

40. 农、林、工业生物质固废热解气化清洁供热资源化利用技术

技术依托单位：山东百川同创能源有限公司

技术发展阶段： 推广应用

适用范围： 用于处理农林生物质废弃物，包括秸秆、瓜秧、稻壳、果壳、林业“三剩物”等；用于处理工业生物质废弃物，包括中药渣、化学制药菌渣、蒸煮凉茶残余、酒糟、醋糟等。

主要技术指标和参数：

一、工艺路线及参数

生物质废弃物直接卸入湿料仓，湿料仓内设有料仓防堵结构，使物料能够顺利落到仓底，以免发生堵塞；湿料仓中的物料经过定量拨料机构及皮带输送机定量的输送至破碎系统，将其破碎至粒径 $<10\text{mm}$ ；破碎后的物料经过皮带输送机定量的输送至脱水系统，将物料的含水率降至 $50\sim 60\%$ 以下；脱水后的物料经螺旋输送机定量的输送至干燥系统，将物料干燥至含水率 $<25\%$ ，粒径 $<5\text{mm}$ ，干燥后的物料经埋刮板输送机输送至干料仓，干料仓的物料经螺旋输送机输送至循环流化床气化反应炉，经热解气化后的高温燃气直接进入高温燃气锅炉燃烧产生蒸汽并入管网用于居民供气供暖或企业供能。

二、主要技术指标

气化效率 $\geq 78\%$; 燃气热值 $\geq 6500\text{kJ}/\text{Nm}^3$; 净化后燃气焦油含量 $< 5\text{mg}/\text{Nm}^3$; 综合热效率 $\geq 85\%$ 。

烟气排放达到《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014), 烟气排放指标: 颗粒物 $\leq 8\text{mg}/\text{m}^3$, $\text{SO}_2 \leq 50\text{mg}/\text{m}^3$, $\text{NO}_x \leq 100\text{mg}/\text{m}^3$, 烟气黑度 ≤ 1 级, 最高可提升至: 颗粒物 $\leq 5\text{mg}/\text{m}^3$, $\text{SO}_2 \leq 10\text{mg}/\text{m}^3$, $\text{NO}_x \leq 30\text{mg}/\text{m}^3$ 。

厌氧消化处理的污水 $\text{COD} < 100\text{mg}/\text{L}$, 可以满足市政污水处理厂处理能力要求, 经市政管网输送至市政污水处理厂达标处理后排放。

三、技术特点

本技术将农、林、工业生物质废弃物采用全自动连续预处理系统处理后, 利用高效热解气化技术、高温燃气燃烧技术将处理后的原料转化为热能, 替代化石能源用于居民供暖或企业供能, 实现能源清洁高效转换利用。

四、技术推广应用情况

1、沈阳军区海城某部队秸秆气化工程

年处理秸秆约 550 吨, 日产洁净燃气量达 3000m^3 , 供 2000 人炊事使用, 年节约煤炭 270 多吨。

2、山东省济南市沙三村秸秆气化工程

农业部 2001 年招标工程, 处理农作物秸秆 800 吨, 供 518 户居民炊事用气。

3、河南省宛西制药中药渣等废弃物资源化利用项目

年处理药渣 1 万吨，同时整合既有污水处理厂 38 万 m³ 沼气，为园区生产提供蒸汽 1.8 万 t/a，满足宛西制药近 1/3 蒸汽需求。

4、山东步长制药中药渣综合利用项目

年处置湿基中药渣 5.1 万吨（综合含水 75%），消纳厂内污水处理站沼气 2400m³/d 及制药工艺伴生“废气”（山楂核干馏气）1000m³/d。

五、实际应用案例

案例名称	山东步长制药中药渣综合利用项目
业主单位	山东步长制药有限公司
工程地址	山东省菏泽市中华西路 369 号
工程规模	配置 4000m ³ /h 的流化床气化炉，10t/h 高温燃气蒸汽锅炉，年处理含水 75%的湿基中药渣 5.1 万吨。
项目投运时间	2016 年 5 月
验收情况	验收单位：由建设单位 - 山东步长制药股份有限公司、验收监测单位 - 山东嘉源检测技术有限公司及 4 名特邀专家组成的验收组。 验收时间：2018 年 11 月 22 日 验收结论：山东步长制药股份有限公司山东步长制药中药渣等废弃物资源化利用项目（一期）执行了环保“三同时”制度。验收监测期间，项目运行过程中产生的废气、废水、噪声、固体废弃物均能够达标排放或综合利用，总体符合建设项目竣工环境保护验收条件，同意该项目通过验收。
工艺流程	项目工艺以“生物质循环流化床气化”为核心技术，关键技术包括预处理系统、热解气化系统和高温燃烧产蒸

	<p>汽系统。通过集存储输送、粉碎、机械及热干化脱水于一体的预处理工艺，将高湿基中药渣转化为满足气化要求的生物质颗粒，干基药渣经炉前进给料系统送入到生物质循环流化床进行气化，产生的高温燃气经高效梯度浓淡燃烧器燃烧产出高温烟气，最终由余热锅炉及空预器、省煤器组联合吸收高温烟气热量制取蒸汽，实现了中药渣的高效资源化利用。</p>
<p>主要工艺运行和控制参数</p>	<p>(1) 湿基工业生物质预处理技术 控制项：设备运行频率、皮带给进速度、物料量、料位、温度、电耗等。 关联：启动，按物料流末端先开，逐步至最先接触物料的设备；停止，按物料流前端先停，逐步至最后物料离开的设备； 联动保护：物料处理量以缓冲仓等仓体内料位来控制 and 调节前后设备的处理能力，当某设备需要紧急停车时应切断物料进入的关联设备，根据关联逻辑设置的联动停车程序启动。</p> <p>(2) 污水处理系统工艺技术 调质调配水比例不超过 10 倍，PH 值 6~7。</p> <p>(3) 干化废气处理技术 尘水分离出口粉尘含量 $\leq 5\text{mg}/\text{m}^3$，循环用风比 0.5 以上，含湿率不高于环境含湿率。</p> <p>(4) 生物质热解气化技术 炉内整体微负压运行，密相区压力范围 $\pm 5\text{KPa}$，稀相区压力范围 $\pm 1\text{KPa}$，最高气化温度不超过 900°C，外壁温度不高于 50°C，气化风压 $\geq 19\text{KPa}$，气化风系数 0.2~0.3。</p> <p>(5) 高温燃气梯度浓淡低氮燃烧技术 按照燃气浓淡配置助燃空气，关联燃烧段温度、压力及燃气热值组分、总量分配比，总过氧系数不大于 1.15，不小于 1.05，关联后置烟气 NO_x 监测数据，调整各梯级配风量。</p> <p>(6) 烟气处理系统工艺技术</p>

	<p>SNCR 窗口温度 850 ~ 1100℃，尿素溶液设置 PH 值计，关联后置 NO_x 浓度监测，锅炉烟气可先换热利用再进行其他处理。</p>
<p>关键设备 及设备参 数</p>	<p>预处理：湿渣预压控水装置、压滤脱水系统、粉碎机组/制浆机组、直接/间接干化系统（温压梯度干化装置、气流干燥装置等）、车间通风废气处理系统、设备通风废气处理系统。</p> <p>本项湿药渣（综合含水率 75%）日处理能力 170 吨，产出含水率不大于 25%干药渣量 56.7 吨，干药渣颗粒度 5mm 以下。</p> <p>过程输送：湿渣临存仓、皮带输送机、埋刮板输送机、定量给料绞龙、缓冲仓、干渣临存仓。</p> <p>本项各过程输送设备小时输送能力大于前功能设备处理能力 2-3 倍，仓体等满足后置功能设备 20-40 分钟用料量。</p> <p>气化制汽：炉前进给料系统、热解气化系统、梯度浓淡低氮燃烧塔、余热蒸汽锅炉及其配套。</p> <p>本项额定处理量 1.5 吨每小时，配套 10 吨 1.25MPa 余热蒸汽锅炉。</p> <p>废气废水：高浓污水处理系统、设备废气处理循环与协同系统。</p> <p>高浓废水处理能力每日 100 吨，设备废气小时循环量 4000m³，接入气化燃烧气量 3000m³/h。</p> <p>功能配套：压缩空气系统、气力输灰系统、DCS 控制系统、电力电气柜。</p>
<p>污染防治 效果和达 标情况</p>	<p>烟气达标排放（烟气 SO₂ 浓度为 4.4mg/m³、NO_x 浓度为 86.1mg/m³、烟尘（颗粒物）未检出）达到《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）</p>
<p>二次污染 治理情况</p>	<p>在技术应用过程中，气化过程产生的粗燃气不需要冷却净化，热态下直接输入燃气燃烧器内燃烧，可以有效避免焦油等副产物造成的二次污染问题；通过收集装置将预处理过程产生的异味气体及粉尘颗粒集中输送至气化燃烧系统进行燃烧，避免了药渣处置过程造成二次污染，</p>

	形成了物尽其用的循环处置模式，解决高浓度有机废水处理及药渣散发气味等难题。
投资费用	3486 万元
运行费用	电耗费用 402.5 万元/年，运行水费用 20 万元/年，人员工资 125 万元/年，工业盐等耗材 7.5 万元/年，维护费用 70 万元/年，劳保物资 5 万元/年，废水处理 80 万元/年，合计 710 万元/年。
能源、资源节约和综合利用情况	作为企业中长期规划和建设循环经济园区的一个重要内容，中药渣、污水沼气和干馏气的综合利用，不仅解决了中药渣、废气对环境造成的污染，而且从能源角度出发，用于蒸汽生产，成为企业生产用蒸汽的有效补充，具有可观的经济效益，项目实施形成中药渣能源化、资源化、无害化的高效综合利用模式。