

10.13358/j.issn.1008-813x.2018.03.16

水热处理温度对污泥中碳、氮、磷溶出的影响

查湘义

(辽宁省交通高等专科学校 建筑工程系, 辽宁 沈阳 110122)

摘要: 为了提高污泥中有机物和无机物的溶出率, 改善污泥的厌氧消化效果, 研究了水热处理温度对污泥中碳、氮、磷溶出的影响。结果表明: 水热预处理加速了污泥固体有机物的溶出和水解, 提高了污泥中碳、氮、磷的溶出效率。在水热温度为 200 ℃ 的条件下, 可溶性化学需氧量 (SCOD) 提高了 168.76%, 氨氮和总氮达到最大溶出率。污泥经过厌氧消化后, 污泥中磷酸根和总磷的含量明显降低。

关键词: 水热处理温度; 剩余污泥; 碳、氮、磷

中图分类号: X703

文献标识码: A

文章编号: 1008-813X(2018)03-0063-04

Effect of Hydrothermal Treatment Temperature on Dissolution of Carbon, Nitrogen and Phosphorus in Sludge

Zha Xiangyi

(Department of Architectural Engineering, Liaoning Provincial College of Communications, Shenyang Liaoning 110122, China)

Abstract: To increase the dissolution of organic matter and inorganic matter in sludge and improve the anaerobic digestion effect of sludge, the influence of different hydrothermal treatment temperature on the dissolution of carbon, nitrogen and phosphorus in sludge was evaluated in this article. The results showed that hydrothermal treatment accelerated the dissolution and hydrolysis of organic solid and improved the dissolution efficiency of carbon, nitrogen and phosphorus in sludge. Under the condition that the hydrothermal treatment temperature was 200 ℃, SCOD was improved by 168.76%, and ammonia nitrogen and total nitrogen had the maximum dissolution rate. After anaerobic digestion of sludge, the content of phosphate and total phosphorus in sludge was decreased significantly.

Key words: hydrothermal treatment temperature, excess activated sludge, carbon, nitrogen and phosphorus

我国污泥产生量巨大, 并且呈现逐年递增的趋势。污泥中含有大量的有机物质、氮磷等无机物质以及一些病原菌和重金属等, 随意排放易对环境造成污染^[1-2]。因此, 污泥的处理和处置所带

来的数量大、费用高、难度大问题已经成为污水处理厂的一种负担^[3]。为了解决污泥处理过程中的难题, 可以对污泥先进行预处理, 以解决污泥中含水率高、泥水不易分离以及污泥有机物水解

收稿日期: 2018-03-06

作者简介: 查湘义(1980-), 男, 江西玉山人, 毕业于青岛理工大学给排水专业, 硕士, 讲师, 主要从事固体废弃物资源化利用方面的研究工作。

困难的难题。而水热处理则能满足以上要求,能够分解污泥中的细胞壁,提高污泥水解效率,进而改善污泥的厌氧消化性能^[4-6]。笔者以剩余污泥作为研究对象,研究了不同水热温度条件下污泥碳、氮、磷的溶出规律,并比较水热处理污泥厌氧消化后其浓度变化规律。

1 实验材料

污泥取自某污水处理厂脱水后的污泥,将其配制好固液比 5% 的泥水混合液后,其各项初始参数见表 1,其中含水率、pH、TCOD、TP、TN 为污泥混合液的各项指标,SCOD、NH₃-N、PO₄³⁻均为上清液的各项指标。

表 1 污泥的各项指标

pH 值	含水率/%	TCOD /(mg·L ⁻¹)	SCOD /(mg·L ⁻¹)	TN /(mg·L ⁻¹)	NH ₃ -N /(mg·L ⁻¹)	TP /(mg·L ⁻¹)	PO ₄ ³⁻ /(mg·L ⁻¹)
7.58	76.48	30 625	8 750	1 970.8	579.2	1 302	67.4

2 实验装置及方法

2.1 实验装置

水热预处理装置采用 1 L 的高压反应釜(型号 CJF-1,上海予英仪器有限公司生产,升温速率为 5 °C/min,温度上升到实验温度后保温 0.5 h),厌氧产气装置为实验室自制装置。

2.2 实验及分析方法

2.2.1 水热试验

取污泥 800 ml 置入反应釜中,试验分别设定 100 °C、140 °C、160 °C、200 °C 4 种水热温度,污泥固液比为 5%,水热处理时间为 0.5 h。

2.2.2 厌氧消化实验

经过水热处理的污泥,在自制的厌氧消化装置中进行厌氧消化试验,测试污泥中的碳、氮、磷变化规律,采用温度为 35 °C 中温厌氧发酵试验。

2.2.3 分析方法

TCOD、SCOD 采用重铬酸钾法测定^[7],SCOD 为污泥在 3 500 r/min 下离心 20 min 后上清液的 COD 值;pH 值采用 pHS-25C 数显酸度仪测定;总氮采用紫外分光光度法测定^[8];氨氮采用纳氏试剂分光光度法测定^[8];总磷采用钼酸铵分光光度法测定^[8];PO₄³⁻采用离子色谱法测定^[8]。

3 实验结果与讨论

3.1 污泥中 COD 的变化

经过不同水热温度处理后,污泥中 COD 的变化及加入接种物后混合液中 COD 在厌氧消化

后的变化情况如图 1 所示。

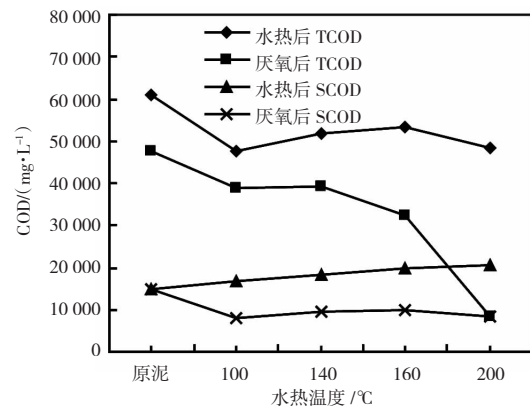


图 1 COD 随水热温度的变化

从图 1 可以看出水热温度的升高有利于污泥中 SCOD 的溶出,随着温度的升高,污泥 SCOD 逐渐增大,而 TCOD 随着水热温度的升高,整体呈下降趋势。相较原泥,在各温度下,污泥 TCOD 分别降低了 55.9% (100 °C)、32.91% (140 °C)、28.84% (160 °C)、42.75% (200 °C); SCOD 分别提高了 43.61% (100 °C)、101.46% (140 °C)、146.96% (160 °C)、168.76% (200 °C)。TCOD 的变化表明在水热过程中污泥中的大分子有机物质会分解为小分子物质,同时由于水热过程是高温高压的过程,可能有二氧化碳的逸出,因此 TCOD 会降低。而 SCOD 随着水热温度的升高而升高,表明水热破坏了污泥细胞的结构,从而加速污泥细胞的破裂和有机物质的溶出^[9]。厌氧消化后 TCOD 和 SCOD 均降低,表明厌氧消化过程中消耗了有机物质,图中可以看出水热温度 160 °C 时, COD 降低程度最大,这与其厌氧产气性能有关, COD 的降低表明厌氧消化过程中有机物质经产甲烷菌的转化,转变为二氧化碳和甲烷。

3.2 污泥中氨氮的变化

经过不同水热温度处理后,污泥中氨氮的变化及加入接种物后混合液中氨氮在厌氧消化后的变化情况如图 2 所示。

由图 2 可以看出,水热后污泥中的氨氮浓度均升高,且固相和液相具有相同的趋势。200 °C 时,氨氮溶出有最大值,较原泥提高了 116.67% (混)、189.47% (液); 140 °C 时,氨氮的溶出率最小,较原泥提高了 49.75% (混)、78.71% (液)。可以看出液相中氨氮的溶出率要高于污泥混合液的氨氮的溶出率,表明水热过程更有利于氮从固相转入液相,140 °C 时氨氮的溶出率减小

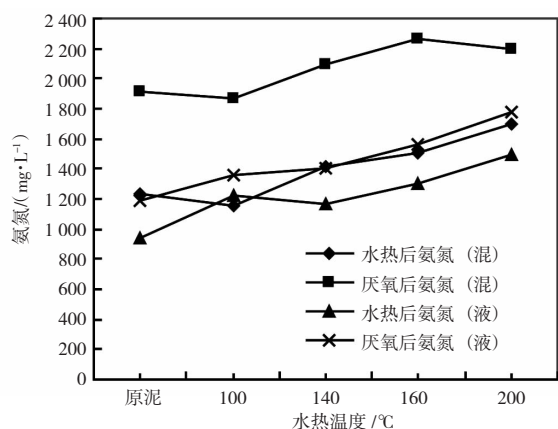


图2 氨氮随水热处理温度的变化

可能与水热过程中的挥发有关。图2还显示了加入接种物后混合相中的氨氮在厌氧消化后变化,厌氧消化后污泥中氨氮的浓度又进一步提高,各水热温度下,污泥中氨氮提高了20.06%~48.33% (混)、11.02%~19.94% (液)。说明厌氧消化也是氮溶出的过程,这与水热时间及污泥固液比中得出的结果是一致的。

3.3 污泥中总氮的变化

经过不同水热温度处理后,污泥中总氮的变化及加入接种物后混合液中总氮在厌氧消化后的变化情况如图3所示。

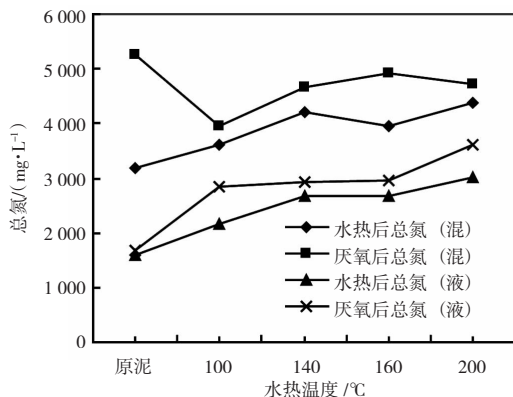


图3 总氮随水热处理温度的变化

由图3可以看出,水热后污泥中混合液的总氮和液相中的总氮有相同的变化趋势。200℃时,总氮有最大溶出率,较原泥提高了132.6% (混)、385.44% (液)。100℃时,总氮的溶出率最小,较原泥提高了45.4% (混)、162.52% (液)。可以看出污泥中液相中氮的溶出率更大,表明水热更有利于污泥中固相的氮向液相转移,这与氨氮的变化趋势是相同的。总氮与氨氮的变化具有一致性,氮的变化情况表明,水热温度的

升高,更有利于污泥中氮的溶出,但过高的总氮及氨氮,会对污泥厌氧消化作用产生抑制作用,这是由于氨氮对产甲烷菌有抑制性^[10]。从图中还可以看出,厌氧消化后总氮呈上升趋势,这与氨氮的变化趋势是相同的,表明厌氧消化过程是氮元素的释放过程。各水热温度下,污泥中总氮提高了9.08%~24.25% (混)、9.96%~30.45% (液)。

3.4 污泥中磷酸根的变化

经过不同水热温度处理后,污泥中磷酸根的变化及加入接种物后混合液中磷酸根在厌氧消化后的变化情况如图4所示。

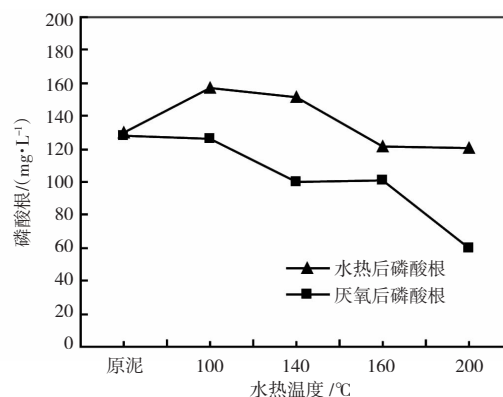


图4 磷酸根随水热处理温度的变化

由图4可以看出,水热后污泥中磷酸根含量升高。在100℃时,污泥中磷酸根有最大值,随着水热温度的升高,磷酸根含量逐渐降低。由数据可以看出,水热预处理可以促进污泥中磷的溶出,但随着水热温度的升高,磷的溶出率逐渐降低,这与磷的分解有关。右侧显示了污泥加入接种物后混合液中磷酸根经厌氧消化后的变化趋势。从图中可以,看出污泥厌氧消化后磷酸根的含量降低,各水热温度下,磷酸根降低了25.98%~53.09%,表明污泥厌氧消化过程是磷元素的消耗过程^[11],这与探究污泥固液比及水热时间对污泥厌氧性能的影响时得出的磷酸根的变化趋势相同。

3.5 污泥中总磷的变化

经过不同水热温度处理后,污泥中总磷的变化及加入接种物后混合液中总磷在厌氧消化后的变化情况如图5所示。

从图5可以看出,水热后污泥中混合液总磷提高较高,而污泥上清液中总磷提高较小。水热温度140℃时,污泥混合液中总磷溶出率最大,200℃时污泥混合液中总磷溶出率最小。200℃时,污泥上清液中总磷溶出率最小,140℃时清

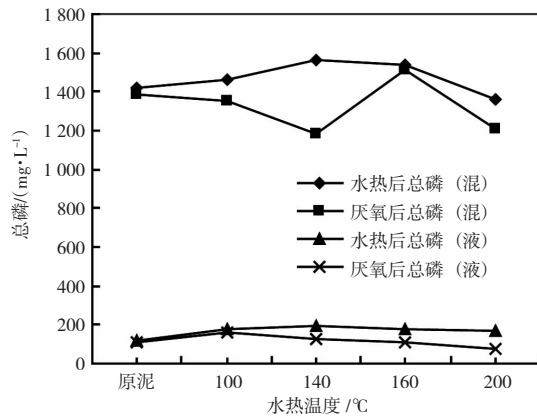


图5 总磷随水热温度的变化

液中总磷有最大溶出率。总磷的变化与磷酸根的变化趋势不同,由数据可以看出,水热过程有利于污泥中磷的溶出,且总磷在140℃时具有最大溶出率。右侧显示了水热后污泥加入接种物后,污泥混合液中总磷经厌氧消化后的变化趋势。从图中可以看出,污泥经水热后,总磷的浓度降低,这与磷酸根的变化趋势是相同的。水热后各温度下,总磷降低了1.55%~24.7%(混)、2.68%~61.01%(液),厌氧消化后总磷的降低与厌氧消化过程中微生物的消耗有关。

4 结论

(1) 水热处理后,污泥的TCOD明显降低,温度为100℃时降低最明显。SCOD随水热温度的提高呈现逐渐上升的趋势。经过厌氧消化后,TCOD和SCOD均降低,当水热温度为160℃时,COD降低程度最大。

(2) 水热处理促进了污泥中氮元素的溶出,当水热温度为200℃时,氨氮、总氮的溶出值达到最大。经厌氧消化后,污泥中氨氮、总氮的浓度又进一步提高,说明厌氧消化也是氮溶出的过程。

(3) 经过水热处理后,污泥中的磷酸根浓度

呈现先增加后减少的趋势,厌氧消化后,磷酸根的浓度进一步降低,当温度为200℃时降低了53.09%;总磷的浓度在水热温度为140℃时达到最大,溶出效率最高,厌氧消化后,总磷浓度逐渐降低,这均与微生物的消耗利用有关。

(4) 水热温度对污泥中有机物和无机物溶出产生了较大的影响,在研究当中还应该综合考虑污泥产气性能以及氮、磷回收等因素的影响^[12]。

参考文献

- [1] 杨瑶,徐鹤,尹建锋.我国污水处理厂污泥资源化利用现状分析[J].南水北调与水利科技,2012,10(5):114-118.
- [2] 戴晓虎.污泥处理处置技术现状和发展趋势[J].水工业市场,2015(4):14-17.
- [3] 郝晓地,蔡正清,甘一萍.剩余污泥预处理技术概览[J].环境科学学报,2011,31(1):1-12.
- [4] 吴静,王广启,曹知平,等.“热水解-高温厌氧消化”工艺处理高含固率剩余污泥的中试研究[J].环境科学,2014,35(9):3461-3465.
- [5] 由美雁,李现瑾,王利伟,等.超声破解剩余污泥的研究[J].东北大学学报(自然科学版),2014,35(3):447-451.
- [6] 肖本益,阎鸿,魏源送.污泥热处理及其强化污泥厌氧消化的研究进展[J].环境科学学报,2009,29(4):673-682.
- [7] 河北省环境监测中心站.水质 化学需氧量的测定 快速消解分光光度法:HJ/T 399—2007[S].北京:中国环境科学出版社,2008.
- [8] 国家环境保护总局.水和废水监测分析方法[M].4版,北京:中国环境科学出版社,2002.
- [9] 宜慧,韩芸,李玉友,等.碱解+低温水热预处理改善剩余污泥中厌氧消化性能工艺[J].环境工程学报,2014,8(9):3927-3932.
- [10] 靳志军,金涛,李刚,等.基于水热改性和厌氧消化的生物质废物处理技术[J].中国给水排水,2016,32(16):31-35.
- [11] 韩芸,宜慧,卓杨,等.低温短时水热预处理混合及初沉污泥的高温厌氧消化特性研究[J].环境科学学报,2015,35(2):461-467.
- [12] 王在钊,贾通通,王蛟秦,等.水热+厌氧消化对污泥碳、氮、磷溶出的影响[J].环境工程技术学报,2017,7(3):300-305.

(编辑:程俊)

(上接第25页)

- [7] 陈鹏宇,彭祖武.河南栾川县泥石流物源特征与启动模式分析[J].科技通报,2017,33(9):220-226.
- [8] 朱彦鹏,严伟.泥石流拦挡坝的加高加固方案及对比研究[J].防灾减灾工程学报,2017(2):258-263.

- [9] 王新建,闫新亮,李锋.狮尾河流域地质灾害治理防护堤工程施工设计问题讨论[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2017,44(6):69-73.

(编辑:周利海)