

79. 市政污泥与餐厨垃圾分质分相高效协同厌氧消化技术

技术依托单位：清华大学深圳国际研究生院、深圳市利赛环保科技有限公司

技术发展阶段： 工程示范

适用范围：餐厨垃圾、厨余垃圾、果蔬垃圾、市政污泥、粪渣污泥等城市有机固废的协同处理

主要技术指标和参数：

一、工艺路线及参数

污泥经多级水热闪蒸序批处理（180℃，30min），有机质溶出率达到60%后进行固液分离，得到含水率为50%的脱水泥饼及水热滤液；餐厨垃圾经除杂、破碎、制浆、除砂后自流到酸化池进行为期4天的中温高负荷乳酸发酵，得到以乳酸、乙酸为产物的酸化浆液；将污泥水热滤液与餐厨垃圾酸化浆液混合后进入产甲烷系统，进行为期16~20天的协同中温消化，产生的沼气经净化后进入沼气锅炉燃烧发电，锅炉余热通过换热器转化成蒸汽返回水热系统回用，低品位热量转化为热水用于厌氧系统加热。沼液脱水后的滤液部分回流作为生产用水，剩余部分外排至园区污水站处理达标后排入市政污水管网。

二、主要技术指标

有机质转化率 $\geq 70\%$ ，单位干有机物料沼气产量 $\geq 400 \text{ m}^3/\text{t}$ ，处理后泥饼含水率 $\leq 60\%$

三、技术特点

集合了“水热处理分质”、“两相厌氧消化”等多个先进技术特点，实现了污泥与餐厨垃圾的分质分相协同消化。污泥水热分质借鉴了水处理过程传质效率高的技术优势，结合餐厨垃圾分相，不仅避免酸积累和有毒物质对产甲烷的影响，同时利于厌氧系统的营养元素平衡和酸碱平衡，提高了处理负荷及产气效率，余热的就地利用也实现了能量的高效循环利用，降低运行成本，最终实现污泥与餐厨垃圾的减量化、无害化、资源化。

四、技术推广应用情况

2017年，深圳市生物质垃圾处理处置工程，年处理餐厨垃圾7.3万吨，年处理市政脱水污泥10.95万吨。

五、实际应用案例

| | |
|--------|--|
| 案例名称 | 深圳市生物质垃圾处理处置工程 |
| 业主单位 | 深圳市利赛环保科技有限公司 |
| 工程地址 | 深圳市龙岗区布吉街道郁南环境园 |
| 工程规模 | 200吨/天餐厨垃圾，300吨/天市政污水厂脱水污泥 |
| 项目投运时间 | 2017年12月 |
| 验收情况 | 验收单位：深圳市龙岗区环境保护和水务局，验收时间：2017年11月16日，验收结论：深圳市城市生物质垃圾处置工程项目执行了环境影响评价制度，履行了环保审批手续，基本落实了环评批复要求，其水气声污染物均达标排放，固体废弃物基本得到妥善处置，环保管理机构、环保规章制度、环境应急措施均完善。按照国家环境保护部关于建设项目竣工环境保护验收的规定，深圳 |

| | |
|--------------------|--|
| | <p>市城市生物质垃圾处置工程项目具备了工程竣工环境保护验收的条件，建议通过本工程竣工环境保护验收。</p> |
| <p>工艺流程</p> | <p>该技术主要包括污泥水热分质、餐厨垃圾预发酵系统、协同产甲烷系统三部分。1) 污泥水热分质：收运车辆经称重计量后将市政污泥倾倒入污泥卸料仓，通过料仓底部的高压柱塞泵将污泥输送至污泥水热系统，污泥水热系统采用的是污泥多级闪蒸序批工艺，处理后的污泥直接进入隔膜压滤机脱水，无需加药调理，脱水后的泥饼外运处置。2) 餐厨垃圾预发酵系统：餐厨垃圾运输车进场进行地磅称重，预处理车间的餐厨垃圾接收斗内门开启将餐厨垃圾倒入餐厨垃圾接收斗。餐厨垃圾接收斗内的餐厨垃圾通过重力自流入预处理装置，经过破碎、筛分、制浆后流入浆料池，通过浆料泵提升至除砂系统除砂后自流到酸化池进行高负荷乳酸发酵。3) 协同产甲烷系统：污泥水热滤液和餐厨垃圾酸化液混合进入产甲烷系统，进行协同中温消化，产生的沼气经净化后进入沼气锅炉燃烧发电，锅炉余热通过换热器转化成蒸汽返回水热系统回用，低品位热量转化为热水用于厌氧系统加热。沼液脱水后的滤液部分回流作为生产用水，剩余部分外排至园区污水站处理达标后排入市政污水管网。</p> |
| <p>主要工艺运行和控制参数</p> | <p>1) 污泥水热分质系统：水热系统内设置多级闪蒸罐，污泥在均质反应器、一级浆化反应器、二级浆化反应器内依次被加热到 35-45℃、75-85℃、115-125℃，水热反应的操作温度为 180℃，水热处理时间为 30-45 min。各级反应器之间设置热交换系统，实现废热利用。脱水泥饼含水率 50%。2) 餐厨垃圾预发酵系统：固体停留时间 4 d，发酵温度 30-40℃。3) 协同产甲烷系统：反应器运行温度 35-38℃，消化周期 16-20 d，水力搅拌。</p> |
| <p>关键设备及设备参数</p> | <p>高压柱塞泵输送量 20m³/h，污泥均质反应器、浆化反应器、水热反应器、闪蒸反应器有效容积分别为 3.4m³、43m³、25m³、40m³，高压厢式隔膜压滤机过滤面积 800m²，浆料隔膜泵输送量 10m³/h，餐厨垃圾酸化池有效容积 250m³，厌氧产沼罐有效容积 2300m³，沼气预处理装置</p> |

| | |
|----------------|--|
| | 2500Nm ³ /h, 余热锅炉 4t/hr, 沼气气囊 2500m ³ |
| 污染防治效果和达标情况 | 年处理生物质有机废弃物 18.25 万吨, 沼气年产生量为 876 万 m ³ , 年减排二氧化碳 6.5 万 t, 有机物转化率约 ≥70%, 沼气全部发电 (综合利用率>80%)。 |
| 二次污染治理情况 | 1) 废水: 本项目生产和生活废水委托项目所在园区的深圳市卫生厂污水处理设施二期进行处理, 处理厂出水排放执行《水污染物排放限值》(DB44/26-2001) 中的第二时段二级标准, 达标后排经市政管网排入布吉污水处理厂进行深度处理。2) 废气: 恶臭气体排放达到《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93), 燃气锅炉废气达到《锅炉大气污染物排放标准》(DB44/765-2010)。3) 固体废物: 厌氧消化后的脱水泥饼, 交由所在园区内深圳市粪渣厂处理。超过粪渣厂处理能力的部分, 交由深圳市下坪垃圾填埋场填埋进行处理。本项目泥饼含水率为 65%-45%, 超过粪渣厂处理能力的部分污泥在送下坪垃圾填埋场填。 |
| 投资费用 | 25000 万元 |
| 运行费用 | 总运行费用约 180 元/吨, 其中: 设备及基础设施折旧费 71 元/吨, 人工成本 51 元/吨, 水费 3 元/吨, 药剂 11 元/吨, 运行维护费 44 元/吨。 |
| 能源、资源节约和综合利用情况 | 每年可实现生物质有机废物处理 18.25 万吨, 能产出工业油脂 3000 余吨, 有机物转化率约 ≥70%, 并网电量 (不含自用电) 超过 800 万度 (综合利用率>80%) |