



Research and
Development Center

垃圾分类时代，厨余垃圾末端处置空间广阔

环保行业专题报告

2019年07月25日

吴漪 环保行业分析师

垃圾分类时代，厨余垃圾末端处置空间广阔

2019年07月25日

本期内容提要：

- ◆ **厨余垃圾及其处理方法：**厨余垃圾主要是指食物在加工处理后或食用后所剩食物之统称。在垃圾分类时代之际厨余垃圾的收集和处理受到广泛关注，目前具体的处理技术主要包含粉碎直排处理、填埋处理、肥料化处理、饲料化处理、能源化处理，其中肥料化处理分为好氧堆肥和厌氧发酵，饲料化处理包含生物处理制饲料和高温消毒制饲料，能源化处理主要指焚烧处理，资源化再利用呈现多样化的趋势。
- ◆ **国内厨余垃圾处理现状：**从2014年至2018年，中国生活垃圾转运量同比增长约22.16%，厨余垃圾约占生活垃圾的50%以上。厨余垃圾因有机质含量高、相较于餐饮垃圾含水率低的特点，适合于干式厌氧消化技术。中国基本形成以厌氧消化为主、好氧制肥为辅、饲料化和昆虫法等为补充的餐厨垃圾处理与资源化利用的技术路线。
- ◆ **国内外厌氧消化技术工艺：**有机废弃物干式厌氧发酵技术最早起源于欧洲，分为适用较粘稠的有机废弃物的连续式工艺和适用物料粒径分布范围较大、通透性较好的有机废弃物的间歇式工艺。国外目前比较成熟的工艺有比利时的Dranco，法国的Valorga，瑞士的Kompogas和德国的LARAN。国内干式厌氧消化技术研究起步相对较晚，目前研究成果包含覆膜槽沼气干式发酵系统，干式发酵反应器和多元废弃物车库式干式发酵工艺。国内落地项目包括重庆洛碛厨余垃圾资源化利用项目、浙江省宁波市世行贷款厨余垃圾处理厂项目等。
- ◆ **相关公司简介：**当前全球对于厨余垃圾处置都在朝着减量化、资源化、无害化方向发展，随着中国垃圾分类时代的到来，厨余垃圾处理市场有广阔的发展空间。厨余垃圾处理相关公司包括中国天楹、维尔利、首创环境。
- ◆ **风险因素：**政策推进不达预期；市场竞争加剧风险；项目投产进度和业绩确认不达风险。

证券研究报告

行业研究——专题报告

环保行业

吴漪 行业分析师

执业编号：S1500512110003

联系电话：+86 1083326720

邮箱：wuyi@cindasc.com

信达证券股份有限公司
CINDA SECURITIES CO.,LTD
北京市西城区闹市口大街9号院1号楼
邮编：100031

目 录

厨余垃圾：垃圾分类带动相关产业链.....	1
厨余垃圾简介.....	1
厨余垃圾处理：资源化再利用呈现多样化的趋势.....	1
国内现状：垃圾分类使得厨余垃圾产量激增，处理技术厌氧消化为主.....	3
厨余垃圾产量：逐年增长，约占生活垃圾转运量 50%以上.....	3
餐厨处理国内现状：厌氧消化为主.....	4
干式厌氧发酵：起源于欧洲，国内相对滞后.....	4
国外：间歇式工艺+连续式工艺.....	5
国内：研究相对滞后，近两年已有落地项目.....	6
相关公司简介.....	10
风险因素.....	12

图 目 录

图 1：厨余垃圾粉碎直排处理流程.....	1
图 2：厨余垃圾焚烧处理流程.....	1
图 3：厨余垃圾好氧堆肥过程.....	2
图 4：厨余垃圾厌氧消化过程.....	2
图 5：厨余垃圾回收流程.....	3
图 6：全国 2014-2018 年厨余垃圾产量估计（单位：万吨）.....	3
图 7：全国 2003-2017 年生活垃圾无害化处理率（单位：%）.....	3
图 8：覆膜槽沼气干式发酵系统.....	7
图 9：重庆洛碛厨余垃圾资源化利用项目.....	8
图 10：浙江省宁波市世行贷款厨余垃圾处理厂项目.....	9
图 11：2014-2018 年中国天楹主营业务收入.....	10
图 12：2018 年中国天楹主营业务构成.....	10
图 13：2014-2018 年维尔利主营业务收入.....	11
图 14：2018 年维尔利主营业务构成.....	11

厨余垃圾：垃圾分类带动相关产业链

厨余垃圾简介

餐厨垃圾是餐饮垃圾和厨余垃圾的统称，主要是居民在生活消费过程中形成的生活废物，是食物垃圾中最主要的一种，包括家庭、学校、食堂及餐饮行业等产生的食物加工下角料(厨余)和食用残余(泔脚)。其成分复杂，主要是油、水、果皮、蔬菜、米面、鱼、肉、骨头以及废餐具、塑料、纸巾等多种物质的混合物。

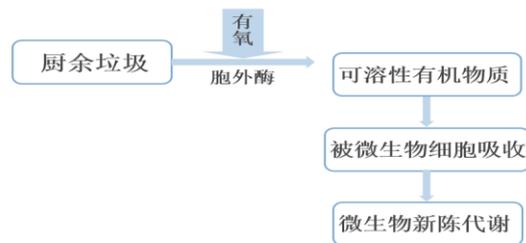
根据来源不同，餐厨垃圾主要分为餐饮垃圾和厨余垃圾。前者产生自饭店、食堂等餐饮业的残羹剩饭，具有产生量大、数量相对集中、分布广的特点；后者主要指居民日常烹调中废弃的下脚料和剩饭剩菜，来自千家万户，数量巨大但相对分散，总体产生量超过餐饮垃圾。

厨余垃圾的主要特点是有机物含量丰富、水分含量高、易腐烂，其性状和气味都会对环境卫生造成恶劣影响，且容易滋长病原微生物、霉菌毒素等有害物质。厨余垃圾主要以生料为主，相对于餐饮垃圾盐分、油脂含量要低，中国厨余垃圾 TS（总固体）含量一般为 25% 左右。

厨余垃圾处理：资源化再利用呈现多样化的趋势

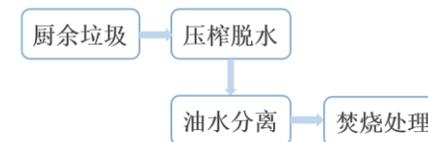
目前厨余垃圾处理方法主要有物理法、化学法、生物法等，具体的处理技术包含粉碎直排处理、填埋处理、肥料化处理、饲料化处理、能源化处理。

图 1：厨余垃圾粉碎直排处理流程



资料来源：北极星固废网，信达证券研发中心

图 2：厨余垃圾焚烧处理流程



资料来源：北极星固废网，信达证券研发中心

粉碎直排处理：在餐厨垃圾发生点对其直接进行破碎、粉碎处理，然后采用水力冲刷，将其排入城市市政下水管网，与城市污水合并进入城市污水处理厂进行集中处理。该方法对于处理少量分散产生的餐厨垃圾如家庭厨余垃圾，具有价格便宜、技

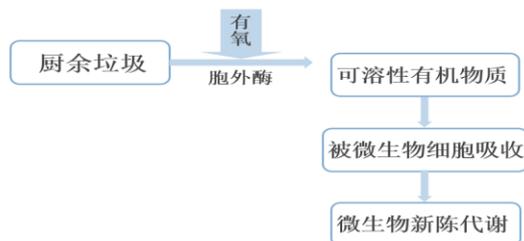
术简便等优点，能降低城市垃圾的含水率，减少收集量，利于提高城市垃圾的发热量。

能源化处理：主要指焚烧法，其处理厨余垃圾效率较高，最终产生约 5% 的利于处置的残余物，焚烧是在特制的焚烧炉中进行。

填埋处理：大多数国家生活垃圾无害化处理的主要处理方式。由于厨余垃圾中含有大量的可降解组分，稳定时间短，有利于垃圾填埋场地的恢复使用，且操作简便，因此应用得比较普遍。

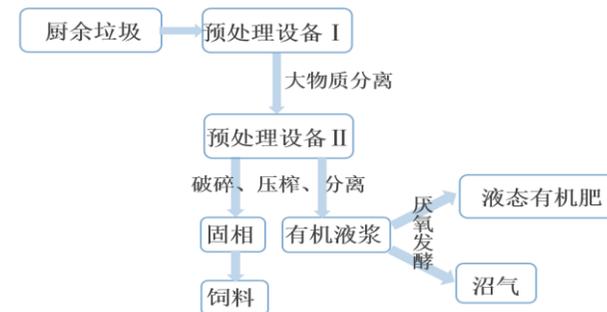
肥料化处理：主要包括好氧堆肥和厌氧消化两种方式：（1）好氧堆肥过程是在有氧条件下，利用好氧微生物分泌的胞外酶将有机物固体分解为可溶性有机物质，再渗入到细胞中，通过微生物的新陈代谢，实现整个堆肥过程。同时，由好氧堆肥引申出些类似的方法，如蚯蚓堆肥是近年来发展起来的一项新技术，利用蚯蚓吞食大量厨余垃圾，并将其与土壤混合，通过砂囊的机械研磨作用和肠道内的生物化学作用将有机物转化为自身或其他生物可以利用的营养物质。（2）厌氧消化处理是指在特定的厌氧条件下，微生物将有机垃圾进行分解，其中的碳、氢、氧转化为甲烷和二氧化碳，而氮、磷、钾等元素则存留于残留物中，并转化为易被动植物吸收利用的形式。厨余垃圾的厌氧消化是目前来说最环保、又能创造效益的方法，厌氧处理可产生大量沼气，可用于发电和做燃料，且由于系统全封闭而无异味，是未来的发展方向，避免了填埋法由于其含水量高容易产生大量的渗滤液而污染地下水的问题；也克服了好氧堆肥法生产过程中臭味四溢，影响周围环境的缺陷。

图 3：厨余垃圾好氧堆肥过程



资料来源：北极星固废网，信达证券研发中心

图 4：厨余垃圾厌氧消化过程



资料来源：北极星固废网，信达证券研发中心

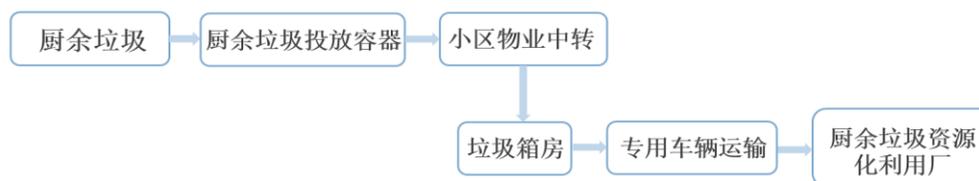
饲料化处理：主要有两种方式：（1）生物处理制饲料。原理是将培养出的菌种加入餐厨垃圾密封贮藏，菌种进行繁殖并杀除病原菌制成饲料。（2）高温消毒制饲料。原理是采用高温消毒原理，杀除病毒、经粉碎后加工成饲料，可供禽畜食用。比较成熟的餐厨垃圾加工饲料方法是将制粒技术、挤压膨化和干燥技术等手段综合利用。挤压后饲料中的细菌浓度要远远低于其他样品中的细菌浓度。

国内现状：垃圾分类使得厨余垃圾产量激增，处理技术厌氧消化为主

厨余垃圾产量：逐年增长，约占生活垃圾转运量 50%以上

根据 Wind 数据，中国城市生活垃圾清运量 2014 年约为 1.79 亿吨，2018 年约为 2.28 亿吨，五年复合增长约 22.16%，生活垃圾中厨余垃圾的占比为 40-60%，逐年增长的城市生活垃圾对于清运和末端处置都提出了更高的要求。

图 5：厨余垃圾回收流程



资料来源：信达证券研发中心

图 6：全国 2014-2018 年厨余垃圾产量估计（单位：万吨）



资料来源：北极星固废网，信达证券研发中心

图 7：全国 2003-2017 年生活垃圾无害化处理率（单位：%）



资料来源：万得，信达证券研发中心

据中国新闻网报道，在住建部于 2019 年 6 月 28 日召开的新闻发布会上，相关负责人表示中国 46 个重点城市分类投放、分类收集、分类运输、分类处理的生活垃圾处理系统正在逐步建立，已配备厨余垃圾分类运输车近 5000 辆，并将继续投入 213 亿元加快推进处理设施建设，满足生活垃圾分类处理需求。垃圾分类相关政策的全面推行将使得厨余垃圾得到单独分类收集，

厨余垃圾的转运和末端处置成为关注的焦点。

餐厨处理国内现状：厌氧消化为主

据中国新闻网报道，中国战略性新兴产业环保联盟理事长、住建部科学技术委员会委员张益表示，“未来 10 年，垃圾分类将新增市场机会 4,000 亿元以上。餐饮垃圾和厨余垃圾均量大面广，均为城市管理的关注重点，从国家相关部门和地方政府都高度重视。但现有的厨余垃圾处理项目数量远远满足不了实际需求，目前厨余垃圾处理仅在上海等少数城市刚刚起步，垃圾分类工作的持续推进将带动厨余垃圾处理行业发展，具备技术核心竞争力的企业将在未来具有很大的发展空间。”

目前中国已基本形成以厌氧消化为主、好氧制肥为辅、饲料化和昆虫法等为补充的餐厨垃圾处理与资源化利用的技术路线。厌氧消化又分为干法工艺和湿法工艺，由于特性差异，餐厨垃圾具有含水、含油高的特点，更适用于湿法工艺，厨余垃圾含水率低，油脂含量也较低，一般处理工艺中不设置油脂回收工艺，针对含水率低的厨余垃圾采用“干式厌氧”生化处理技术，发酵产生沼气后再利用。首创环境副总裁胡再春表示，“厌氧发酵技术是目前国内外相对来说普遍认可的处理湿垃圾的主流技术，从欧洲和国内建成运行的项目上来看，厌氧发酵已经运用比较成熟”。

清华大学环境学院教授刘建国表示，粉碎直排的方式并不适合我国，一是美国的厨余垃圾量相对较少，相比之下中国产生的厨余垃圾较多；二是垃圾质地不同，中国厨余垃圾中油脂含量更高，容易黏附在管道内壁，凝固后就易堵塞管道；而且中国的下水管道通常较细，美国下水管道在设计时就已经考虑了垃圾处理问题；另外，中国的下水管道还存在与雨水管、污水管道混接的问题，很多地方污水最后排进河道，通过下水道处理家庭垃圾就会增加河水污染的风险。同时堆积在管道中的厨余垃圾时间过长会发酵而产生沼气，存在爆炸风险。

干式厌氧发酵：起源于欧洲，国内相对滞后

目前国外对于厨余垃圾的处理主要有 4 种典型模式。根据清华大学环境学院教授发表于《决策研究》上的相关文献，美国在厨余垃圾生产量较大的单位和居民家庭厨房积极推广使用“厨余垃圾粉碎处理器”，安装厨余垃圾粉碎机和油脂分离装置，前者垃圾粉碎后排入下水道，然后进入污水处理厂进行再生循环处理；后者分离出来的油脂则送往相关加工厂加以利用。在日本厨余垃圾作为可燃垃圾的一种，经滤水后送垃圾焚烧厂，作为生物质进行焚烧处理。韩国对餐厨垃圾不允许直接填埋处理，并限制焚烧处理，目前以好氧堆肥为主，厌氧消化技术有较多应用。欧洲各国十分重视对厨余垃圾进行回收利用，并建立了完备的收集处理制度，比如，丹麦从 1987 年开始鼓励对厨余垃圾回收利用；荷兰于 1996 年起禁止国内垃圾处理厂对厨余垃圾进行填埋处理，而改用好氧发酵对厨余垃圾进行处理；在欧盟，垃圾填埋的比例不到 10%。德国从 1999 年起禁止直接填埋可餐厨垃圾，经分类收集的餐厨垃圾主要采用堆肥处理和厌氧消化方式，代表性工艺为机械生物处理(MBT)系统（包括预处理系统和干式厌氧发酵系统），预处理系统通过预处理系统固废进行有效筛分，把有机质等部分分类筛分出来；干法发酵系统

中，筛分出的有机质部分作为入料进入干式厌氧系统，通过发酵产沼气；厌氧发酵系统的出料需要通过进一步的后处理，以获得合格的肥料等高附加值产品。

国外：间歇式工艺+连续式工艺

干式厌氧发酵可分为间歇式和连续式，连续式工艺主要用于含固率 15%~25%之间，比较粘稠的有机废弃物的处理；间歇式工艺主要用于含固率在 25%以上，且物料粒径分布范围较大，通透性较好的有机废弃物的处理。相比于连续式，间歇式起步较晚。

间歇式干式发酵处理工艺

Bioferm 工艺（德国）：主要应用于含水率低于 75%的有机固体废弃物的处理，属于单级车库式中温厌氧消化工艺。该工艺的主要特点是原料投加到反应器内再不需要搅拌或翻掀，也不需要增加额外的补充水，且原料在进入反应器内后不需要做任何预处理。工艺 *youshi* 主要为自身消耗低，冬季仅耗用自身生产的能量 10~15%；发酵室为不透气混凝土结构，底部管道暖气供热，因土建费用很低；可直接处理农作物秸秆和城市垃圾等固体可发酵有机物，大大节省预处理成本；沼气质量高，含硫量远低于湿法沼气，可不经洗气直接供沼气发动机使用；在发酵罐/室中没有搅拌器等运动部件，系统的可靠性很高；耗水量比起湿法大大降低，几乎没有污水排放，大大节省水费和污水处理费；建设和运营成本随规模增长很慢，占地省，适于建设大中型沼气工程；因为发酵剩余物无湿法发酵的沼液，所以不用脱水处理。

BEKON 工艺（德国）：与 Bioferm 工艺基本上完全相同，也是车库式间歇干式发酵工艺。唯一不同的是 BEKON 工艺具有高温和中温两种，而 Bioferm 只有中温。主要特点为工程设备投资较低，运行和人力成本低；能满足高标准的排放要求；自身耗能低于系统产能的 10%；不产生消化后产物存储费用，运输费用低；就工程本身而言，几乎没有移动部件，因此不会产生磨损和破裂修复费用；产气率高，沼气质量高（甲烷含量 60%），一般情况不需要脱硫。

GICON 工艺：与上述 BEKON 与 Bioferm 间歇式厌氧干发酵工艺相比，主要不同点是 GICON 工艺是根据微生物的分解步骤将厌氧消化过程分成两个阶段来实现——水解阶段（干式发酵）和产甲烷阶段（湿式发酵）。由于该工艺采用分段来完成，因此非常适合含有大粒径碎片的原料；进料量和进料类型十分灵活，可适应不同季节的可用废弃物；由于是对可堆叠物料进行消化处理，不需要做过多的预处理；不需要混合设备，系统消耗的能耗仅为系统产能的 5~8%；由于渗滤采用独立控制，操作十分安全；沼气中甲烷含量高，有利于后续沼气提纯；能耗低、磨损小、运行费用低；适合不同结构形状类型的物料。

连续干式发酵处理工艺

Dranco 工艺（比利时）：属于竖式推流发酵工艺，属于单级中温/高温干式（高固体）厌氧消化工艺。Dranco 工艺又分为 Dranco 和 Dranco-Farm，Dranco 主要用于餐厨垃圾、城市固体废弃物的有机部分等，而 Dranco-Farm 主要用于能量作物和工业有机废弃物的处理。目前在比利时、德国、奥地利多个国家有商业化应用，处理规模在 1.2-2 万吨/日。Dranco 工艺主要包括一个混料罐和一个上进料、下出料的推流式反应器。原料与回流的发酵剩余物首先在混料罐内混合，之后输送至反应器顶部进

料。Dranco 工艺的关键点在于将大量的发酵剩余物重新回流至反应器内进行二次发酵，通过回流为新鲜物料进行接种，延长了物料在发酵罐内的停留时间。同时，大量发酵剩余回流进行二次发酵，物料混合和传质过程在发酵罐外部的混料罐内进行，避免在发酵罐内增加搅拌等混料设备。该工艺具备多年工程化应用经验；罐体内不需要设搅拌装置，且不会产生浮渣和沉降，可避免或最小化废水的产生量。具备紧凑可靠的工程设计，用于好氧发酵阶段的沼渣含固率高；工艺灵活，可适用于含固率 15~40%的有机废物；最优化的调整和局部流设计，不会产生多余的废水。

Valorga 工艺（法国）：第一个用于对生活垃圾经机械分选后剩余有机部分处理方面的发酵工艺。属于竖式气体搅拌干发酵工艺，主要应用于有机固体废弃物和城市生活垃圾处理方面，有高温和中温两种形式。其工作过程如下：物料首先经过分选、过筛等预处理，之后沼液回流与原料混合，调节含固率到 30%左右，之后物料泵入反应器内。厌氧发酵产生部分沼气通过发酵罐底部注入，对物料进行气动搅拌。目前，Valorga 工艺在欧洲已取得良好的商业化应用效果，在法国、荷兰、波利尼西亚等地都有稳定运行的商业化案例，处理规模在 1.6-9.2 万吨/日。该工艺非常适用于城市有机废弃物，如生活垃圾、餐厨垃圾和城市污泥等；可以在含固率 25~35%条件下稳定运行，过程用水量非常小；厌氧消化过程中产生的沼气的甲烷含量高；工艺十分灵活，可用于各种类型的家庭生活垃圾处理方面；总固体浓度可达 55%~58%；搅拌方式为罐体底部均匀射入沼气。

Kompogas BRV 工艺（瑞典）属于卧式推流发酵工艺，主要应用于有机固体废弃物和城市生活垃圾处理方面，属于单级高温干式（高固体）厌氧消化技术。其特点在于反应器以转子泵方式进料，水平安装搅拌轴，通过搅拌轴完成物料的充分混合，并完成物料的推流出料。反应器内物料的含固率为 23%左右。该工艺特点包括适用范围广，可用于所有有机废弃物的处理，如园林垃圾、餐厨等城市废弃物等；由于推流工艺具有先进先出的特点，因此可以实现物料的可追溯性；反应器采用模块化设计，具有安全、方便和可追溯性；产生的沼气可作为多种形式的能源回收利用；对所有的废弃物均可实现稳定化和无害化处理；废弃物经处理后的产物可以作为有机肥；产气率高且产气稳定；过程用水量低；具备最优化的能量管理；操作简单。

Laran 工艺（德国）主要应用于含水率 15~45%的有机固体废弃物的处理，属于单级干式卧式推流厌氧消化工艺，有高温和中温两种形式。该工艺与 Kompoga 相似，主要不同的搅拌方式，Laran 工艺采用的是分段搅拌方式，比 Kompogas 工艺设备多且比较分散。该工艺因气体释放面积较大，产气率较高；由于不需要稀释，消化池体积小；热量需求低，物流量小磨损低；根据材料特性，过程不用水或水量非常小；由于推流搅拌作用可使 VSS 降解率高；低速、间歇运行，因此材料传输和消化过程低能耗；与其它全混式反应器相比较而言，具有高有机负荷及低停留时间的特点；且通过内部搅拌器搅拌，可防止表层浮渣和沉降的发生。

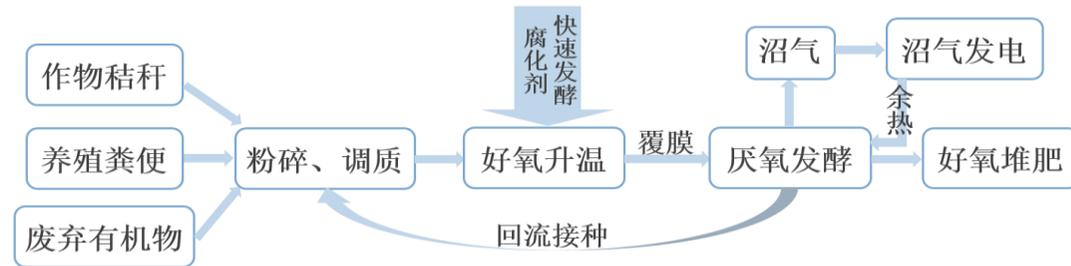
国内：研究相对滞后，近两年已有落地项目

中国对厌氧干式发酵技术的研发起步较晚，目前研究成果包含覆膜槽沼气干式发酵系统、干式发酵反应器（立式/卧式）、多元废弃物车库式干式发酵工艺，工艺多处于实验室研发阶段，但也有多项干式发酵处理厨余垃圾项目落地。

国内干式发酵工艺概况

覆膜槽沼气干式发酵系统：该工艺建设若干个发酵槽，间歇使用，实现好氧升温-厌氧产气-好氧制肥三段同槽发酵工艺，其中厌氧利用柔性膜密封，好氧升温及制肥时将柔性膜取下。

图 8: 覆膜槽沼气干式发酵系统



资料来源: 北极星环保网, 信达证券研发中心

中国学者对序批式干法发酵技术及装备进行了长期的研究。在国家“十一五”计划“沼气规模化干法厌氧发酵技术与装备研究”的支持下, 韩捷开发了覆膜槽沼气规模化干式发酵装置(MCT), 采用“软管充气膨胀压力密封联接装置”, 建设了生物反应器容积为 $180m^3$ 的沼气干法发酵中试装置。朱德文等设计了柔性膜覆盖车库式厌氧干法发酵系统, 将国外车库式干发酵技术和国内柔性膜覆盖技术耦合研制而成, 反应器产气率可达 $0.81m^3 \cdot m^{-3}m^{-1}$, CH_4 体积分数为 67%。叶森等从 2006 年开始研究自动排料沼气干法发酵装置, 利用罐内沼气压力排出发酵旧料实现半连续干法发酵。

干式发酵反应器(立式/卧式两种): 该设备适用于各种有机废弃物和能源作物厌氧发酵工程。陈闯等人制作了有效容积为 4.5L 的上推流厌氧反应器连续干发酵反应器, 采用在侧壁距底部 35mm 处设置的进料口进料, 并开展了猪粪连续干发酵小试实验, 结果表明在温度 $25^\circ C$, 有机负荷为 $4.44gTS^{-1}$ 的条件下, 容积产气率最高可达到 $2.40L \cdot L^{-1}d^{-1}$, 工艺试验取得了较好的效果, 但该反应器仅用于工艺试验研究, 并未解决干发酵过程中的连续进出料问题。于美玲等人设计了有效容积 $1.5m^3$ 的立式连续干发酵装置, 进出料系统由螺杆泵和无轴螺旋输送机实现连续上进料和下出料, 并进行了工艺试验, 结果表明, 以市政有机垃圾为原料时, 装置容积产气率可达到 $1.0m^3 \cdot m^{-3}m^{-1}$ 左右。

干式发酵工艺特点为高固体浓度进料, TS (总固体) 可达 20~30%; 发酵剩余物含水量低于 85%, 可直接做有机肥; 无污水排放, 连续进出料, 温度、含水率、pH 值等参数易于调整, 可实现全自动控制; 模块化设计, 适用于产业化生产, 有效容积产气率高。

多元废弃物车库式干式发酵工艺: 该工艺没有或者几乎没有自由流动水的沼气厌氧微生物发酵过程, 是处理有机同体生物质的有效方法, 耗水量比湿法发酵大大降低, 无沼液消纳问题, 适用于各种有机废弃物和能源作物厌氧发酵工程。

工艺特点为能适应多元化的有机发酵原料, 使进出料简便化, 且装料更多双重密封技术, 更安全、可靠, 并可保留较多的渗

滤液，利于发酵产气联合式保温技术，在库体上方设置塑料大槽，柔性覆膜上设置保温被，库体四周和底部采取保温措施，保证发酵温度沼气发酵过程中沼渣在系统内部循环无外排，无二次污染。

国内干式厌氧发酵落地项目案例

图 9：重庆洛碛厨余垃圾资源化利用项目



资料来源：德国泽尔曼公司官方网站，信达证券研发中心

重庆洛碛厨余垃圾资源化利用项目——德国泽尔曼公司：采用了高效分拣技术、有机质 Kompogas 干式厌氧发酵沼气提纯、沼渣好氧堆肥综合处理等工艺，将占厨余垃圾 90% 以上的有机物、塑料、金属、可燃物等予以回收与利用。对废塑料、革制品和部分废纸直接作为 RDF 油化的原料，使其经济价值得以大大提高，并避免了二恶英等有毒有害气体的产生；沼气经过脱水、过滤等预处理后，进入沼气提纯系统制取生物天然气，并入市政燃气管网。经过处理后的残渣量，即惰性物不到原生垃圾的 10%，大大减少了残余物的填埋量。

从德国泽尔曼公司官方网站获悉该项目于 2018 年启动，核心工艺和辅助设施有四个部分：即垃圾光电智能自动化分选系统、Kompogas 干式厌氧发酵及沼气提纯系统、沼渣好氧堆肥系统、臭气生物处理系统。日处理 200 吨厨余垃圾，采用 PF1800-2

钢结构发酵罐干式厌氧，沼气产量为 6,700,000Nm³/年。

图 10：浙江省宁波市世行贷款厨余垃圾处理厂项目



资料来源：首创环境控股有限公司官方网站，信达证券研发中心

浙江省宁波市世行贷款厨余垃圾处理厂项目——首创环境：该项目由首创环保投资有限公司与宁波市公用投资有限公司合资建设和运营，用于处理厨余垃圾，从首创环境控股有限公司官网获悉设计总规模为 800 吨/日，采用预处理+干式厌氧+沼气提纯综合处理工艺进行厨余垃圾末端处理。项目位于宁波市海曙区洞桥镇宣裴村，占地约 115 亩。主要建设内容包括厨余垃圾接收与预处理系统、厌氧发酵系统、除臭系统、污水处理系统、沼气提纯系统、市政配套设施及环保教育示范基地。该项目将对宁波市的厨余垃圾进行“无害化、减量化、资源化”处理，为改善宁波市的综合环境做出积极贡献。均一权重下，干式厌氧技术的综合环境影响分别是填埋、焚烧的 59%和 69%；13 项主要生态环境影响中，干式厌氧技术有 10 项优于填埋、焚烧；同时，非有机类杂质率、沼渣资源化、厂区能耗、污水处理等方面还有很大提升空间。把该项目与十年前的其他案例对比分析发现，基于填埋、焚烧、MBT+堆肥、MBT+填埋、MBT+焚烧五种情景，该项目对有机易腐垃圾进行生物处理回用的综合环境影响最低，是焚烧处理的 5%，填埋处置的 3%。

相关公司简介

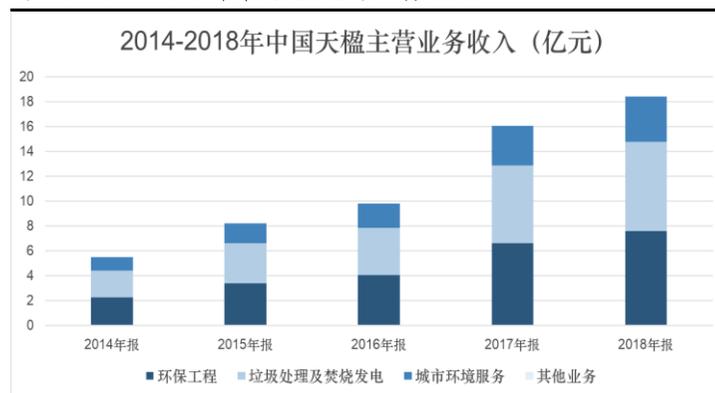
当前全球对于厨余垃圾处置都在朝着减量化、资源化、无害化方向发展，随着中国垃圾分类时代的到来，厨余垃圾处理市场有广阔的发展空间。厨余垃圾处理相关公司有中国天楹、维尔利、首创环境。

中国天楹

中国天楹（股票代码：000035）是一家从事城市环境服务和废弃物末端处理及再利用的国际化上市公司。公司业务范围覆盖生活垃圾焚烧发电、污泥处理、餐厨垃圾处理、危险废弃物处理、建筑垃圾处理、污水处理、填埋气开发与利用、垃圾分类收运体系投资与运营等领域，并致力于打通从分类、收运、中转到末端处置的废弃物管理全产业链。

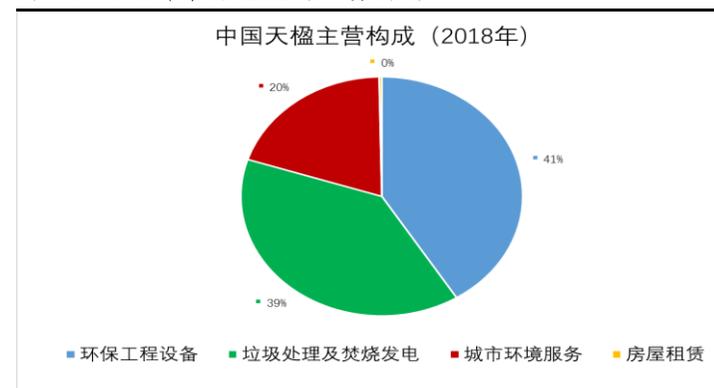
中国天楹积极拓展国际市场，在 2018 年成功收购 Urbaser 环境管理全球公司。截至 2019 年一季度末，中国天楹总资产约 413 亿元人民币，员工近 6 万人，业务覆盖 31 个国家和地区，垃圾日处理量达 82,090 吨，在全球拥有 400 余座固废处理设施。

图 11: 2014-2018 年中国天楹主营业务收入



资料来源: 万得, 信达证券研发中心

图 12: 2018 年中国天楹主营业务构成



资料来源: 万得, 信达证券研发中心

中国天楹两大主营业务环保工程设备和垃圾处理及焚烧发电业务在近年均获得了显著的营收增长。18 年环保工程设备和垃圾处理及焚烧发电业务营收分别占比 41.1%、38.9%。根据公司公告，环保设备方面，18 年公司取得多笔垃圾焚烧炉及其配套设备销售订单，并签约了 63 份垃圾分类设备外销合同；垃圾处理及焚烧发电方面，截至 18 年底公司共有 10 个垃圾焚烧发电项目稳定运营，并在海外市场连续中标越南富寿、越南清化、越南河内及新加坡大士等垃圾焚烧发电项目。

垃圾分类和环卫方面，中国天楹是先行者。根据公司公告，18 年公司城市环境服务营收 3.63 亿元同比增 276%，共签订环卫一体化及垃圾分类项目 135 个，总合同额约 45.5 亿元；19 年已中标 2 个生活垃圾分类外包服务。中国天楹收购的 Urbaser 公司，智慧环卫及相关服务是其第一大业务，遍布西班牙、法国、阿根廷等全球多个国家和地区。Urbaser 智慧环卫涵盖“城

市垃圾分类投放收集、道路清洁、垃圾分类收运”等业务环节，其成熟的技术、运营和管理经验，有助于中国天楹在国内垃圾分类的大潮中占得先机。

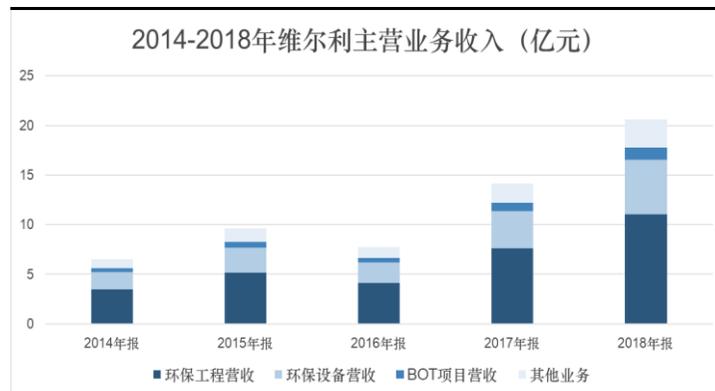
中国天楹有望借助 Urbaser 的成熟厌氧发酵技术，在垃圾资源化末端处置方面有所作为。城市固废综合处理服务是 Urbaser 的第二大业务，Urbaser 子公司 Valorga 开发了连续干式发酵处理法国 Valorga 工艺，并在海外有大量运营项目经验。

公司公告显示，得益于收购 Urbaser100%股权实现并表，2019 年一季度中国天楹营收 32.59 亿元，同比增长 1017%；2019 年 1-6 月公司预计归母净利润 2.0-2.3 亿元，同比增长 129%-164%。目前公司全产业链横跨“垃圾前端分类投放和收集、中端分类运输和中转、末端分类回收和处理”各个环节，业务遍布以欧美市场为主的全球多个国家。

维尔利

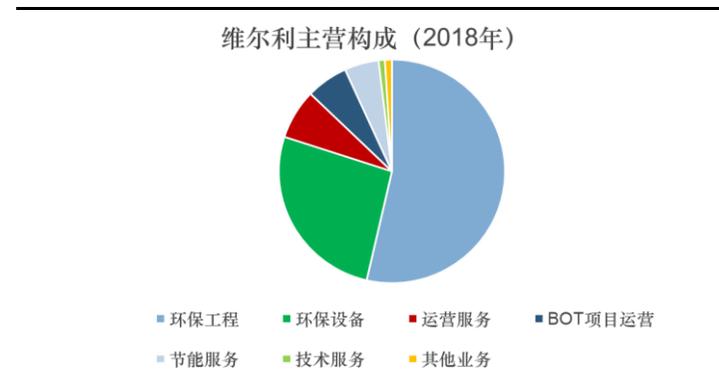
维尔利（股票代码：300190），于 2003 年成立，2011 年创业板上市。公司业务涵盖城市环境治理，农村、农业环境治理及工业节能环保三大业务领域，在餐厨及厨余垃圾、垃圾渗滤液、沼气及生物天然气、VOC 油气回收等细分市场领域处于龙头地位。根据公司公告，公司拥有环保工程专业承包壹级资质，在国内外已建成和在建项目多达几百项，包括亚洲最大的垃圾

图 13：2014-2018 年维尔利主营业务收入



资料来源：万得，信达证券研发中心

图 14：2018 年维尔利主营业务构成



资料来源：万得，信达证券研发中心

渗滤液处置项目以及国内第一批通过国家试点城市验收的餐厨项目等多项行业标杆示范项目。

维尔利是有机废弃物资源化专家。公司建有生物能源省级高新技术企业研发中心、城市固废等多个省级工程技术中心、生物燃料省级重点实验室以及院士工作站、多家校企合作研发机构、中德节能环保技术创新中心等多项创新平台。公司是国家渗滤液行业标准规范起草单位，餐厨专业委员会主任单位、行业标准参编单位，独编或参编国家行业规范 8 项，制定企业标准 8 项。已获各类授权专利近 200 项。承担 35 项国家和省部级科研项目，包括“十三五”国家水体污染控制与治理重大专项两项、

“十三五”国家科技重大专项（固废专项）三项。

维尔利环保工程业务在近年营收增长显著，2018年两大主营业务环保工程和环保设备分别占比53.6%、26.4%。根据公司公告，2019年1-6月公司预计归母净利润1.40-1.62亿元，同比增长30%-50%。

根据7月3日证券时报网报道，维尔利将紧抓国家逐步落实生活垃圾分类各项政策的机遇，积极拓展厨余垃圾处理业务。目前公司餐厨垃圾BOT项目已投运产能超450吨/日，在建及投运餐厨EPC项目产能约达1700吨/日。根据6月26日公司董秘于投资者平台的发言，公司已承接了上海松江区湿垃圾资源化处理工程EPC项目、绍兴厨余垃圾项目。

首创环境

首创环境（3989.HK）是北京首都创业集团有限公司下属固废处理处置领域的产业投资平台，于2006年登陆香港联交所主板上市。首创环境已形成生活垃圾清扫、收运、填埋、焚烧发电的一体化处置核心业务，并有厌氧处理和危废处置作为支线业务，电子废弃物拆解、非正规填埋场治理、建筑垃圾资源化处理作为辅助业务。2018年首创环境的固废项目总处理能力高达3.79万吨/天。

根据公司公告，截至2018年末，首创环境已运营、试运行项目32个，其中焚烧4个、填埋6个、收运和环境治理类15个、厌氧4个、拆解2个、危废1个。同时公司在国内储备了63个项目，包括20个垃圾发电项目、7个垃圾填埋项目、7个厌氧处理项目、17个垃圾收运项目、6个危废处理项目等。

首创环境的厌氧消化技术主要由海外引进。公司分别从法国Valorga公司引进了干法厌氧消化处理技术和从德国Strabag公司引进湿法厌氧消化处理技术。公司与北欧燃气集团、Strabag集团、中科院、香港城市大学等海内外拥有先进技术的企业建立了合作伙伴关系。

2018年公司实现营收人民币46.48亿元，实现净利润3.11亿元。根据公司公告，2019年1-6月公司预计利润较2018年同期增长，并披露增长主要来自拨回有关南昌项目以前年度减值亏损约人民币5,800万元及收回相关利息约1,060万元。

风险因素

政策推进不达预期：根据《关于在全国地级及以上城市全面开展生活垃圾分类工作的通知》，到2020年，46个重点城市基本建成生活垃圾分类处理系统和体系。除推行垃圾分类最早的上海之外，北京等城市正在加快立法。然而，由于全国各地垃圾收运和处置体系的差异，仍存在垃圾分类政策以及配套举措推进力度不达预期的可能性。

市场竞争加剧风险：随着中国垃圾分类政策推进，垃圾分类处置需求增长空间广阔，各路资本投资力度加大，市场竞争有加

剧的风险。此外，由于地方经济发展水平参差不齐，各地方政府市政相关服务的市场化程度各异，由于环保行业具有区域性，可能存在业务拓展不达预期的风险。

项目进展和业绩确认不达风险：垃圾分类收运体系以及末端处置的建设仍处于产业化初期，在技术路径选择、产业化效益、商业模式上存在不成熟的风险。业内公司存在项目进展和业绩确认不达预期的风险。

研究团队简介

范海波，信达证券研发中心执行总监，有色金属/钢铁行业首席研究员。中国科学院理学（地球化学）硕士，加拿大 Concordia 大学管理学（金融）硕士。现任信达证券研发中心有色金属、钢铁行业高级研究员。曾任冶金部勘察研究总院高级工程师，在加拿大学习工作7年，从事北美金融市场实证研究，多篇金融市场论文在包括 Review of Futures Markets, Journal of Portfolio Management, Journal of Trading 等著名欧美期刊发表。

吴漪，有色金属/环保行业研究员。北京大学化学学士、环境生态学硕士。2010年加入信达证券，从事有色金属行业研究。2013年开始负责环保行业研究。

丁士涛，有色金属行业研究员。中央财经大学管理学硕士，3年银行业工作经验，2012年2月加盟信达证券研发中心，从事有色金属行业研究。

王伟，钢铁行业研究员。澳大利亚悉尼大学矿产、环境工程双硕士，矿产大宗商品行业1年工作经验，2013年4月加盟信达证券研发中心，从事钢铁行业研究。

冯孟乾，建筑建材行业研究助理。中国矿业大学（北京）采矿工程硕士，2018年7月加入信达证券研究开发中心，从事建筑建材行业研究。

环保行业重点覆盖公司

公司简称	股票代码										
瀚蓝环境	600117.SH	东江环保	600139.SH	中国天楹	000035.SZ	龙净环保	600362.SH	清新环境	600489.SH	中电环保	600516.SH
高能环境	600547.SH	先河环保	600549.SH	兴蓉环境	000598.SZ	格林美	600711.SH	雪迪龙	600988.SH	伟明环保	601600.SH

机构销售联系人

区域	姓名	办公电话	手机	邮箱
华北	袁 泉	010-83252068	13671072405	yuanq@cindasc.com
华北	张 华	010-83252088	13691304086	zhanghuac@cindasc.com
华北	巩婷婷	010-83252069	13811821399	gongtingting@cindasc.com
华东	王莉本	021-61678580	18121125183	wangliben@cindasc.com
华东	文襄琳	021-61678586	13681810356	wenxianglin@cindasc.com
华东	洪 辰	021-61678568	13818525553	hongchen@cindasc.com
华南	袁 泉	010-83252068	13671072405	yuanq@cindasc.com
国际	唐 蕾	010-83252046	18610350427	tanglei@cindasc.com

分析师声明

负责本报告全部或部分内容的每一位分析师在此申明，本人具有证券投资咨询执业资格，并在中国证券业协会注册登记为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告；本报告所表述的所有观点准确反映了分析师本人的研究观点；本人薪酬的任何组成部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体分析意见或观点直接或间接相关。

免责声明

信达证券股份有限公司(以下简称“信达证券”)具有中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。本报告由信达证券制作并发布。

本报告是针对与信达证券签署服务协议的签约客户的专属研究产品，为该类客户进行投资决策时提供辅助和参考，双方对权利与义务均有严格约定。本报告仅提供给上述特定客户，并不面向公众发布。信达证券不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。客户应当认识到有关本报告的电话、短信、邮件提示仅为研究观点的简要沟通，对本报告的参考使用须以本报告的完整版本为准。

本报告是基于信达证券认为可靠的已公开信息编制，但信达证券不保证所载信息的准确性和完整性。本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告最初出具日的观点和判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会出现不同程度的波动，涉及证券或投资标的的历史表现不应作为日后表现的保证。在不同时期，或因使用不同假设和标准，采用不同观点和分析方法，致使信达证券发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告，对此信达证券可不发出特别通知。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测仅供参考，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人做出邀请。

在法律允许的情况下，信达证券或其关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能会为这些公司正在提供或争取提供投资银行业务服务。

本报告版权仅为信达证券所有。未经信达证券书面同意，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发布、转发或引用本报告的任何部分。若信达证券以外的机构向其客户发放本报告，则由该机构独自为此发送行为负责，信达证券对此等行为不承担任何责任。本报告同时不构成信达证券向发送本报告的机构之客户提供的投资建议。

如未经信达证券授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。信达证券将保留随时追究其法律责任的权利。

评级说明

投资建议的比较标准	股票投资评级	行业投资评级
本报告采用的基准指数：沪深 300 指数（以下简称基准）； 时间段：报告发布之日起 6 个月内。	买入： 股价相对强于基准 20% 以上；	看好： 行业指数超越基准；
	增持： 股价相对强于基准 5% ~ 20%；	中性： 行业指数与基准基本持平；
	持有： 股价相对基准波动在±5% 之间；	看淡： 行业指数弱于基准。
	卖出： 股价相对弱于基准 5% 以下。	

风险提示

证券市场是一个风险无时不在的市场。投资者在进行证券交易时存在赢利的可能，也存在亏损的风险。建议投资者应当充分深入地了解证券市场蕴含的各项风险并谨慎行事。

本报告中所述证券不一定能在所有的国家和地区向所有类型的投资者销售，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专业顾问的意见。在任何情况下，信达证券不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者需自行承担风险。