

# 生物质废弃物能源化肥料化技术研究

## Research on Energy and Chemical Fertilizer Technology of Biomass Waste

刘元月 李启刚

Yuanyue Liu Qigang Li

湖南阳东生物洁能科技有限公司 中国·湖南 醴陵 412205

Hunan Yangdong Biological Clean Energy Technology Co., Ltd, Liling, Hunan, 412205, China

**摘要:** 针对生物质废弃物的特性,应用现代工程技术,研发了包括生物质气化炉和固态生物反应器的成套技术装备。该装备将干的生物质料破碎后放进气化炉产生燃气供工业窑炉或锅炉使用,禽畜粪便、菇渣等含氮量、含水量高的物料则通过滚筒好氧发酵生产有机肥。经过4年多的实际运行,实现了良好的经济效益、生态效益和社会效益。

**Abstract:** According to the characteristics of biomass waste, a complete set of technical equipment including biomass gasifier and solid state bioreactor was developed by applying modern engineering technology. The equipment breaks dry biological material and puts it into the gasifier to produce gas for industrial kiln or boiler use, livestock manure, mushroom residue and other materials with nitrogen content and high water content produce organic fertilizer through drum aerobic fermentation. After more than four years of practical operation, good economic, ecological and social benefits have been achieved.

**关键词:** 生物质废弃物; 生物质气化; 有机肥

**Keywords:** biomass waste; biomass gasification; organic fertilizer

**DOI:** 10.12346/etr.v3i8.4048

## 1 引言

生物质废弃物是人类在利用生物质过程中产生的废物。生物质废弃物的大量积累会造成严重的资源浪费和环境污染。针对生物质废弃物的特性,应用现代工程技术,推动资源化利用逐步向工厂化、规模化、高效化的深度发展是中国未来发展的战略方向。

中国湖南阳东生物洁能科技有限公司致力于生物质废弃物能源化肥料化的开发利用,经多年努力,研发了农林牧废弃物资源化无害化处理成套技术装备。该装备主要包括生产燃气的生物质气化炉和生产有机肥的固态生物反应器。下面分别介绍。

## 2 生物质气化炉

常见的生物质热解气化设备,无论是固定床气化炉还是流化床气化炉,都有其固有的缺陷。固定床气化炉气化不均

匀,气化速度小。流化床气化炉对原料粒度要求高,结构复杂,设备投资大。阳东洁能根据秸秆、稻壳质轻和易架桥导致气化不稳定等特点,开发了一种新型的气化方式,其关键技术“一种布料下料装置及生物质气化炉<sup>[1]</sup>”“一种生物质气化方法及装置<sup>[2]</sup>”获得了国家发明专利。上述布料下料装置如图1所示,主要由料斗、电机减速机、传动轴、拨杆、伞面、筒体、层板等组成,装在炉体顶部。拨杆和伞面由传动轴带动,层板与筒体固定连接。一般设置三个拨杆和三个层板,每个层板设置了下料孔,各个层板上的下料孔相互错开。拨杆将对应层板上的物料刮向下一层,最后由伞面将物料飞撒到炉体内。既起到了密封作用,又可以预热筒内物料,还可以将物料均匀地分布在炉内,达到连续、均匀、封闭布料的效果,并使秸秆、谷壳等物料在布料飞撒的过程中变成类似流化床的气化方式,使整个气化过程迅速、均匀、完全。

图2为上述生物质气化炉,该气化炉设有上炉体和套设

【作者简介】刘元月(1965-),男,中国湖南岳阳人,本科,工程师,从事生物质能综合利用研究。

于其下部外壁的下炉体，采用前述布料下料装置进料。上炉体的上部设有气化剂1进口，该气化剂为氧气与空气的混合物。上炉体上部设有点火孔，使物料在飞撒的过程中即产生热解反应，类似流化床的反应过程。燃气由高压风机抽出，使上炉体的下部成为下吸式气化炉。下炉体的底部通入气化

剂2，下炉体下部相当于一个上吸式气化炉。本气化炉将流化床气化炉、下吸式气化炉、上吸式气化炉进行无缝结合，继承了各自的优点，再加上富氧化技术，取得了产品大型化、燃气热值高、碳转换率高、燃气含焦油量少的显著效果。

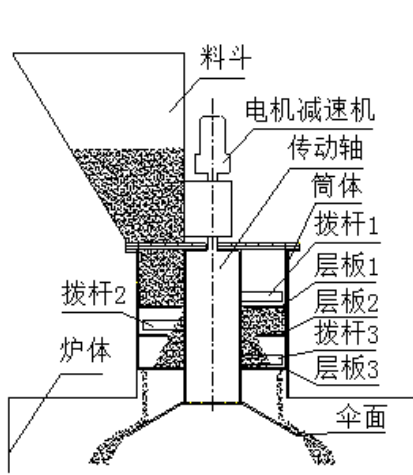


图1 布料下料装置

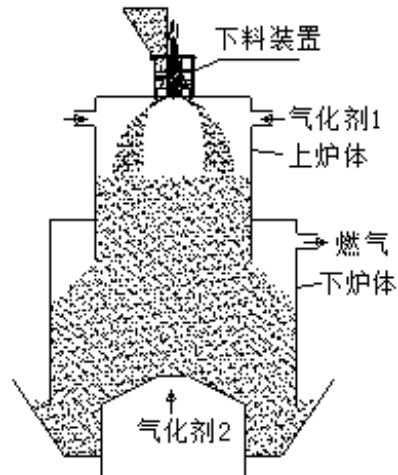


图2 生物质气化炉

### 3 固态生物反应器

目前中国的有机肥生产工艺相对落后，发酵效率低，生产周期长，生产环境差，自动化程度低。用于堆肥的反应器类型有：筒仓式堆肥反应器、塔式堆肥反应器、滚筒式堆肥反应器、搅动箱式堆肥反应器、圆形搅拌床堆肥反应器、隧道窑堆肥反应器等<sup>[3]</sup>。在比较各种堆肥反应器的基础上，阳东洁能研发了一种新式的滚筒式反应器，具有反应时间短、均匀性好、制造成本低、运行成本低、产能大的优点。YDF—100 固态生物反应器<sup>[4]</sup>直径2.5m，长度21m，容积100m<sup>3</sup>。本反应器水平放置，减少了轴向窜动，简化了密封设计。采用链条传动，使结构简单、安装和维修方便，有较好的缓冲和吸振能力，而且因为链轮齿多齿同时受力，单齿受力较小，强度较高，也降低了生产成本。经过容积为17m<sup>3</sup>发酵滚筒<sup>[5]</sup>和100m<sup>3</sup>发酵滚筒的验证，滚筒传动功率可用下面经验公式计算：

$$N=0.052D^{2.5}nL \text{ (kW)}$$

其中，N为传动功率(kW)；D为滚筒直径(m)；n为转速(rpm)；L为滚筒长度(m)。YDF—100 固态生物

反应器的配套电机仅为11kW，耗耗约为5kW，低于相同规格的其他类型堆肥反应器。本反应器不需外部加热，在外部覆盖5cm保温层的情况下，冬季反应温度超过55℃。本反应器主要用于将猪粪、牛粪、鸡粪、菇渣、药渣、豆渣、污泥、木屑、统糠等固体废弃物通过动态好氧发酵变成有机肥。YDF—100 固态生物反应器每天能处理10~20t固体废弃物，每年可生产有机肥5000t。

### 4 农林牧废弃物资源化无害化处理成套技术装备

本技术装备的技术方案是将干的生物质料破碎后进气化炉产生燃气供工业窑炉或锅炉使用，禽畜粪便、菇渣等含氮量、含水量高的物料则通过滚筒好氧发酵生产有机肥。稻壳、油茶壳等尺寸小于10cm的物料可直接进气化炉热解气化。

气化炉燃气净化产生的冷凝液经过滤后与禽畜粪便等配比后通过滚筒发酵消纳。气化炉产生的焦油通过与稻壳混合搅拌后进气化炉气化产生燃气。气化炉产生的灰分含钾、钙等，用作有机肥或土壤调理剂。本技术装备工艺流程如图3所示。

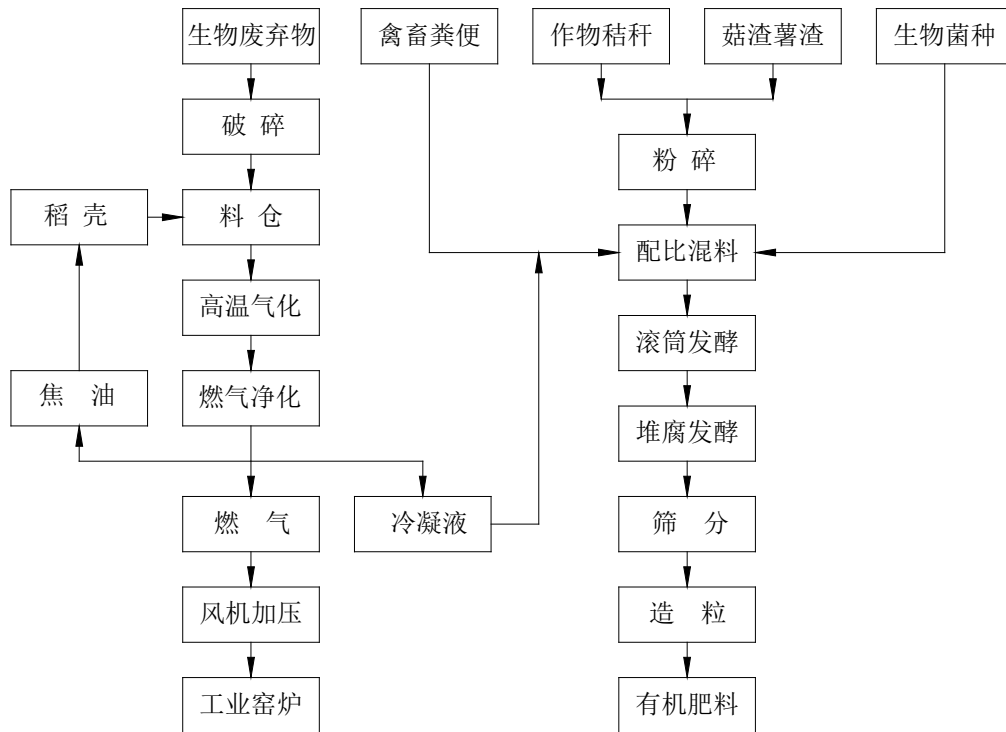


图3 工艺流程

## 5 应用

中国湖南阳东生物洁能科技有限公司在中国醴陵建设了农林牧废弃物资源化无害化处理成套技术装备示范项目，主要包括生物质原料加工中心、两座生物质气化炉、一条有机肥生产线。原料加工中心将秸秆等原料破碎到气化工艺需要的尺寸，两座生物质气化炉为2条高压电瓷隧道窑提供燃气。本项目气化炉已成功运行4年多，消耗生物质废弃物约3万t，产生的燃气热值相当于天然气1000万 $\text{m}^3$ ，实现燃气销售收入3000万元。通过购买秸秆和畜禽粪便等，每年为当地农民增加收入约400万元。该项目实现了经济效益、生态效益和社会效益的有机融合。

## 6 结语

上述农林牧废弃物资源化无害化处理成套技术装备充分利用秸秆、稻壳等农林废弃物，将其转化为生物质燃气，将

禽畜粪便、菇渣等转化为有机肥，美丽了乡村，靓丽了城镇，形成了跨产业的固体废物协同利用技术，对促进经济绿色发展发挥了一定的作用，值得进一步推广应用。

## 参考文献

- [1] 李蔚霞.一种布料下料装置及生物质气化炉,中国:CN108059976B[P].2020.
- [2] 刘元月.一种生物质气化方法及装置,中国:CN108059979B[P].2020.
- [3] 李季,彭生平.堆肥工程实用手册[M].北京:化学工业出版社,2011.
- [4] 刘元月.YDF-100固态生物反应器的设计和运行[J].中国新技术新产品,2020(8):41-42.
- [5] 刘元月.柔性传动在转筒装置中的应用研究[J].中国高新技术,2019(8):85-87.