

73. 污泥闪蒸干化耦合热解气化技术

技术依托单位：湖北加德科技股份有限公司

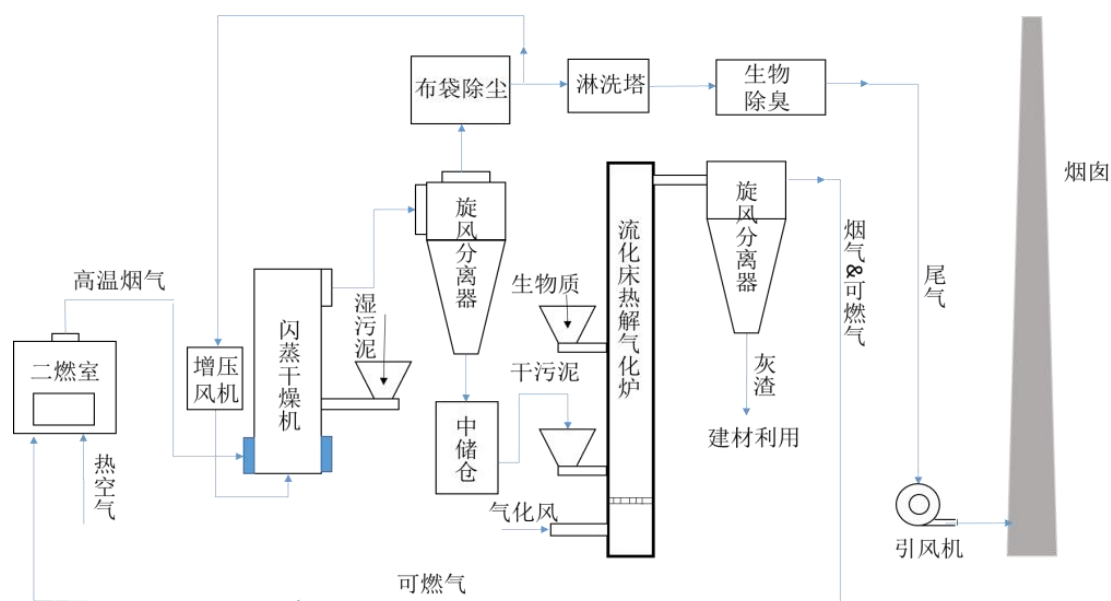
技术发展阶段：推广应用

适用范围：该技术适用于含水率在 60%-80% 左右的城市污泥、印染污泥、造纸污泥、石油化工污泥的处理处置，特别针对就近无工业锅炉、电厂和其它工业废热的污水厂污泥。

主要技术指标和参数：

一、工艺路线及参数

污泥耦合干化热解气化工艺由湿污泥储存系统、污泥干燥系统、热解气化系统、热能利用系统、尾气处理系统和灰渣系统六大部分构成。具体工艺流程如下：



(1) 湿污泥储存系统

由污泥运输车将含水率为 60%-80% 的湿污泥卸入湿污泥存储系统，然后用泵或皮带输送至污泥中转仓，中转仓为污泥干燥给料计量装置。

(2) 污泥干燥系统

污泥中转仓内的污泥经螺旋输送机定量将湿污泥输送到双流闪蒸干燥机内；湿污泥在干燥机内被高速气流流化后，由来自热风炉提供的热烟气进行干燥，可将污泥的含水率由80%干化到30%-40%；流化干燥后的污泥随气体进入具旋风分离器和布袋除尘器内除尘实现泥气分离。

(3) 热解气化系统

除尘器收集的颗粒状干污泥再输送至气化炉内与生物质燃料一起在缺氧条件下送入气化炉中进行热解气化，借助于部分空气(或氧气)作用，使污泥和生物质协同发生热解、氧化、还原、重整反应，热解伴生的焦油进一步热裂化或催化裂化为小分子碳氢化合物，获得含CO、H₂和CH₄的可燃气体。气化机产生的可燃气则作为热风炉的燃气进入热风炉燃烧。

(4) 热能系统

可燃气体在热风炉内进行完全燃烧，产生的高温热烟气(温度为800-1000℃)经换热降温后通入闪蒸干燥机对污泥进行干燥，来自换热器加热后的空气作为助燃空气进入热风炉，进一步提高热能利用效率。

(5) 尾气处理系统

烟气与污泥分离后，再通过换热器回收余热用于干燥系统配风或排放消白，然后进入洗涤塔进二次除尘、冷却，送

入生物除臭系统进行除臭处理达标后排入大气。

（6）灰渣系统

经气化炉热解气化后废渣经冷却螺旋冷却至 150℃ 以下，经仓泵送入灰渣仓，灰渣与粉煤灰，该灰渣可用于土壤改良和建材原料。

二、主要技术指标

进泥含水率 $\leq 80\%$ ，系统热效率 $> 80\%$ ，污泥减量化 $> 90\%$ ，有机质降解率 $> 99\%$ 。处理后尾气达到《生活垃圾焚烧污染控制标准》（GB 18485-2014）和《城镇污水处理厂污泥处置-单独焚烧用泥质》（GB/T24602-2009）污泥焚烧炉大气污染物排放标准中的相关指标要求，洗涤后废水经预处理后达到《污水排入城市下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）后送入污水厂进水端经处理达标后排放。热解后的污泥残渣满足《城镇污水处理厂污泥处置制砖用泥质》（GB/T 25031-2010）各项指标要求。

三、技术特点

污泥闪蒸干化耦合热解气化技术具有热效率高、减量化程度大、资源循环利用、节能环保、适用性广等突出优点，其主要特点体现在：

①开创性的将旋风闪蒸干燥技术与流化床气化燃烧技术有机结合，形成一个闭式循环系统。

②创新地开发了污泥和生物质协同流化床气化技术，并

结合旋风炉对燃气二次燃烧，充分释放污泥和生物质热能。

③创新的在旋风干燥的基础上，开发了污泥气流流化装置，实现高含湿污泥流态化和雾化，形成高低温都能适用的污泥闪蒸干燥技术。

四、技术推广应用情况

2018年，钟祥市城市污水处理厂污泥处理处置项目（120t/d）投产运行，年处理市政污泥量3万吨。

五、实际应用案例

| | |
|--------|--|
| 案例名称 | 钟祥市城市污水处理厂污泥处理处置项目（120t/d） |
| 业主单位 | 钟祥市城市建设投资公司 |
| 工程地址 | 钟祥市祥瑞大道东侧城市污水处理厂 |
| 工程规模 | 120t/d 生活污水（含水率 $\leq 80\%$ ） |
| 项目投运时间 | 2018.8.23 |
| 验收情况 | 已验收 |
| 工艺流程 | <p>污泥热解气化干燥系统是将污水处理厂含水$\leq 80\%$的污泥由污泥专用输送车输送至干燥系统的污泥进料斗内，污泥由高干度螺杆泵输送至湿污泥中转仓内，再经喂料机、给料机送入双流闪蒸干燥机内进行干燥，将污泥含水率降低到30%以下。</p> <p>干燥后的干污泥经送入布袋收集系统，干污泥由布袋收集系统收集后经干污泥输送机、料封泵采用罗茨风机稀相气力输送送入干污泥料仓，经关风器、干污泥给料机送入多回旋流化床气化炉内。</p> <p>污泥与生物质燃料共气化产生可燃气体及灰渣混合物，经高温旋风分离器分离出可燃气和灰渣，可燃气在二燃室内燃烧生成$>600^{\circ}\text{C}$烟气，作为污泥干燥用热源。</p> <p>气化后高温分离器分离出的灰渣经水冷夹套冷却至160°C以下后由冷渣螺旋放入仓泵输灰系统，送入灰渣</p> |

| | |
|--------------------|---|
| | <p>仓，采用灰渣专用输送汽车送入砖厂、商砼厂等最终消纳途径从而实现对污水处理厂产生的固体废物（污泥）减量化、无害化、资源化处理的目的。</p> <p>生物质燃料由汽车运送至项目储存区堆放，采用厂房行吊送入生物质仓内，再经喂料机、给料机送入气化炉中气化。</p> <p>布袋除尘器后烟气经空预器初步降温、回收热量，送入洗涤塔降温至 40℃以下送入生物除臭塔、活性炭吸附等除臭单元处理达到尾气排放标准后经尾排风机经烟囱排入大气。</p> <p>洗涤塔及尾排风机、流化风机、水冷夹套等冷却水经循环水池由潜污泵送入污水厂进水端经污水厂处理达标后排放。</p> <p>洗涤水、冷却水由两台深井泵送入旋流除砂器除砂后分别送入清水箱、循环水池、除臭水箱。</p> |
| <p>主要工艺运行和控制参数</p> | <p>(1) 处理污泥含水率 60%–80%，实现减量化 90%</p> <p>(2) 干污泥和生物质热解温度：750–800℃，气化空气当量比 0.25–0.35，气化效率 >80%，有机物热解率 >99%；</p> <p>(3) 污泥干燥温度：<600℃，干污泥含水率 <30%</p> <p>(4) 热解固渣主要成分为无机物，含水率 <5%，粒径 <0.5mm</p> |
| <p>关键设备及设备参数</p> | <p>(1) 双流闪蒸干燥机： 设计负荷：90–120t/d 进泥含水率：60–80% 出泥含水率：–30% 干燥机进烟气温 500–650℃ 干燥机出烟气温 110–140℃ 干燥蒸发负荷 300–400kg. H₂O/m³；</p> <p>(2) 多回旋流化床气化炉： 设计负荷：200–400 万 Kcal 气化温度：–750℃ 气化炉物料负荷 800–1200kg/m² 气化率 >80%；</p> |

| | |
|-------------|--|
| | <p>灰渣残炭率<5%； 热利用率>80%；。</p> |
| 污染防治效果和达标情况 | <p>经污泥耦合干化热解气化工工艺处理后的污泥有机质降解率>99%，污泥减量化>90%，灰渣中残炭率<5%。</p> <p>处理后尾气达到《生活垃圾焚烧污染控制标准》(GB 18485-2014)和《城镇污水处理厂污泥处置-单独焚烧用泥质》(GB/T24602-2009)污泥焚烧炉大气污染物排放标准中的相关指标要求，生产线废气处理后 NH₃和 H₂S 排放速率达到《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)表 2 中二级标准，厂界恶臭污染物应满足《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)表 1 中二级标准。</p> <p>洗涤后废水经预处理后达到《污水排入城市下水道水质标准》(GB/T 31962-2015)后送入污水厂进水端经处理达标后排放。</p> <p>处理后的污泥灰渣满足《城镇污水处理厂污泥处置制砖用泥质》(GB/T 25031-2010)各项指标要求。</p> |
| 二次污染治理情况 | <p>本工艺系统中的可能二次污染物为废水、废气。</p> <p>废气主要为污泥干燥过程产生的挥发性气体、臭味气体、粉尘。本工艺废气经布袋除尘、淋洗塔、生物除臭和活性炭吸附进行综合治理。处理后污染物指标达到《生活垃圾焚烧污染控制标准》(GB 18485-2014)和《城镇污水处理厂污泥处置-单独焚烧用泥质》(GB/T24602-2009)污泥焚烧炉大气污染物排放标准要求；</p> <p>本工艺中废水主要为烟气淋洗废水、除臭系统循环水。废水经循环水池内预沉淀处理后达到《污水综合排放标准》(GB8798-1996)中的三级标准，氨氮和总磷指标满足《污水排入城市下水道水质标准》(CJ343-2015)中的 B 级标准</p> |
| 投资费用 | 工程总投资 2221.2 万元 |
| 运行费用 | 原料 72 元/t，人工 15 元/t，电耗 33.75 元/t，水耗 1.25 元/t，设备折旧费 25.3 元/t，维护管理费 8.9 元/t，合计直接运行费用 156.2 元/t。 |

| | |
|----------------------------|--|
| 能源、资源 节约和综 合利用情 况 | <p>(1) 年处理污泥量：约 30000 吨；</p> <p>(2) 年减少土地侵占面积：约 10000m²</p> <p>(3) 年消耗生物质 3000 吨，节约用电 616.2 万度</p> <p>(4) 年产生固渣约 3300 吨，用于制砖原料，可节约制砖用材料 3300 吨。</p> |
|----------------------------|--|