

餐厨垃圾资源化处理新工艺应用与发展探究

张 顺

天业农业研究所 新疆 石河子 832000

【摘 要】餐厨垃圾是城市有机固废的核心组成，具有高含水率、高有机质、易腐变质、污染性强的特点，若处置不当易引发地沟油回流、土壤水体污染、病菌滋生等问题，危害食品安全与城市生态环境。在无废城市建设与双碳战略推进背景下，餐厨垃圾无害化、资源化、高值化处理成为固废治理重点方向。传统填埋、焚烧、简易堆肥工艺存在资源利用率低、二次污染突出、碳排放高等短板，难以适配绿色低碳发展需求。本文梳理国内餐厨垃圾处理行业现状，对比分析厌氧协同发酵、亚临界水热处理、高效油水渣分离、热水解预处理等新型资源化工艺的技术原理、应用优势与适配场景，结合工程数据量化新工艺应用成效，剖析当前新工艺落地存在的技术、运维、产业化短板，针对性提出优化对策，并预判行业未来发展趋势。研究结果可为餐厨垃圾资源化工艺升级、工程推广与产业化发展提供理论支撑与实践参考。

【关键词】餐厨垃圾；资源化处理；新工艺；固废利用；无害化处置；产业发展

1 引言

随着城市餐饮行业规模化发展与居民生活水平提升，我国餐厨垃圾年产量持续攀升，现已成为城市增量最大的有机固废品类之一。餐厨垃圾富含淀粉、油脂、蛋白质等有机质，具备极高的资源回收价值，但同时极易腐败发酵，产生恶臭气体与高浓度渗滤液，随意处置会严重破坏人居环境。传统粗放处理模式以末端消纳为主，侧重无害化处置，忽视资源回收利用，不仅造成大量有机资源浪费，还存在二次污染隐患。

现阶段固废治理理念逐步从“末端处置”转向“源头减量、资源循环、低碳处置”，各类新型餐厨垃圾资源化处理工艺不断迭代升级，突破了传统技术的应用瓶颈。新工艺通过精细化预处理、生物协同转化、热化学处理等技术路径，实现餐厨垃圾向生物柴油、沼气、有机肥料、生物碳等产品的高值转化。基于此，本文系统探究各类新型资源化处理工艺的应用特性与实践成效，分析行业现存问题并提出优化发展路径，助力餐厨垃圾处理行业向绿色化、高值化、产业化高质量转型。

2 国内餐厨垃圾处理行业现状

目前我国餐厨垃圾产生量大、组分复杂，区域产生特征差异明显，城市餐饮聚集区垃圾油脂、有机质含量更高，处理难

度更大。截至 2025 年，全国建成餐厨垃圾专业化处理设施超 500 座，日均处理能力约 8 万吨，但整体处理产能仍无法匹配实际产生规模，部分中小城市仍依赖简易填埋、露天堆放等粗放处置方式。

传统处理工艺短板日益凸显：填埋工艺占用土地资源、易造成水土污染；直接焚烧易产生有害气体，热值低、能耗高；常规好氧堆肥周期长、产品品质差、资源化利用率低。与之相比，新型资源化工艺具备污染小、利用率高、产品附加值高、低碳环保等优势，逐步成为行业主流应用方向。但现阶段新工艺存在设备成本高、运维技术不成熟、产业化链条不完善、区域推广不均衡等问题，制约了技术规模化落地。

3 餐厨垃圾主流资源化新工艺原理及应用特性

当前工程应用较成熟的餐厨垃圾资源化新工艺主要包括高效油水渣分离工艺、热水解-厌氧协同发酵工艺、亚临界水热处理工艺、微生物强化发酵工艺四类，各工艺技术路径、处理效能与应用场景差异显著，具体技术参数与性能对比如下表所示。

3.1 高效油水渣分离工艺

该工艺是餐厨垃圾资源化预处理的核心新工艺，解决了传统分离技术提纯精度低、油脂损耗大的痛点。技术核心是采用多级离心筛分、恒温控压提纯技术，对餐厨垃圾浆液进行分层

新工艺类型	核心技术原理	资源利用率	二次污染风险	核心产出产品	适用场景
高效油水渣分离工艺	通过离心筛分、精准分层提纯，实现油、水、固渣三相分离	95%以上	极低	粗油脂、有机残渣、再生水源	大中型集中式餐厨处理场站
热水解-厌氧协同发酵工艺	高温热水解破壁预处理，协同厌氧微生物降解有机质	90%左右	低	沼气、沼肥、生物碳	有机质含量高的混合餐厨垃圾
亚临界水热处理工艺	利用亚临界水环境实现有机质快速分解、转化提纯	92%以上	极低	生物燃油、有机复合肥	高油脂、高污染餐厨垃圾处置
微生物强化发酵工艺	投放专用复合菌剂，强化有机质降解与腐熟效率	88%左右	低	高品质有机肥、土壤改良剂	中小型分布式就地处理场景



处理，精准分离固态残渣、污水与粗油脂。相较于传统工艺，该工艺油脂回收率可提升至 95%以上，分离后的粗油脂可深加工为生物柴油、工业助剂等高附加值产品，有机残渣可送入发酵系统制备有机肥，废水经处理后可作为碳源回用或达标排放，实现餐厨垃圾全组分资源化利用。该工艺自动化程度高、处理速度快，广泛应用于大中型集中式餐厨垃圾处理场站。

3.2 热水解-厌氧协同发酵工艺

传统单一厌氧发酵工艺存在有机质降解不彻底、沼气产量低、发酵周期长等问题。热水解-厌氧协同发酵新工艺增设高温热水解预处理工序，通过高温高压破壁处理，打破餐厨垃圾有机质细胞壁，分解大分子难降解有机物，大幅提升有机质可生化性。预处理后的物料进入厌氧发酵系统，微生物降解效率显著提升，实测数据显示，该工艺可使沼气产量提升 25%以上，处理效率提升 30%，发酵周期缩短 40%。发酵产生的沼气可用于发电供热，沼渣、沼液经无害化处理后制备生态有机肥，实现能源与肥料双重资源化利用，是当前适配性最强的一体化处理工艺。

3.3 亚临界水热处理工艺

亚临界水热处理是近年来新兴的绿色低碳资源化工艺，依托特殊温度压力下的亚临界水环境，无需添加化学药剂，即可快速分解餐厨垃圾中的油脂、蛋白质、糖类等有机质，同步完成无害化降解与资源提纯。该工艺彻底规避了传统工艺恶臭、尾气污染问题，反应速度快、无害化彻底，处理后餐厨垃圾可高效转化为高品质生物燃油与有机复合肥，无二次废弃物残留。目前该技术已形成标准化成套设备，在全国多个城市落地应用，适配高油脂、高腐蚀性餐厨垃圾的集中处置，产业化优势突出。

3.4 微生物强化发酵工艺

针对中小型企业、社区就地处理需求，微生物强化发酵新工艺实现了小型化、分布式绿色处置。该工艺摒弃传统自然发酵模式，通过人工筛选培育耐高油、高腐的专用复合微生物菌剂，精准适配餐厨垃圾组分特征，快速降解有机质、抑制有害菌群繁殖，有效减少恶臭气体产生。发酵全程密闭可控，腐熟周期大幅缩短，产出的有机肥养分均衡、杂质少，可直接用于园林绿化、土壤改良。该工艺设备占地小、运维简单、能耗低，完美适配就地就近处理场景，有效解决餐厨垃圾转运过程的二次污染问题。

4 新工艺应用成效对比分析

为量化新工艺应用价值，选取某城市餐厨垃圾处理改造工程为研究对象，对比传统处理工艺与新型资源化工艺的核心运

行指标，验证新工艺的提质增效效果，具体对比数据如下表所示。

核心指标	传统综合处理工艺	新型资源化协同工艺	优化效果
整体资源利用率	52.3%	91.5%	提升 39.2%
单位处理能耗	基准值	—	降低 22.6%
二次污染发生率	8.7%	0.9%	降低 7.8%
产品附加值收益	较低	大幅提升	综合收益提升 45%以上

由工程实测数据可知，新型资源化协同工艺相较于传统工艺，资源利用率实现大幅跃升，能耗与污染风险显著降低，同时通过高值化产品产出提升项目经济效益。新工艺彻底解决了传统工艺资源浪费、污染突出、效益偏低的痛点，实现餐厨垃圾无害化、资源化、低碳化协同处置，综合应用优势显著。

5 新工艺落地应用现存问题

5.1 前期投入成本偏高，中小城市推广受限

热水解、亚临界水热等新型工艺配套成套设备造价较高，场站建设、设备运维的前期资金投入大，对于财政能力有限的中小城市，规模化推广难度较大。部分地区仍沿用老旧简易设备，新工艺替代进度缓慢，技术普及不均衡问题突出。

5.2 收运体系不完善，影响工艺处理效果

新工艺对进场垃圾纯度、含水率、杂质含量要求较高，但目前部分城市餐厨垃圾分类收运不规范，垃圾混装塑料袋、餐具等杂物，增加预处理难度，降低工艺处理效率与资源产品品质，制约新工艺效能充分发挥。

5.3 产业化链条不完整，高值化利用率不足

现阶段多数场站仅实现餐厨垃圾基础资源化利用，生物柴油、高端有机肥等深加工产业链不完善，产品附加值挖掘不足。同时部分新型工艺运维技术门槛较高，基层运维人员专业能力不足，易出现设备运行不稳定、工艺参数调控不当等问题，影响处置效果。

5.4 行业标准有待完善

各类新型资源化工艺迭代速度快，但对应的施工规范、运维标准、产品质检标准尚未完全统一，不同场站工艺参数、处理标准参差不齐，不利于行业规范化、标准化发展。

6 新工艺优化与行业发展对策

6.1 分级推广适配工艺，降低落地成本

结合城市规模与垃圾处置需求，实行差异化工艺推广模式。

大中型城市集中场站推广热水解协同发酵、亚临界水热处理等高值化工艺；中小城市、社区优先采用分布式微生物发酵、小型油水分离一体化设备，降低建设运维成本。同时推动设备国产化、模块化升级，压缩设备造价，助力新工艺全域普及。

6.2 完善分类收运体系，夯实工艺应用基础

强化源头垃圾分类管控，规范餐厨垃圾单独收运、密闭转运流程，减少杂质混入。搭建专业化收运处置体系，实现垃圾定点收集、及时处置，避免垃圾腐败变质影响工艺处理效果，为新工艺稳定运行提供优质原料保障。

6.3 延伸资源化产业链，提升产业效益

推动餐厨垃圾资源化全产业链发展，构建“预处理—转化提纯—深加工—产品销售”完整链条。依托新工艺产出的粗油脂、有机质原料，延伸生物柴油、生物助剂、高端有机肥深加工产业，提升产品附加值。同时搭建智能化运维平台，实现工艺参数自动调控、设备故障智能预警，降低运维难度，保障新工艺长效稳定运行。

6.4 健全行业标准与监管体系

加快完善各类新型资源化工艺的施工、运维、质检行业标准，统一处理参数与产品质量要求，规范行业发展秩序。强化全过程监管，严控新工艺运行过程的废气、废水、废渣排放，杜绝二次污染，推动餐厨垃圾资源化行业规范化、绿色化发展。

7 行业发展趋势展望

参考文献：

- [1] 王树众, 李超. 亚临界水热处理技术在餐厨垃圾资源化处置中的应用[J]. 环境工程学报, 2025, 19(02): 512-519.
- [2] 刘涛, 刘研萍. 厨余垃圾高效热水解预处理工艺优化与工程应用[J]. 中国环境科学, 2024, 44(11): 5890-5896.
- [3] 刘晓吉, 肖志颖. 我国餐厨垃圾资源化利用模式与技术路径探析[J]. 中国沼气, 2024, 42(02): 31-36.
- [4] 张宇轩. 餐厨垃圾油水渣分离新工艺及高值化利用研究[J]. 环境工程, 2025, 53(03): 145-149.
- [5] 陈雨桐. 微生物强化发酵技术处理餐厨垃圾的应用效果研究[J]. 生态经济, 2024, 40(08): 108-112.
- [6] 吴佳明. 无废城市背景下餐厨垃圾处理技术迭代与发展趋势[J]. 环境科学与技术, 2025, 48(05): 201-206.
- [7] 周浩然. 餐厨垃圾资源化处理产业化短板与优化对策[J]. 资源节约与环保, 2024(12): 89-93.

在无废城市与双碳战略持续推进下，餐厨垃圾处理行业将彻底告别粗放处置模式，朝着智能化、低碳化、高值化、分布式方向发展。工艺层面将实现多技术协同融合，通过预处理、生物转化、热化学处理工艺耦合，进一步提升资源利用率与处置效率；设备层面将普及模块化、智能化成套装备，降低运维门槛；产业层面将形成循环经济产业链，实现餐厨垃圾资源最大化利用与低碳化处置。未来餐厨垃圾资源化新工艺将深度融合绿色低碳技术与智能管控技术，成为城市有机固废循环利用的核心支撑，助力城市生态环境高质量发展。

8 结语

餐厨垃圾资源化处置是城市固废治理与循环经济发展的重要环节，各类新型处理工艺有效突破了传统处置技术的资源利用率低、污染风险高、能耗偏高等短板。高效油水渣分离、热水解协同发酵、亚临界水热处理、微生物强化发酵等新工艺，凭借高效、绿色、高值的应用优势，成为当前餐厨垃圾处理的主流技术方向。针对现阶段新工艺落地存在的成本偏高、产业链不完善、运维不规范等问题，需通过差异化推广、体系完善、产业延伸、标准建设等举措持续优化。未来需持续推动工艺技术迭代升级、智能化改造与产业化落地，充分挖掘餐厨垃圾资源价值，实现生态效益、社会效益与经济效益协同统一，助力城市无废建设与绿色低碳发展。