

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2020.14.024

立式移动地板发酵仓技术在崇明某污水厂的应用

王首都¹, 黄申斌², 魏小玲³, 张欣¹

(1. 上海市市政工程设计研究总院<集团>有限公司, 上海 200092; 2. 上海嘉定新城污水处理有限公司, 上海 201806; 3. 杭州富阳城市建设投资集团有限公司, 浙江 杭州 311400)

摘要: 污泥好氧发酵是一种成熟的污泥处理处置技术,在污泥处理领域得到了广泛的应用。立式移动地板发酵仓技术与传统发酵设备相比,具有占地面积小、发酵设备密封性好、升温快等优点,适用于小规模污泥的好氧发酵。崇明区某污水处理厂污泥处理采用立式移动地板发酵仓技术,设计规模为10 t/d(污泥含水率为80%),处理后污泥含水率<40%,成品可用作园林绿化肥料、培育土等。结合该工程实例,详细介绍了立式移动地板发酵仓技术的原理、工艺流程、系统组成、设计参数等。

关键词: 污泥处理; 好氧发酵; 立式移动地板发酵仓

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2020)14-0138-04

Application of Vertical Mobile Floor Fermentation Bin in a Sewage Treatment Plant in Chongming District

WANG Shou-du¹, HUANG Shen-bin², WEI Xiao-ling³, ZHANG Xin¹

(1. Shanghai Municipal Engineering Design Institute <Group> Co. Ltd., Shanghai 200092, China; 2. Shanghai Jiading New City Sewage Treatment Co. Ltd., Shanghai 201806, China; 3. Hangzhou Fuyang City Construction and Investment Group Co. Ltd., Hangzhou 311400, China)

Abstract: Sludge aerobic fermentation is a mature sludge treatment and disposal technology, which has been widely used in the field of sludge treatment. As a new type of miniaturized sludge composting technology, the vertical mobile floor fermentation bin has small footprint, good sealing performance of the fermentation equipment, and rapid heating, compared with traditional fermentation equipment and is suitable for aerobic fermentation of small-scale sludge. The technology was adopted in the sludge treatment of a sewage treatment plant in Chongming District with design capability of 10 t/d (sludge water content was 80%). The treated sludge water content was less than 40%, which could be used as green fertilizer, cultivated soil, etc. Taking this project as an example, the principle, process flow, system composition and design parameters of vertical mobile floor fermentation bin technology was introduced in detail.

Key words: sludge disposal; sludge aerobic fermentation; vertical mobile floor fermentation bin

基金项目: 上海市科委课题(17DZ2201000)

通信作者: 张欣 E-mail: zhangxin@smeti.com

随着我国经济的发展,城镇污水处理厂污泥产量也大幅增加,污泥的妥善处理已成为各城市的难题^[1]。污泥好氧发酵是一种成熟的污泥处理处置技术,是当前污泥无害化和资源化的重要途径之一。崇明某污水处理厂于2007年投入运行,采用多点进水A/A/O处理工艺,出水水质优于一级A标准,设计规模为 $2.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。现状污泥采用浓缩脱水将含水率降至80%以后外运,实际产泥量约10 t/d(含水率为80%)。考虑区内污泥已无出路,为从根本上解决区内污泥处理处置问题,崇明区在某污水处理厂建设了污泥堆肥工程。该污泥堆肥工程采用立式移动地板发酵仓技术,以农业废弃物、园林绿化废弃物等为辅料,主要处理本厂及崇明区内其他污水厂的脱水污泥。结合实际工程,介绍该新型小型化污泥堆肥设备的工作原理、工艺流程、系统组成、详细设计等。

1 立式移动地板发酵仓技术

立式移动地板发酵仓技术为二段式好氧发酵技术:一级发酵和二级发酵。一级发酵主要设备为立式移动地板发酵仓。

立式移动地板发酵仓如图1所示。

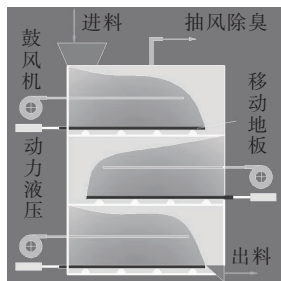


图1 立式移动地板发酵仓

Fig. 1 Diagram of vertical mobile floor fermentation bin

立式移动地板发酵仓由数个移动地板箱体组成,箱体内通过地板有序移动的方式推送物料,物料自进料到出料行程轨迹呈S型。发酵仓由具有特殊防腐层的钢结构箱体现场拼装而成,拆装便捷且能有效适应污泥处理这类特殊的工况条件(高湿度、高腐蚀性)。该技术最大限度减少了占地面积,可用于解决分散式小型污水厂的污泥处理问题,但由于设备复杂,不适合大规模应用。

发酵仓总有效容积满足12 d的停留时间,内部安装专用气管。由曝气风机进行强制通风供给氧气。每一根气管通过安装在干管上阀门的开启闭

合,不断地定时进行切换。发酵过程中控制室可根据发酵物料温度、堆体内氧含量等参数的变化,由PLC控制系统控制曝气风机开停、风量调整等过程。

一次发酵流程:

① 污泥与返混干料、调理剂充分混合后,由进料输送机送到立式移动地板发酵仓顶端入口处,然后经过布料器,将物料均匀分布在各仓内。

② 发酵物料移动通过移动地板的带动实现。液压油缸推动全部地板前进,从而带动物料前移,然后逐次逐组地抽回移动地板,而物料保持不动,如此复始,物料被推送至箱尾,并在箱体尾部掉入下层,最终移动至最底层箱尾,然后由皮带输送机出料。每次进料前,须先将底层箱体中的物料移出,在发酵仓的顶层箱体空出足够1 d进料量的空间,然后开始进料,如此不断循环。

③ 一次发酵完成后,发酵物料通过皮带输送机送至二次发酵区域进一步发酵。

立式移动地板发酵仓具有占地小、设备拆装便捷、供氧效率高、物料均匀性好、能耗低、全封闭易于除臭等优点;但是,该系统由于受单体结构的限制,仅适用于20 t/d以下的小规模污泥处理。该技术设备多,运行中的检修维护及耗材成本相对较高,系统可靠性有待提高。

污泥处理工艺流程见图2。

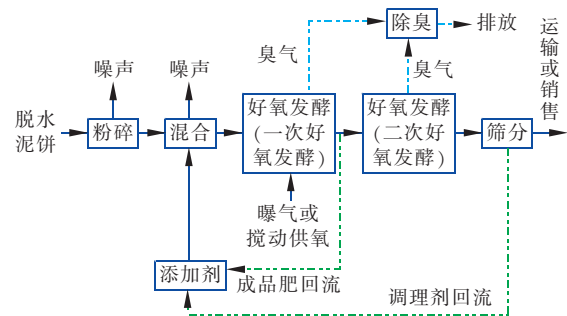


图2 污泥处理工艺流程

Fig. 2 Flow chart of sludge treatment process

2 物料平衡

相关研究成果表明,污泥好氧发酵过程合适的含水率为40%~65%。本工程好氧发酵过程按污泥量的20%添加辅料,按污泥量的70%添加返混料,混合完成后,混合料的C/N、含水率基本满足好氧发酵C/N、含水率的要求。

物料平衡见图3。

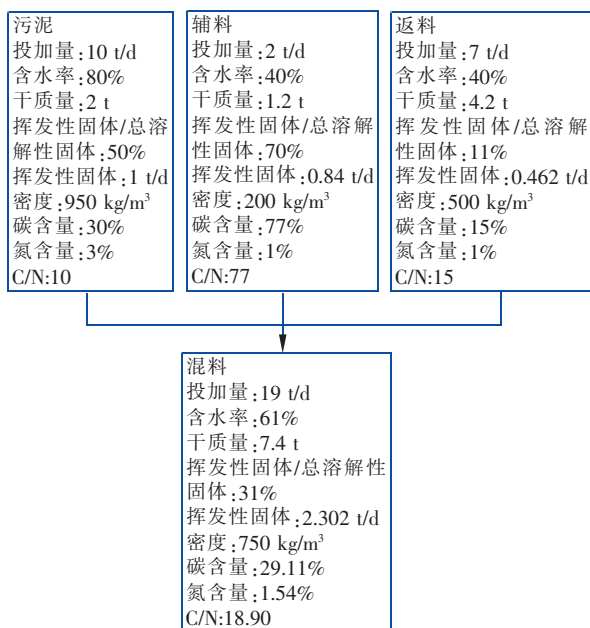


图3 物料平衡

Fig. 3 Material balance

3 污泥发酵系统详细设计

好氧发酵分为两部分:反应器内的高效发酵时间为11 d,预腐熟车间的发酵时间为20 d,反应器内的停留时间满足《城镇污水处理厂污泥处理技术规程》(CJJ 131—2009)中对仓式反应器停留时间8~15 d的要求。堆体温度是城市污泥好氧堆肥过程中的关键参数,温度的变化反映了堆体内微生物活性的变化。

立式移动地板发酵仓反应器外有保温系统,内部升温较快,完全满足“堆肥过程中,堆内温度应为55~65℃,持续时间应在3 d以上”的要求^[2]。

进泥含水率为80%,处理量为10 t/d,高温发酵(一次发酵)停留时间为11 d,预腐熟(二次发酵)的发酵时间约20 d,发酵仓内温度45~65℃,发酵处理物含水率<40%,调理剂添加量30%,运行时间为8 h/d,年运行330 d。

发酵系统包括预处理系统、好氧发酵系统(含一次发酵系统和二次发酵系统)、筛分系统、除臭系统、自控系统等部分。

① 污泥预处理系统

污泥混合物总质量约19 t,混合物密度约0.75 t/m³,体积约25.33 m³。为实现混料的均匀,在发酵系统前设置专门的混料系统,将脱水污泥、调理剂、返混的污泥分别定量输送至混料机内。

该工程接收的污泥有本厂污泥和外厂污泥。本厂污泥直接由污泥泵通过管道送至污泥给料机,外厂污泥通过污泥车运至污泥给料机。

② 污泥好氧发酵系统

一次发酵区设立式移动地板发酵仓式反应器1座,共12个单元, $L \times B \times H$ 为12 m×12 m×6 m,每个单元内物料高约1.8 m。为保证在冬季的好氧发酵效果,反应器外覆盖保温材料。为进一步提高物料腐熟度、降低物料的含水率以便于后续的筛分过程,物料从立式移动地板发酵仓排出后,再进入预腐熟车间进行约20 d的预腐熟。由于污泥经好氧发酵后,性状已发生改变,易脱水,经短时间预腐熟后即可很快达到成品的含水率要求。

③ 预腐熟车间

预腐熟车间位于好氧发酵综合车间内,采用通仓式预腐熟方式,按照产生21 m³/d物料进行预腐熟考虑,底部通风强度约0.1~0.2 m³/(m³·min),物料堆高约1.5 m,停留时间约20 d。

预腐熟过程能够有效加速水分蒸发,保证堆体中的氧气含量,避免物料厌氧发臭。物料经预腐熟后,含水率降至40%以下,由铲车送至筛分系统进行筛分。

④ 筛分及回流物料、辅料暂存车间

发酵完成后,物料体积已大幅减少。为了满足成品粒度和发酵调理需要,需对物料进行筛分和返混。筛分系统采用滚筒式筛分机,对物料按照粒径的不同进行筛分,筛下物(细料)作为产品外运进行利用,筛上物(粗料)作为回流物料返回前处理阶段,用于调节起始物料的含水率并接种菌种。

为确保污泥好氧发酵处理过程中能够保持良好的好氧状态,辅料在混合前需进行粉碎,且要求粉碎后的辅料颗粒直径在2 cm以下。

考虑辅料粉碎噪声大、粉尘高,考虑将辅料收购及粉碎外包,在厂外定点完成辅料收购及粉碎,将辅料粉碎至2 cm以下再运至污水厂发酵车间。

⑤ 生物除臭

一次发酵区域曝气量约为2 700~4 000 m³/h,带走全部污泥好氧发酵系统排出的水分所需气量约为5 780 m³/h,除臭系统的总气量为10 000 m³/h。根据好氧发酵曝气量和除臭气量,在好氧发酵立式移动地板发酵仓式反应器内布置专用的气管,在仓外与除臭风机相连接,通过自控系统控制实现立式

移动地板发酵仓内同步曝气和除臭,及时将臭气收集和抽走。

4 运行成本及效果

本项目于2018年初正式投入运行,至今已正常运行2.5年,运行成本约300元/t。堆肥成品实际供给崇明某育苗场,并与其签订相关的意向合同,确保成品出路。

根据现场情况,由于堆肥系统较为复杂,设备可靠性有待提高,同时,现场进泥区域仍有一定的臭味。考虑到污水处理厂除臭标准越来越高,建议加强进料区域除臭。

5 结论

崇明区某污水处理厂污泥处理采用立式移动地板发酵仓技术,设计规模为10 t/d(污泥含水率为80%),成品主要用于园林绿化、土地改良等。该工程的实施既解决了污泥无害化、稳定化处理的问题,还可产生一定的经济、社会和环境效益。

立式移动地板发酵仓技术占地面积小、运行自动化程度高、安全卫生,为小型污水厂污泥的处理与处置提供了新思路。

参考文献:

- [1] 陈玲,赵建夫,李宇庆,等. 城市污水厂污泥快速好氧堆肥技术研究[J]. 环境科学,2005,26(5):192-195.
Chen Ling,Zhao Jianfu,Li Yuqing,*et al.* Rapid and high-

efficient composting process of municipal sewage sludge [J]. Environmental Science,2005,26(5):192-195 (in Chinese).

- [2] 黄懿梅,安韶山,白红英,等. 鸡粪与不同秸秆高温堆肥中氮素的变化特征[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2004,32(11):53-57.

Huang Yimei,An Shaoshan,Bai Hongying,*et al.* Study on the nitrogen changes during the composting of chicken manure and different straws under higher temperature [J]. Journal of Northwest A & F University: Natural Science Edition,2004,32(11):53-57 (in Chinese).



作者简介:王首都(1988-),男,河南许昌人,硕士,工程师,从事给排水设计工作。

E-mail:wangshoudou@smedi.com

收稿日期:2019-08-19

贯彻《中华人民共和国水土保持法》,
建设生态文明