

浅析水热技术在生物质废料处理中的应用

甘雁飞

(中交上海航道局有限公司江苏交通建设工程分公司, 江苏南京210000)

摘要：近年来，生物质废料的处理处置技术一直是研究热点。本文通过查阅相关文献资料，首先对水热技术的定义和特点进行了介绍；然后详细分析了反应温度、反应时间、物料含水率、催化剂及其投加量等因素对水热反应的影响，结果表明，反应温度对水热反应的影响最为显著；最后分析了水热技术在生物质废料处理过程中的研究进展，以期水热技术在生物质废料中的进一步应用研究提供新的思路。

近年来，随着国家节能减排相关制度的大力推行，生物质废料的处理处置技术成为了研究者的重点研究对象。常见生物质废料主要包括有稻草、木屑、胡桃壳、秸秆、排泄物、固体废弃物及剩余污泥等。

常见生物质废料热处理技术，主要包括有湿式氧化法、热水解法、热解法及水热技术等。其中湿式氧化法可杀灭生物质废料中的有毒有害物质，但湿式氧化法需要在高温和高压的环境下才能实施，对设备要求较高，难以普及^[1]。

热水解技术反应温度较低，反应时间较短，但是热水解法常用作预处理方法，对生物质废料处理效果不佳^[2]。热解法的热解温度一般为300~700℃，生物质废料处理效果较好，同时也导致处理成本较高，难以推广^[3]。

。热水解

技术反应温度较低

，反应时间较短，但是热水解法常用

作预处理方法，对生物质废料处理效果不佳^[2]

。热解法的热解温度一般为300~700℃，生物质废料处理效果较好，同时也导致处理成本较高，难以推广^[3]。

水热技术在最近几年一直是研究的热点，水热技术的反应条件更为温和，是一种更加具有前景的生物质废料处理技术。

1 水热技术介绍

1.1 定义

水热技术是指在一定的温度及自生压力条件下，将生物质转化为固、液、气三态产物的一种方法。水热技术包括水热碳化、水热液化及水热气化这三种水热方式。其中，水热碳化是指在一定温度（130~250℃）及自生压力条件下进行水热反应，将生物质废料主要转化为碳类固态产品的过程；水热液化是指在亚临界条件下（温度为200~380℃，压力为4~25MPa），将生物质废料主要转化为生物油等液态产品的过程；水热气化是指生物质废料在超临界条件下（温度为400~700℃，压力为16~35MPa），将生物质废料主要转化为H₂、CH₄、CO₂的过程。

水热技术常用的反应器称为水热釜，主要包括外加热式水热釜（图1a）和一体化水热釜（图1b）。

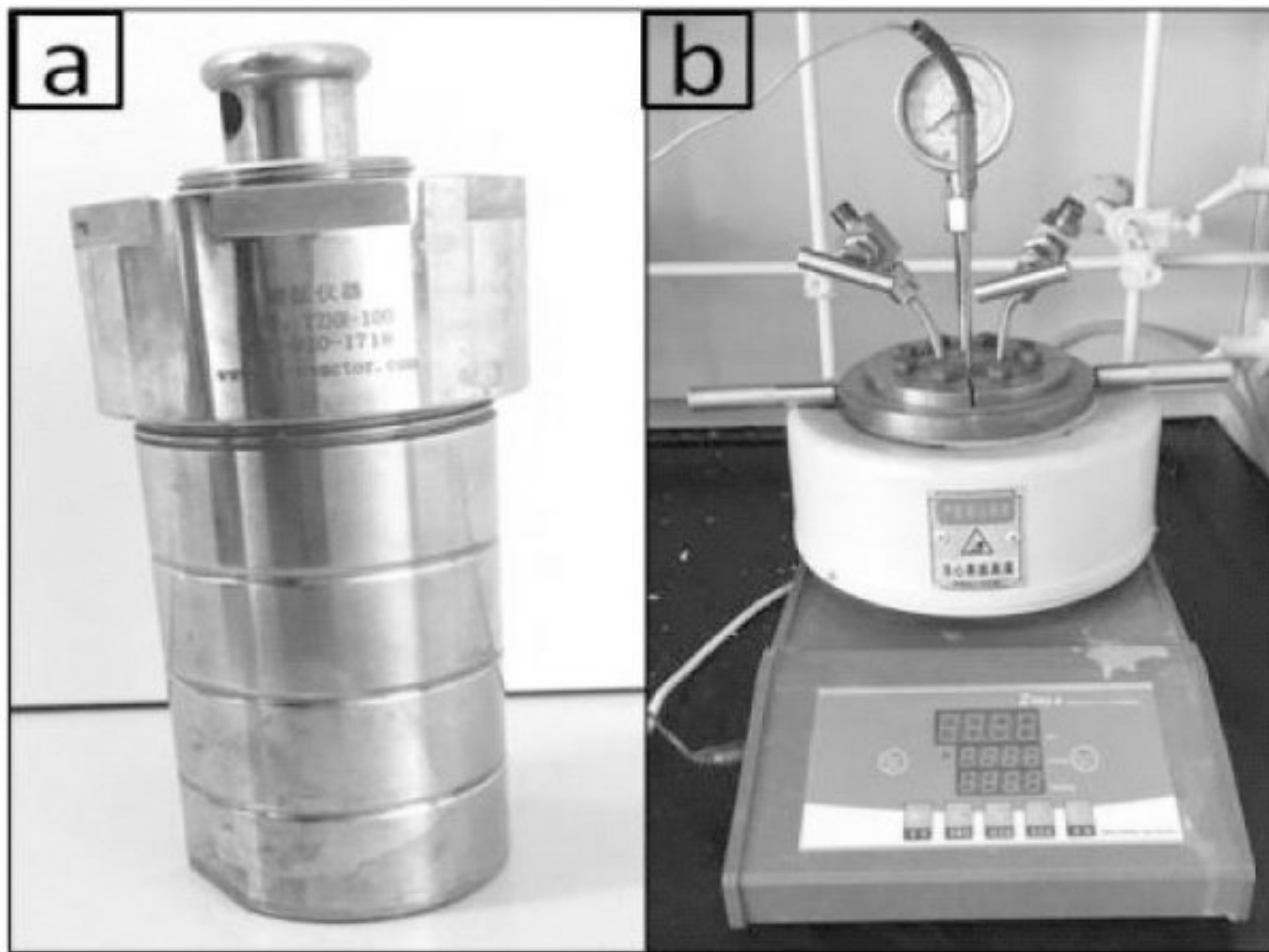


图 1 水热釜种类

Fig. 1 Types of hydrothermal reactor

1.2特点

生物质废料水热处理技术相对于传统的处理技术具有明显的优势，总结如下：

- (1) 水热技术的反应条件相对较为温和，反应系统为放热反应，因此能耗较低。而且，水热设备较为简单，占地面积小，方便管理和操作；
- (2) 水热技术可显著提高生物质废料的脱水特性，从而可以降低生物质废料含水率，有利于后续进一步处置；
- (3) 水热技术的反应时间短，仅需几十分钟至几个小时就可完成，相比其他处理等方法，处理速度更快，效率更高；
- (4) 水热技术的适用性强，对生物质废料的含水率没有要求，无需对原料进行干燥预处理，节约了预处理成本。并且水热反应可杀灭致病菌，所以水热产物中不会含有细菌，病原体等有毒有害物质；
- (5) 生物质废料经水热处理后得到的水热产物附加值较高，可被资源化利用。

1.3影响因素

采用水热技术处理生物质废料的首要目的是在降低生物质废料处理成本的前提下,使生物质废料达到一定的处理效果,并且不会给环境带来二次污染。影响生物质废料水热反应的因素主要包括有反应温度、反应时间、含水率、催化剂及其投加量等。

1.3.1 反应温度

反应温度是对生物质废料水热处理效果影响最大的一个因素。薛香玉等^[4]

研究了170~270 °C的温度范围对污泥水热碳化产生的水热碳、水热液及气体的产量和特性的影响。结果表明,随着反应温度的升高,污泥中被分解的量也逐渐增加,污泥中干物质的量逐渐减少,气体中的可燃成分浓度逐渐增加。

综上所述,反应温度对生物质废料的水热反应有较为重大的影响,并且反应温度越高会使反应速率越快,从而可以一定程度上降低反应所需时间。

1.3.2 反应时间

很显然,反应时间的长短决定了生物质废料水热处理的日处理量,所以在生物质废料水热处理能达到一定效果的前提下,应适当减少反应时间,增大处理效率,削减反应能耗。另外,反应时间对生物质经水热反应后得到的产品的特性也有一定影响。Gao等^[5]

以水葫芦为原料,固定反应温度为240 °C,分别在0.5h、1h、2h、4h、6h、8h、10h、12h、14h、16h、18h、20h及24h的反应时间下进行了水热碳化反应,研究不同反应时间对水热碳产品的化学结构性能的影响。结果表明,随着反应时间的延长,水热碳的高位热值从16.83MJ/kg一直增大至20.63MJ/kg,但当反应时间超过4h时,反应时间对水热碳产品的化学特性已无明显影响。

1.3.3 含水率

水热反应

是在有水分的条件下进

行反应,生物质废料含水率会因种类不同而存

在较大差异。Román等^[6]

研究了胡桃壳和向日葵这两种生物质的水热碳化过程,结果表明,在较低的生物质含水率条件下,不利于水热碳产量的增加。

1.3.4 催化剂及其投加量

选择合适的催化剂能够降低活化能,提高反应速率,加快水热反应过程,并能适当缩短反应温度和反应时间。常见催化剂有酸、金属离子等,其中乔娜等^[7]

以松子壳为原料,采用水

热碳化技术在反应温度为180~250 °C的条件下制备

生物碳,研究 Ca^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Al^{3+} 、 Fe^{3+}

对生物碳的影响。研究发现,这四种金属离子均能促进松子壳的水热碳化反应,并且在较低的反应温度下可得到较高碳元素含量和较高热值的生物碳。

2 研究进展

1913年,水热碳化技术这个概念首次被德国化学家、诺贝尔奖获得者Bergius提出。但那时水热碳化技术没有得到有效推广,直到进入21世纪,水热碳化技术才开始受到广泛关注,不过均主要以研究纯原料为主。随着后续深入的研究,逐渐有学者以秸秆、排泄物、固体废弃物及剩余污泥等更加复杂的生物质废料来代替纯物质进行水热碳化研究。

(1) Cai等^[8]

以烟草秆为原料进行水热碳化反应,将烟草秆转化为富含能源的固态燃料,并分析了该固态燃料的结构、化学组成及燃料特性。

(2) Liu等^[9]

分别以稻草和猪粪为原料,通过水热碳化技术来制取生物碳和水热碳。实验结果表明,以稻草为原料制得的碳产品的

碳元素更高, 适用于碳的回收, 而猪粪得到的碳产品更适用于土壤改良剂等方面。

(3) Lu等^[10]

以城市固体废物为原料进行水热碳化反应, 然后将得到的水热碳产品与通过其他技术得到的碳产品进行对比。研究结果表明, 水热碳产品的性能比其他碳产品的性能更高, 所以水热碳化技术在固体废物处理中发挥着非常重要的作用。

(4) Peng等^[11]

利用水热技术在180~300 °C的反应温度下处理污泥30~480min, 制备得到碳材料, 并对碳材料的元素含量、官能团、热稳定性及燃烧动力学等进行了分析研究。结果表明, 碳材料的碳元素含量、热值及着火点均有提高, 这说明碳材料产品可被用作燃料使用, 并且碳材料产品性质更加稳定, 便于后续存储及运输。

3结语

(1) 水热技术的反应条件更为温和, 适用性强, 相比其他处理技术, 处理速度更快, 效率更高, 优点更多, 是一种更加具有前景的生物质废料处理技术。

(2) 影响生物质废料水热反应的因素主要包括有反应温度、反应时间、含水率、催化剂及其投加量等, 其中反应温度对生物质废料水热反应影响更为显著。

(3) 目前已有许多学者采用水热技术对秸秆、排泄物、固体废弃物及剩余污泥等更加复杂的生物质废料进行研究, 以期寻求生物质废料的最佳处理方式。

参考文献

- [1] 罗宿星, 支引娟, 翟飞, 等. 市政污水处理厂剩余污泥减量化处理[J]. 广州化工, 2015, 43(8): 155-157.
- [2] 刘阳, 曾薇, 韩玉伟, 等. 热水解预处理对剩余污泥可生物降解性的影响[J]. 环境工程学报, 2016, 10(8): 4445-4450.
- [3] 程国淡, 黄青, 张凯松. 热解温度和时间对污泥生物炭理化性质的影响[J]. 环境工程学报, 2012, 6(11): 4209-4214.
- [4] 薛香玉, 陈德珍, 戴晓虎, 等. 污泥水热反应产物特性与水热温度选择[J]. 中国电机工程学报, 2016, 36(19): 1-9.
- [5] Gao Y, Wang X H, Wang J, et al. Effect of residence time on chemical and structural properties of hydrochar obtained by hydrothermal carbonization of water hyacinth [J]. Energy, 2013, 58(4): 376-383.
- [6] Román S, Nabais J M V, Laginhas C, et al. Hydrothermal carbonization as an effective way of densifying the energy content of biomass [J]. Fuel Processing Technology, 2012, 103(103): 78-83.
- [7] 乔娜, 姚冬梅, 王栋, 等. 金属离子对松子壳水热碳化固体产物的影响[J]. 环境工程学报, 2016, 10(7): 3841-3847.

- [8] Cai J, Li B, Chen C, et al. Hydrothermal carbonization of tobacco stalk for fuel application [J]. Bioresource Technology, 2016, 220:305–311.
- [9] Liu Y X, Yao S, Wang Y Y, et al. Bio- and hydrochars from rice straw and pig manure: Inter-comparison [J]. Bioresource Technology, 2017, 235:332–337.
- [10] Lu X, Jordan B, Berge N D. Thermal conversion of municipal solid waste via hydrothermal carbonization: Comparison of carbonization products to products from current waste management techniques [J]. Waste Management, 2012, 32 (7) :1353–1365.
- [11] Peng C, Zhai Y, Zhu Y, et al. Production of char from sewage sludge employing hydrothermal carbonization: Char properties, combustion behavior and thermal characteristics [J]. Fuel, 2016, 176:110–118.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/150763.html>