圾/年
- 其中300万吨有机垃圾
- 其中150万吨为厨余垃圾



# 厨余垃圾处理可持续商业模式建立-美国

## 洛杉矶郡厨余垃圾处理

- 2011年开始可行性研究
- 2012年开始批式实验
- 2013年签署正式的委托处理合同
- 2014年开始工程规模的示范试验
- 2018年，正式建立规模化处理设施，设计处理规模厨余垃圾300吨/日
- 污泥处理设施甲烷产量增加112%



## 关于厨余垃圾处理，几点建议

- 在技术评价的基础上，可持续商业模式的建立是核心，要明确应用场景，
- 在商业模式建立上，拓展思路，探索多元化的渠道和工具
- 从产业链的角度分析进行壁垒分析及可行性分析，技术层面，经济层面，社会层面进行充分的论证，切实推动厨余垃圾的有效



China Integrated  
Waste Management  
NAMA



谢谢关注！



[www.iwm-nama.org](http://www.iwm-nama.org)



We-chat: GIZ-IWMNAMA

刘晓  
高级技术顾问  
[Xiao.liu@giz.de](mailto:Xiao.liu@giz.de)  
+86 (0)10 8527 5589 ext. 188  
+86 134 8876 0269