

DOI: 10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2021.18.008

垃圾分类对垃圾渗滤液处理领域的影响分析

丁西明, 康建邨, 闵海华, 高波, 孙月驰, 汤萌萌, 刘荣飞
(中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津 300381)

摘要: 近年来我国垃圾分类工作取得积极进展,垃圾分类可以有效改善人居环境,促进资源化利用。垃圾渗滤液是垃圾分类和处置过程中产生的二次污染,是一种高浓度有机废水。随着垃圾分类的积极推进,垃圾渗滤液的产生量将会减少,填埋场渗滤液 C/N 比失调的现象会更加严重,并且促使现有渗滤液处理工艺优化调整。垃圾分类会促使渗滤液处理领域排放标准发生变化,使其更加符合行业的特点和发展需求,并带动预脱氨、短程硝化反硝化和厌氧氨氧化等新的处理工艺在渗滤液处理领域广泛应用。从渗滤液产量、水质、处理工艺、排放标准、浓缩液和新工艺的推广应用等方面,阐述了垃圾分类对垃圾渗滤液处理领域的影响,以期为渗滤液处理行业健康发展提供借鉴和参考。

关键词: 垃圾分类; 垃圾渗滤液; 水量; 水质; 处理工艺

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2021)18-0042-05

Analysis on the Impact of Waste Classification on Waste Leachate Treatment

DING Xi-ming, KANG Jian-cun, MIN Hai-hua, GAO Bo, SUN Yue-chi,
TANG Meng-meng, LIU Rong-fei

(North China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Tianjin 300381, China)

Abstract: In recent years, China has made positive progress in waste classification. Waste classification can effectively improve the living environment of human settlements and promote the utilization of resources. Landfill leachate is a kind of high-concentration organic wastewater, which is the secondary pollution in the process of waste classification and disposal. With the active promotion of waste classification, the amount of landfill leachate will be reduced, the phenomenon of imbalance of landfill leachate C/N ratio will be more serious, and the existing leachate treatment process will be optimized and adjusted. Waste classification will change the emission standards in the field of leachate treatment, make it more in line with the characteristics and development needs of the industry. Novel treatment processes such as pre-deamination, short-cut nitrification and denitrification, and anaerobic ammonium oxidation are widely used in the field of leachate treatment. This article describes the impact of waste classification on waste leachate treatment from the aspects of the leachate production, water quality, treatment technique, emission standards, concentrates and the promotion of new technique, which will provide reference for the healthy development of leachate treatment industry.

Key words: waste classification; landfill leachate; water quantity; water quality; treatment process

基金项目: 天津市科技计划项目(19ZXSZSN00080)

近年来,我国加速推行垃圾分类制度,全国垃圾分类工作由点到面逐步启动,已取得积极进展。垃圾分类收集与处理是垃圾合理处置和资源回收的重要基础,也是实现减量化、资源化和无害化的必经之路,对保护人体健康、提升环境卫生具有重大意义^[1]。目前大部分城市将生活垃圾划分为4类:可回收物、厨余垃圾(又称湿垃圾)、其他垃圾(又称干垃圾)和有害垃圾。其中,可回收物进入再生资源回收利用系统,厨余、其他垃圾进入垃圾处理系统,有害垃圾一般单独回收或进入危险废物处理系统,从而确保得到安全处置^[2]。

垃圾渗滤液是垃圾分类和处置过程中产生的二次污染,是一种高浓度有机废水,其水质和水量受垃圾种类、当地环境及降水量等诸多因素影响,变化较大。我国垃圾渗滤液处理领域经过多年的健康发展,目前已经建成数百座渗滤液处理设施^[3-4]。垃圾分类的积极推进,将对渗滤液水量、水质和处理工艺产生较大影响,做好垃圾分类的同时,必须兼顾垃圾渗滤液处理。

1 垃圾分类对渗滤液产量的影响

垃圾渗滤液主要由垃圾本身的内含水和其他外部来水如降雨、降雪等混入的水分组成,垃圾焚烧厂和厨余垃圾处理厂中的渗滤液量基本不受降雨、降雪影响。随着干、湿垃圾分离,进入垃圾焚烧厂和垃圾填埋场中的垃圾含水率降低,这部分垃圾渗滤液量将会减少。

随着垃圾分类的积极推进,居民垃圾投放习惯不断改变,国家加大资金投入,淘汰开敞式的老旧垃圾收集桶、运输车,新增密闭式垃圾收集桶和运输车,另外通过政府加强监管,垃圾暂存、收运、转运、处理、处置各个环节将更加规范,其他外部来水产生的垃圾渗滤液量也将会减少^[4]。

针对分类后各种垃圾处理处置过程中产生的废水分析如下:

① 可回收物是指适宜回收和可循环利用的废弃物。这部分垃圾本身不产生水,在回收利用过程中会使用部分新鲜水,从而产生废水,但是水质较好,一般不归属于垃圾渗滤液范畴。

② 有害垃圾是指存有对人体健康有害的重金属、有毒的物质或者对环境造成现实危害或者潜在危害的废弃物。这部分垃圾在处理处置过程中会产生部分废水,水量比较小,水质与传统渗滤液相比差

异很大,处理工艺不同,一般不归属于垃圾渗滤液范畴。

③ 厨余垃圾,又称湿垃圾,包括剩菜剩饭、骨头、菜根菜叶、瓜果皮壳等食品类废物。这部分垃圾有机质含量丰富、易腐烂、热值低,采用常规的填埋和焚烧很难妥善处理,目前国内主流处理工艺是预处理+厌氧。厌氧沼渣脱水后产生大量沼液,水质和传统渗滤液相似,处理难度大。随着垃圾分类的进行,各地湿垃圾处理设施不断投入使用,需要处理的沼液量会越来越多,在垃圾渗滤液处理中的占比也会不断增大。厌氧沼液处理是当前垃圾渗滤液处理领域的热点,也是一大难点。

④ 其他垃圾,又称干垃圾,是指除上述类别之外的砖瓦陶瓷、渣土、卫生间废纸、纸巾等难以回收的废弃物及尘土、食品袋(盒)。这部分垃圾目前仍然采用国内传统的处理方式——填埋或焚烧。由于实行了垃圾分类,致使最终进入垃圾填埋场和焚烧厂的垃圾量减少,产生的渗滤液量比未进行垃圾分类时也会减少。

2 垃圾分类对渗滤液水质的影响

传统的垃圾渗滤液水质特点主要有:①污染物成分复杂,水质波动比较大,处理难度大;②有机物和氨氮浓度高,难降解有机物占有一定的比例;③重金属和盐分含量高。

实施垃圾分类后,垃圾渗滤液主要来源于湿垃圾厌氧脱水后的沼液和干垃圾焚烧或填埋产生的渗滤液。湿垃圾厌氧脱水后的沼液与传统垃圾渗滤液水质相似,但是也存在不同点:①由于湿垃圾中含有餐厨垃圾,油脂含量比较高,造成其沼液中的油脂含量比较高;②湿垃圾厌氧无论采用中温,还是高温处理,经过脱水后其沼液水温会高于常规的垃圾渗滤液;③由于湿垃圾成分复杂,厌氧脱水后沼液易形成浮渣,SS含量高,尤其是纤维状杂质比较多;④垃圾分类将湿垃圾和重金属类垃圾分开,沼液中的重金属含量有所降低。

对于垃圾焚烧厂和填埋场产生的渗滤液而言,由于大量有机类湿垃圾单独处理,造成进入焚烧厂和填埋场的垃圾有机质减少,其产生的渗滤液中有机污染物浓度大幅降低,对于老龄化填埋场,渗滤液C/N比失调的现象更加严重。同样由于进入焚烧厂和填埋场含重金属类的垃圾单独收集,其渗滤液中重金属含量也会降低。

3 垃圾分类对渗滤液处理工艺的影响

3.1 对有机垃圾处理厂污水处理工艺的影响

有机垃圾处理厂主要处理厨余垃圾等易腐生物质废弃物。国内部分城市从 2000 年开始率先实行餐饮垃圾单独收集、单独处理,这部分餐饮垃圾处理厂产生的厌氧沼液根据不同的出水排放标准,可选择的处理工艺如图 1 所示。

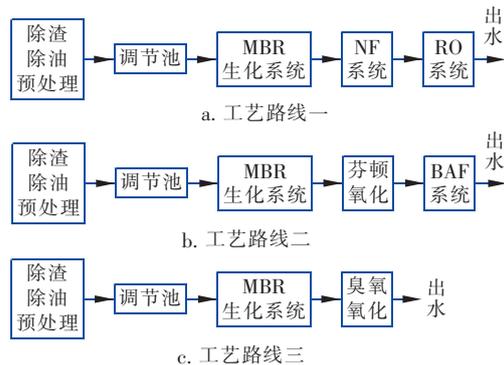


图 1 餐饮垃圾处理厂厌氧沼液处理工艺流程

Fig. 1 Flow chart of anaerobic biogas slurry treatment in restaurant foodwaste treatment plant

随着垃圾分类的实施,各地均加强了对厨余垃圾的分类收集,厨余垃圾一般在接收料斗(坑)中暂存,会产生高浓度的渗滤液, COD 高达 60 000 mg/L。此外,厨余垃圾干式厌氧脱水沼液的 COD 比餐饮垃圾湿式厌氧脱水后沼液要高, COD 为 30 000 mg/L 左右,如果有机垃圾处理厂只有厨余垃圾处理,则污水处理工艺中须增设厌氧系统;如果有机垃圾处理厂包含餐饮垃圾和厨余垃圾综合处理,这部分高浓度渗滤液或沼液,一部分可以进入餐饮垃圾湿式厌氧系统,另一部分可以作为碳源,补充至污水处理缺氧工段。

垃圾分类促使国内大部分城市开始新建有机垃圾综合处理厂,其沼液的处理量会越来越大,结合其他餐饮厌氧沼液处理的经验,后期该部分处理工艺设计应进行优化。

① 预处理系统

餐饮垃圾含油率比较高,经预处理除油后,仍有部分油脂会进入污水处理系统;此外,餐饮和厨余垃圾成分复杂,厌氧后产生的沼液中含渣量比较大,尤其是干式厌氧沼液进入污水处理区后其含固率在 2% 左右,容易形成浮渣。而油脂和浮渣等杂质均会影响污水处理系统后续工段正常运行,必须在预处理系统中得到去除,因此预处理工艺的合理选择至

关紧要。

② 进水沼液的温度

餐饮和厨余垃圾经中温和高温厌氧后,沼液温度比常规渗滤液偏高,而温度过高或过低都会影响微生物的活性,直接影响整个系统的处理效率^[4]。因此,生化处理工段冷却系统的设计须考虑进水温度对生化处理的影响。

③ 碳源

餐饮和厨余垃圾厌氧脱水后沼液 COD 受厌氧系统影响较大,国内餐饮和厨余垃圾厌氧处理技术实际运行结果差异也较大,从而导致产生的沼液 COD 差异较大。但是沼液中总氮和氨氮含量受垃圾源项影响较大,有的城市厌氧沼液总氮高达 4 000 mg/L,造成 MBR 系统碳源严重不足,如果只投加新鲜碳源如乙酸钠和葡萄糖等,运行成本会很高,实际运行中可以考虑将经过预处理后,进入厌氧之前的餐饮垃圾浆料作为补充碳源。

④ 超滤膜的选择

由于湿垃圾厌氧沼液中杂质含量较高,尤其是纤维类轻物质比较多,MBR 系统超滤膜堵塞严重,现场运行维护量大。目前国内常用的管式超滤膜清洗困难,并且清洗时容易刮破膜管,影响正常运行,相比较而言,内置式超滤膜清洗维护要简便,预计将来会占领更多的市场。

3.2 对填埋场渗滤液处理工艺的影响

垃圾分类实施后,进入垃圾填埋场的垃圾量大幅减少,湿垃圾不再进入填埋场,垃圾含水率大幅下降,渗滤液产量下降,垃圾中有机质含量减少导致渗滤液水质变化较大,对填埋场现有渗滤液处理工艺系统影响较大,具体表现在以下几方面:

① 渗滤液产量下降,造成现有填埋场调节池水力停留时间过长,可降解有机物在调节池得到充分降解,不利于后续生化工艺脱氮处理。

② 现有渗滤液处理系统配置过剩,造成部分设备闲置,如膜系统、冷却系统和污泥脱水系统。

③ 填埋场渗滤液随着填埋时间的延长,有机污染物浓度逐年下降,C/N 比严重失调,通常情况下,填埋场利用补给的新垃圾产生的新鲜渗滤液与老龄化填埋场渗滤液进行合理调配,有利于渗滤液高效脱氮,节省运行成本。但是随着垃圾分类的进行,进入填埋场新鲜垃圾的有机质含量降低,从而产生的渗滤液有机物含量低,不能保证高效脱氮所需

要的碳源,实际运行中只能通过投加葡萄糖或乙酸钠等新鲜碳源,确保脱氮效果。长期大量投加碳源,影响整个渗滤液处理系统稳定,降低系统抗冲击负荷能力。

④ 渗滤液量的减少,造成浓缩液产量降低。

3.3 对垃圾焚烧厂渗滤液处理工艺的影响

垃圾分类实施后,进入垃圾焚烧厂的垃圾量,和进入垃圾填埋场一样大幅减少,从而造成垃圾焚烧厂渗滤液量和渗滤液中有机物含量均大幅下降。垃圾分类对垃圾焚烧厂现有渗滤液处理工艺的影响主要表现在以下几个方面:

① 渗滤液处理工艺路线的改变。目前,国内垃圾焚烧厂渗滤液处理常用工艺如图2所示。由于有机质含量大幅降低,原工艺路线中厌氧系统可以直接超越,厌氧系统的停用造成其配套设施如沼气处理系统等停用。

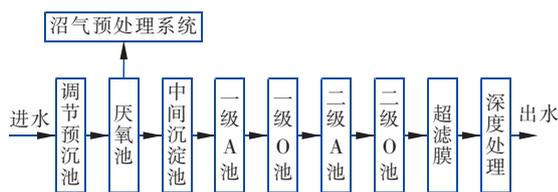


图2 垃圾焚烧厂渗滤液处理工艺流程

Fig. 2 Flow chart of leachate treatment process in waste incineration plants

② 随着渗滤液水量和水质的双重变化,现有MBR生化池容积偏大,水力停留时间延长,活性污泥活性会下降;鼓风机配置过剩,射流曝气溶解氧很难控制;内回流比降低;现有冷却系统停开或者间歇运行;剩余污泥量减少,造成部分污泥处理设备闲置。

③ 深度处理系统处理水量减少,部分膜系统设备会闲置,电耗和药耗降低,整个渗滤液处理系统运行成本会下降。

④ 渗滤液量的减少,造成浓缩液产量降低,长期困扰的浓缩液问题将会得到解决。

4 垃圾分类对渗滤液处理领域的其他影响

4.1 排放标准的变化

垃圾分类后,无论是垃圾填埋场还是垃圾焚烧厂,其渗滤液的水量水质都会发生很大的变化,处理工艺也可能会改变,相应的排放标准预计也会有所变化。目前国内渗滤液行业出水水质执行的标准有:《污水综合排放标准》(GB 8978—1996);《污水

排入城镇下水道水质标准》(GB/T 31962—2015);《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB 16889—2008);《城市污水再生利用 工业用水水质》(GB/T 19923—2005)。未来排放标准的变化,会更加符合行业的特点和发展需求,从而推动行业的健康发展,如国内很多有机垃圾综合处理厂沼液处理后达到当地污水处理厂接管标准,排至附近污水处理厂进一步处理。

4.2 浓缩液问题

垃圾分类后,进入垃圾填埋场和垃圾焚烧厂的垃圾量减少,产生的渗滤液量也相应减少,从而产生的浓缩液量也会减小,并且随着湿垃圾、可回收物和有害垃圾的分开,干垃圾中的有机质、重金属和盐分含量均大幅降低,膜系统的产水率提高,浓缩液产生量也会减小。垃圾焚烧厂浓缩液完全回用或回喷成为可能,浓缩液将不再是困扰垃圾焚烧厂渗滤液处理的难题。

另外随着出水排放标准的变化,深度处理工艺采用非膜法逐渐受到渗滤液处理领域的青睐,非膜法没有浓缩液产生,彻底解决了浓缩液的问题。

4.3 新工艺在渗滤液行业内的推广应用

① 预脱氨工艺的应用

随着垃圾分类的开展,国内很多城市将新建厨余垃圾处理厂,厨余垃圾经过厌氧发酵后,沼液中的氨氮含量较高(已建项目实测值高达4 000 mg/L以上),而前端厌氧为了达到高产气率,出水沼液中的COD浓度相对偏低,无法满足高效生物脱氮所要求的C/N比,投加碳源又会引起运行成本直接上升,在这种情况下,预脱氨工艺将日益受到重视。预脱氨工艺包含膜脱氨、氨吹脱和汽提脱氨等。老龄化填埋场渗滤液C/N比严重失调,垃圾分类后新填入的垃圾有机质含量又低,产生的新鲜渗滤液也无法弥补碳源不足的问题,对于老龄化填埋场渗滤液处理工艺改造,同样需要预脱氨工艺。

② 短程硝化反硝化和厌氧氨氧化工艺的应用

垃圾分类使得渗滤液处理领域迫切需要低碳源或无碳源的脱氮处理工艺,对于高氨氮餐饮厨余厌氧沼渣脱水后的沼液,采用短程硝化反硝化或厌氧氨氧化工艺去除大部分氨氮和总氮,可减轻后续生化处理负荷,大幅降低运行成本,提高处理效果。

③ 深度生物脱氮技术的应用

垃圾分类后,许多渗滤液处理项目,尤其是厨余

垃圾处理厂中的渗滤液项目中 COD 比较容易达到排放标准要求,但是总氮达标仍然是处理系统中的重点和难点。结合其他类似项目运行数据,两级 A/O + MBR 系统出水 TN 在 70 ~ 150 mg/L 之间,污水处理厂接管标准对 TN 的要求比较苛刻,一般排放限值在 40 ~ 50 mg/L 之间。如果单纯为去除 TN 而采用反渗透工艺则代价太大。因此深度生物脱氮工艺如反硝化滤池、深床反硝化滤池等将备受青睐,在确保出水 TN 达标排放的同时,又避免了浓缩液的产生。

④ 非膜法深度处理工艺的应用

随着垃圾分类的开展,厨余垃圾处理厂沼液的处理将是今后渗滤液处理领域的热点,相比垃圾焚烧厂和填埋场,厨余垃圾处理厂很难消纳渗滤液处理的二次污染物——浓缩液。因此,在满足排放标准的前提下,深度处理宜采用非膜法,以避免浓缩液产生,其应用的前景值得期待。

5 结论

① 随着垃圾分类的积极推进,垃圾渗滤液的产生量将会减少。

② 垃圾分类对渗滤液水质影响较大,填埋场渗滤液 C/N 比失调的现象会更加严重,重金属含量会降低。

③ 垃圾分类会促使垃圾焚烧厂和填埋场对现有渗滤液处理工艺进行技改,厨余垃圾处理厂沼液处理工艺有待优化。

④ 垃圾分类会促使渗滤液处理领域排放标准发生变化,使其更加符合行业的特点和发展需求。

⑤ 新的处理工艺将会随着垃圾分类的开展在渗滤液处理领域得到推广应用。

参考文献:

- [1] 金宜英,邴君妍,罗恩华,等. 基于分类趋势下的我国生活垃圾处理技术展望[J]. 环境工程,2019,37(9): 149 - 153.
JIN Yiying, BING Junyan, LUO Enhua, et al. Prospects of garbage treatment technologies in China based on the classification tendency [J]. Environmental Engineering, 2019, 37(9): 149 - 153 (in Chinese).
- [2] 刘欣艳,芦会杰. 北京市生活垃圾污染控制对垃圾分类的需求[J]. 环境卫生工程,2019,27(4): 22 - 24.
LIU Xinyan, LU Huijie. Demand of garbage classification for pollution control of domestic waste in Beijing [J]. Environmental Sanitation Engineering, 2019, 27(4): 22 - 24 (in Chinese).
- [3] 杜昱. 垃圾渗滤液处理领域的发展与思考[J]. 给水排水,2017,43(10): 54 - 57.
DU Yu. Development and consideration of the field for landfill leachate treatment [J]. Water & Wastewater Engineering, 2017, 43(10): 54 - 57 (in Chinese).
- [4] 陈磊,闫志强. 垃圾分类对渗滤液减量的影响研究[J]. 山西建筑,2018,44(12): 184 - 185.
CHEN Lei, YAN Zhiqiang. Research on influence of rubbish classification on reduction of percolate [J]. Shanxi Architecture, 2018, 44(12): 184 - 185 (in Chinese).

作者简介:丁西明(1982 -),男,安徽安庆人,硕士,高级工程师,注册公用设备工程师(给排水),注册环保工程师,主要从事市政给排水和垃圾渗滤液处理的设计工作。

E-mail: dingximing10@cemi.com.cn

收稿日期:2020-06-09

修回日期:2020-07-01

(编辑:丁彩娟)

全面推行河长制湖长制,维护河湖健康生命