



重慶大學
CHONGQING UNIVERSITY



垃圾分类与“无废城市”建设背景下 厨余（餐厨）垃圾处理模式与技术探讨

王小铭
环境工程系
环境与生态学院
重庆大学

副教授、博士生导师
副主任
院长助理

2020年11月25日·厦门



目 录

- 01 我国生活垃圾和餐厨垃圾产生与管理现状
- 02 餐厨垃圾处理模式与技术
- 03 存在主要问题
- 04 小结与思考

世界银行发布《垃圾何其多2.0：2050年全球固体废物管理一览》报告



- ❖ 数据可商榷
- ❖ 信号却明显

来源：徐海云博客、世界银行、E20水网固废网



□ 废物（垃圾）管理向资源管理转变

据新华社北京11月5日电，10月31日，中国共产党第十九届中央委员会第四次全体会议通过《**中共中央关于坚持和完善中国特色社会主义制度 推进国家治理体系和治理能力现代化若干重大问题的决定**》（简称《决定》）。

《决定》指出，全面建立资源高效利用制度。推进自然资源统一确权登记法治化、规范化、标准化、信息化，健全自然资源产权制度，落实资源有偿使用制度，实行资源总量管理和全面节约制度。**健全资源节约集约循环利用政策体系。普遍实行垃圾分类和资源化利用制度。**推进能源革命，构建清洁低碳、安全高效的能源体系。健全海洋资源开发保护制度。加快建立自然资源统一调查、评价、监测制度，健全自然资源监管体制



餐厨垃圾 管理现状

“无废城市”建设背景下我国餐厨垃圾管理现状、 问题与建议*

王小铭¹, 陈江亮¹, 谷 萌¹, 焦秀瑶¹, 蔡洪英², 张 莹¹, 周怡然¹, 魏云梅¹, N em an ja Stan isav ljevic³, 刘元元¹

(1. 重庆大学 三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400045; 2. 重庆市固体废物管理中心, 重庆 400017; 3. 诺维萨德大学 技术科学学院 环境工程系, 塞尔维亚 21000)

【摘要】在垃圾分类开展及“无废城市”试点建设的背景下,对餐厨垃圾管理现状、存在问题进行系统梳理和深入分析。采用政府统计数据采集和中英文文献数据提取等方法,估算 2017 年我国产生餐厨垃圾约 1.58×10^8 t,其中餐饮垃圾约 0.63×10^8 t。结果表明各地区餐厨垃圾产生量、理化特性、处理能力和水平等存在时空差异。我国餐厨垃圾资源化利用能力与水平虽得到明显发展,但仍存在源头减量重视不足、处理能力缺口明显、水平效率有待提升、绩效评估缺乏方法等问题。建议各地区因地制宜,结合垃圾分类和“无废城市”建设,不断提升餐厨垃圾减量化和资源化水平,弥补分类处理缺口。政府、企事业单位、居民等多方共同参与餐厨垃圾全过程管理。通过规范评估主流处理工艺和监管餐厨垃圾处理项目实际运行效果,建立多维度评价方法学体系,实现餐厨垃圾管理全过程和全周期环境—资源—成本等多维度效益的定量分析研究,为未来政府和行业有效决策提供科学依据。

【关键词】无废城市;餐厨垃圾;产生量;理化特性;资源化利用

中图分类号:X799.3

文献标识码:A

文章编号:1005-8206(2019)06-0001-11

□ 餐厨垃圾、餐饮垃圾、厨余垃圾、易腐垃圾

时间	发布组织/部门/城市	政策/报告名称或文号	术语解释
2011	联合国粮食及农业组织 (FAO)	《Global Food Losses and Food Waste》	食品废物 ：发生在食品供应链末端（如零售和终端消费）的食物损失。
2018	世界沼气协会 (WBA)	《Global Food Waste Management: An Implementation Guide For Cities》	食品废物 ：从食品供应链中抛弃的食品，以及不可食用的部分。
2012	住建部	《餐厨垃圾处理技术规范》 (CJJ184-2012)	餐厨垃圾 ：餐饮垃圾和厨余垃圾的总称。 餐饮垃圾 ：餐馆、饭店、单位食堂等的饮食剩余物以及后厨的果蔬、肉食、油脂、面点等的加工过程废弃物。 厨余垃圾 ：家庭日常生活中丢弃的果蔬及食物下脚料、剩菜剩饭、瓜果皮等易腐有机垃圾。

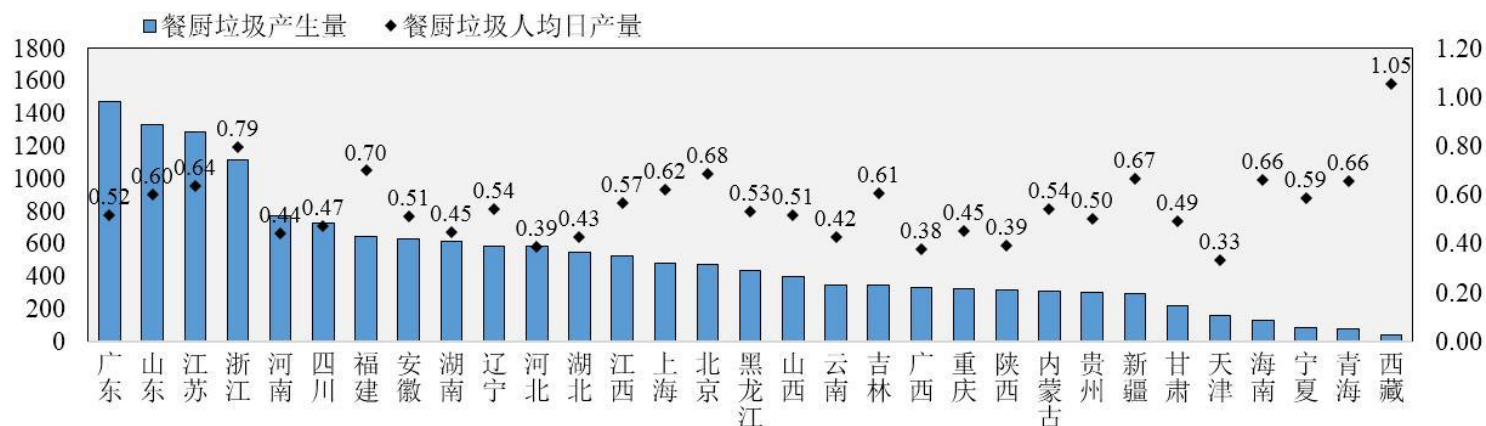


□ 餐厨垃圾、餐饮垃圾、厨余垃圾、易腐垃圾

时间	发布组织/部门/城市	政策/报告名称或文号	术语解释
2005	上海	《上海市餐厨垃圾处理管理办法》(上海市人民政府令第45号)	餐厨垃圾： 除居民日常生活以外 的食品加工、餐饮服务、单位供餐等活动中产生的厨余垃圾和废弃食用油脂。
2005	北京	《北京市餐厨垃圾收集运输处理管理办法》(北京市市政管理委员会2005年通告第5号)	餐厨垃圾：宾馆、饭店、餐馆和机关、部队、院校、企业事业单位在食品加工、餐饮服务、单位供餐等活动过程中产生的食物残渣、残液和废弃油脂等废弃物。
2007	西宁	《西宁市餐厨垃圾管理办法》(西宁市人民政府令第82号)	餐厨垃圾： 居民日常生活以外 的食品加工、餐饮服务、单位供餐等活动中产生的剩菜剩饭等垃圾和废弃食用油脂。
2009	重庆	《重庆市餐厨垃圾管理办法》(重庆市人民政府令第226号)	餐厨垃圾：除居民日常生活以外 的食品加工、餐饮服务、单位供餐等活动中产生的厨余垃圾和废弃食用油脂。
2009	苏州	《苏州市餐厨垃圾管理办法》(苏州市人民政府令第110号)	餐厨垃圾： 除居民日常生活以外 的食品生产经营者在食品生产经营活动中产生的食物残余、食品加工废料和废弃食用油脂。
2011	长沙	《长沙市餐厨垃圾管理办法》(长沙市人民政府令第110号)	餐厨垃圾：从事餐饮服务、单位供餐、食品生产加工等活动的单位和个人(以下统称餐厨垃圾产生单位)在生产、经营过程中产生的食物残余、食品加工废料、废弃食用油脂等垃圾。
2012	广州	《广州市餐厨垃圾管理试行办法》(穗环〔2012〕7号)	餐厨垃圾：包括生活垃圾中的餐饮垃圾、厨余垃圾和 集贸市场有机垃圾等易腐性垃圾 ，如食品交易、制作过程废弃的食品、蔬菜、瓜果皮核等。
2012	深圳	《深圳市餐厨垃圾管理办法》(深圳市人民政府令第243号)	餐厨垃圾： 除居民日常生活以外 的食品生产经营者在食品生产经营活动中产生的食物残余、食品加工废料和废弃食用油脂。
2012	成都	《成都市餐厨垃圾管理办法》(成都市人民政府令第176号)	餐厨垃圾： 除居民家庭日常生活以外 的食品加工、餐饮服务、畜禽屠宰等活动过程中产生的厨余垃圾和废弃食用油脂等废弃物。属于生活垃圾范畴。
2016	杭州	《杭州市餐厨垃圾管理办法》(杭州市人民政府令第290号)	餐厨垃圾： 除居民日常生活以外 的食品加工、餐饮服务、单位供餐等活动中产生的食物残渣、残余和废弃食用油脂。
2018	厦门	《厦门市餐厨垃圾管理办法》(厦门市人民政府令第173号)	餐厨垃圾：(以下称餐厨垃圾产生者)在餐饮服务、集体供餐、食品加工废料、废弃食用油脂等废弃物。

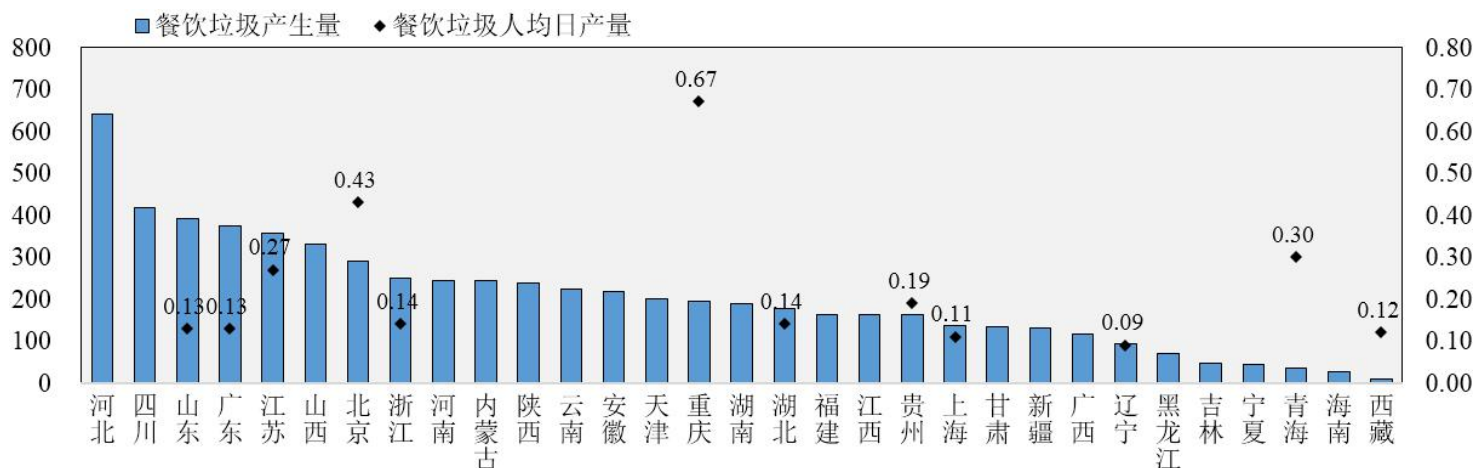
进料决定出料

餐厨垃圾产生量 (万吨) 与人均日产量 (kg/(人·天)) (基准年: 2017年)



- ❖ 全国产生量: **1.58亿t > 6000-9240万吨 (文献)** ;
- ❖ 各省、市、自治区产生量: **40~1470万t** ;
- ❖ 各省、市、自治区人均日产量: **0.33~1.05 kg/(人·d)** ;

餐饮垃圾产生量 (万吨) 与人均日产量 (kg/(人·天))



- ❖ 全国产生量: **6319万t, 约占餐厨产量40%** ;
- ❖ 各省、市、自治区产生量: **10~642万t** ;
- ❖ 各省、市、自治区人均日产量: **0.11~0.67 kg/(人·d)** ;

□ 餐饮垃圾理化性质统计 (2005-2018年, 餐饮、酒店、食堂等)

	含水率(%)	含油量(%)	总固体含量(%)	有机质(%)	粗蛋白(%)	粗脂肪(%)	盐分(%)	C/N
范围	68.0~88.6	3.1~17.0	8.3~28.2	80.2~87.4	14.4~25.9	16.8~42.2	0.4~2.0	8.6~22.9
平均值	79.0	9.0	17.6	83.7	17.5	23.5	0.9	16.8
中位值	78.0	7.7	15.4	83.6	16.5	24.6	0.6	15.4

□ 厨余垃圾理化性质统计 (2006-2018年, 家庭、转运站、食堂等)

	含水率(%)	含油量(%)	总固体含量(%)	有机质(%)	粗蛋白(%)	粗脂肪(%)	盐分(%)	C/N
范围	40.8~85.4	—	13.8~23.7	44.7~77.2	11.1~15.6	5.5~18.1	0.2~1.2	9.4~21.4
平均值	72.6	—	17.8	61.0	13.4	11.0	0.7	16.5
中位值	76.3	—	16.9	61.0	13.4	9.3	0.7	17.4

理化性质影响技术路线与产品出路



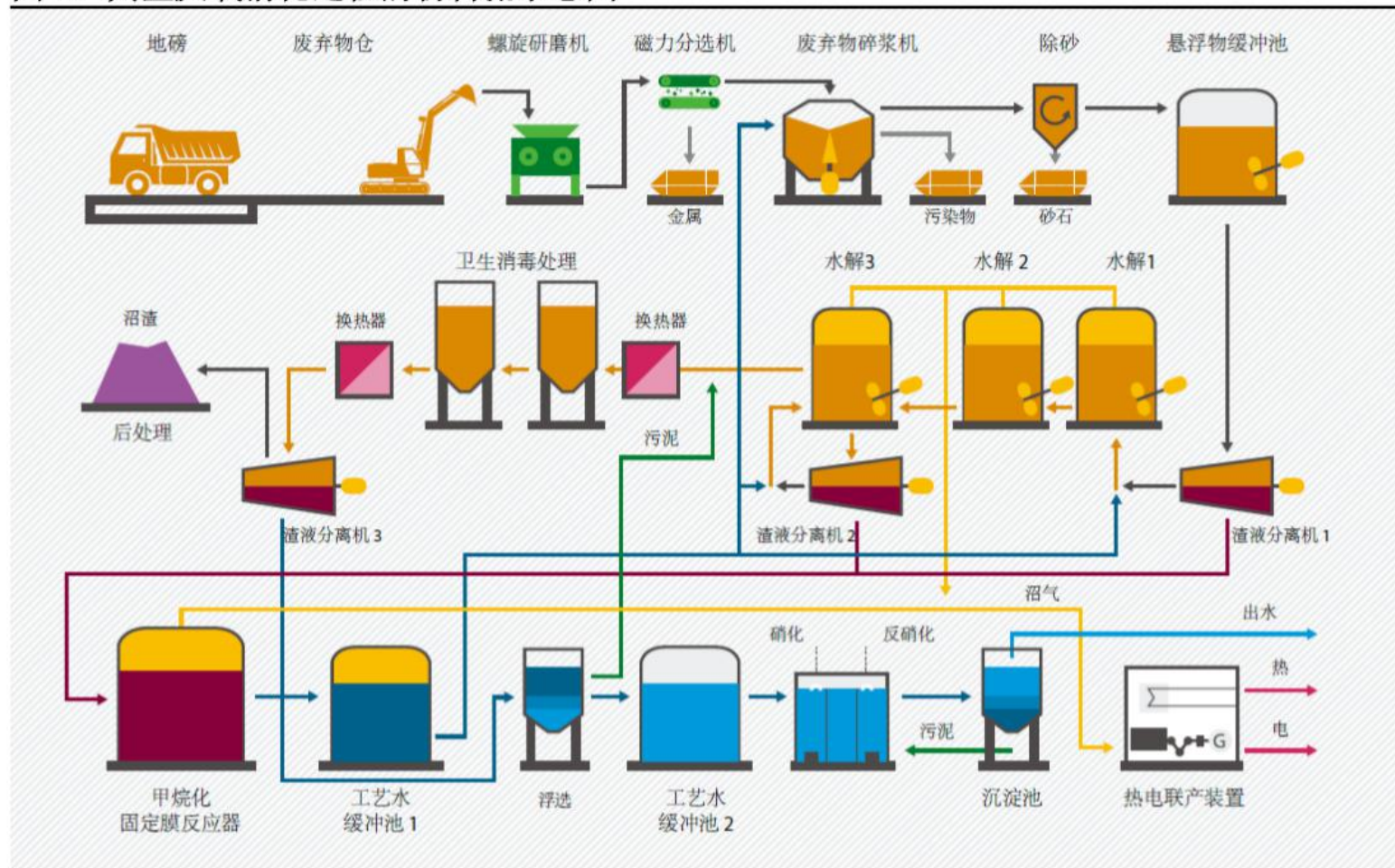
二、餐厨垃圾分类处理模式与技术

- 垃圾分类背景下，高含水率餐厨垃圾不再适宜进行填埋或焚烧处理

厌氧消化

- 以产沼气发电为主要资源化利用方式
- 集中式餐厨垃圾处理的主流技术
- 每吨餐厨垃圾产生 70-90 m³沼气

图 1: 典型厌氧消化过程的物料流示意图



来源: Gonsoi Entsorgung, 2016 年



三、存在主要問題

□ 存在问题

➤ 源头减量重视不足

- 国内外研究均表明食品在消费过程中的浪费比例惊人，可达整个食品物质流动过程总**损耗量 30%**以上。据报道，我国每年食品浪费总量为1.2亿t，占国内食品总产量的8.5%。

➤ 处理能力缺口明显

- 据不完全统计，**截止2015年底**，我国已投运、在建、筹建的餐厨垃圾处理项目(50t/d以上)有118个，**总处理能力约2.15万t/d**。
- 若按全国“十三五”规划预期，**处理能力新增 3.44 万 t/d**，“十三五”未达到 5.59 万 t/d，对 2017 年产生的餐厨垃圾处理率仅为 12.9%。
- **“垃圾分类”、原生垃圾“零填埋”、“非洲猪瘟”**等需求背景下，尤为突出。

□ 存在问题

➤ 水平效率有待提升

- **厌氧消化**：预处理工艺复杂、主体厌氧消化工艺**单元效率偏低**、前后端技术衔接不合理，以及沼液、沼渣处理难等问题。
- **好氧堆肥**：虽工艺简单，但厂区占地较大、操作环境较差、现场臭气污染严重，且由于餐厨废弃物具有高油、高盐等特征，堆肥产品效果和销路难以保证。
- **饲料化**：由于难将动物肉类和内脏等成分从餐厨垃圾中分离，饲料化处理餐厨垃圾易造成同源性污染，增加动物感染传染病风险，最终通过食物链传递危害人类健康等问题。

➤ 绩效评估缺乏方法

资源化利用技术将呈**多元化**发展。缺乏对关键技术和经济指标等进行**共识性要求和约束的技术标准和规范**。实际运行状况通常缺乏透明性，日常运行数据来源分散、质量参差不齐，造成我国目前缺乏**全生命周期系统性**进行绩效评估的方法。



四、小结与思考





□ 对策建议

➤ 处理能力“量”与“质”协同发展

- **能力补缺**：作为“无废城市”建设和垃圾分类推进的重要一环，应尽快**多元化融资建设**餐厨垃圾处理项目，**弥补处理能力存在缺口**。
- 政府补贴？
- 污染者付费？

□ 对策建议

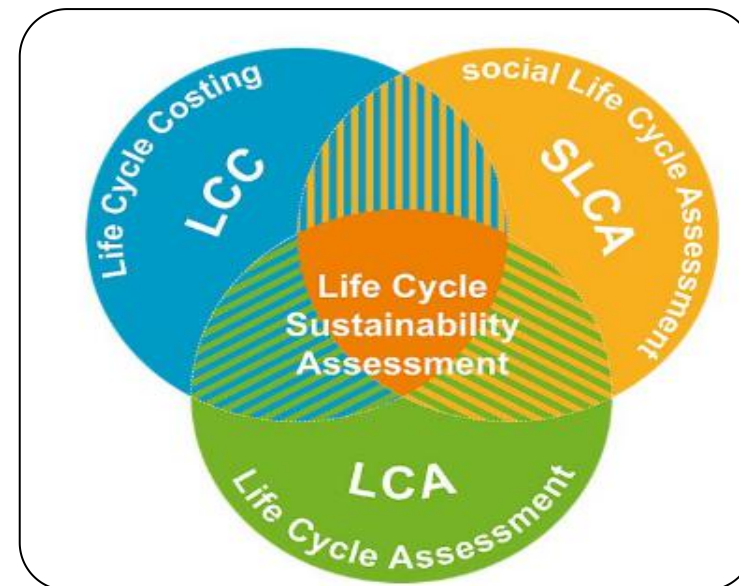
➤ 处理能力“量”与“质”协同发展

- **提质增效**：对于主流处理工艺(厌氧消化、堆肥等)尽快出台相关技术标准，通过对**关键性技术指标进行定期监察**，规范评估和监管餐厨垃圾处理项目的实际运行效果，指导行业提升技术水平。
- 亟需通过**产学研用集成攻关**，突破包括沼液资源化利用、沼渣堆肥与回田利用等制约餐厨垃圾处理**技术瓶颈问题**。开展餐厨垃圾**全生命周期环境影响和成本分析**等工作，为餐厨垃圾处理提升科技水平和减少次生污染提供理论与技术支持。

□ 对策建议

➤ 多维绩效综合评价方法建立与应用

- 源头减量、收集运输和处理处置方式的不同及其多样组合，会导致餐厨垃圾管理系统具有**高度复杂性**。
- 亟需建立基于**物质流分析(MFA)**、**能量流分析(EFA)**、**生命周期评价(LCA)**和**生命周期成本(LCC)**等分析方法相结合的多维度评价方法学体系，以及相应的清单数据库。
- 实现餐厨垃圾管理全过程和全周期**环境-资源-成本等多维度效益**的定量分析研究，为客观评价当前既成事实的管理模式，以及未来政府和行业有效决策提供重要科学依据。



**环境-资源-成本等多维度
效益评估**



□ 对策建议

- **中国城镇生活垃圾以食物类废物为主，具有污染和资源双重属性。在“无废城市”和垃圾分类的背景下，发展前景广阔，分质分级资源化利用是重要发展趋势。**
- **科技创新重点关注：单元技术的研发与衔接，以及系统解决方案。**
- **全流程监管：利用先进技术手段，确保在无害化基础上实现资源优化利用。**



敬请批评指正，谢谢！

王小铭

重庆大学 环境与生态学院

手机 / 微信：13983076529

邮箱：wangxiaoming@cqu.edu.cn



CHONGQING UNIVERSITY

可持续废物管理实验室
Sustainable Waste
Management Laboratory