

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2024.03.031

株洲市某污水处理厂污泥处理技术方案研究

段武华

(株洲市云发污水处理有限公司,湖南 株洲 412000)

摘要:为解决株洲市某污水处理厂的污泥处理问题,对不同污泥出路及处理工艺进行了综合论证,最终确定该污水处理厂污泥处理的最佳方案为好氧发酵堆肥处理;同时对传统好氧发酵堆肥处理技术进行改进,介绍了改进方案的具体处理步骤,以期为我国其他城市类似的污泥处理技术提供参考依据。

关键词: 污泥处理;好氧发酵堆肥;深度脱水填埋;生态环境

中图分类号: X703;TU992.3

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)03-0127-03

0 引言

城镇污水处理厂在污水处理过程中产生的污泥含有大量病原菌、致病菌和重金属等有害物质,不经处理的随意排放,将对生态环境和人体健康造成不可逆的危害^[1]。随着我国城镇化建设的快速发展,城镇污水和污泥排放量也日益增长,据不完全统计^[2],截止到目前,城镇每年污水和污泥排放量高达 $7.5 \times 10^{10} \text{ m}^3$ 和 $6 \times 10^7 \text{ t}$ 。为保证城镇生态环境及生活质量,处理好城镇污水污泥问题已成为政府工作的重点。然而,目前我国多数城市存在重视污水处理而忽略污泥处理的现象,导致城镇污泥无害化处理率仅为40%左右,这与《“十三五”生态环境保护规划》提出的地级及以上城市污泥无害化处理处置率达到90%的要求相差甚远^[3]。为此,如何科学合理地对城镇污泥进行有效处理,已成为相关技术及科研人员的关注热点。

目前,我国的污泥处理决策主要有焚烧、施肥、工业利用和填埋。其中,焚烧是通过高温氧化污泥中的有机物质,达到灭菌、减小体积的目的,但该方法对污泥含水率要求较高,且焚烧成本高,现有焚烧技术缩减的污泥体积仅为10%左右,效率较低^[4]。为此,人们开始考虑利用污泥厌氧消化技术对污泥进行改性,用于土壤改良剂,也称为堆肥技术,该技术能有效地将污泥中的有机质转变为肥料,提高污泥利用价值^[5]。但传统的堆肥技术耗时长、占地面积大、成本高、对环境要求严格,在部分地区难以推广应

用。另外一种方法是直接将污泥作为建筑材料使用,例如将含重金属的污泥与沥青混合,然后添加电弧炉熔渣,使其中的重金属与熔渣反应,生成的金属物质作为炼钢冷却剂使用^[6]。这种方法虽然解决了污泥中的重金属问题,但其病菌依然可能存在于建筑材料中。污泥填埋则是将污泥经过灭菌处理或与固化剂固化后进行填埋处理,该方法成本低、处理量大,但填埋后对地下水的二次污染风险较大,且风险控制成本过高^[7]。可见,现有的污泥处理方法虽然可在一定程度上解决污泥污染和去路问题,但均存在不同的局限性。因此,污泥处理技术的选用应该遵循因地制宜的原则,结合当地经济发展、自然环境、人文历史等特点,立足于实际来选择最佳处理方案。

鉴于此,本文立足于株洲市某污水处理厂的污泥基本特性,结合该片区经济发展和自然环境等因素,对比分析了不同污泥出路及处理技术的优缺点,经过综合论证,得到了该厂最合适的污泥处理方案。所得成果可为我国类似污泥处理技术提供参考依据。

1 污泥特性

根据设计要求,该污水处理厂近期年限为2011—2015年,远期规划年限为2030年。污水处理厂及配套管网工程的建设年限分为:一期于2011年开工建设,2015年底建设完成;二期建设始于2016年,预计2030年竣工验收。

1.1 污泥量

经计算,该污水处理厂一期处理 $6 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ 污水产生的污泥量为 $8\ 000 \text{ kg/d}$ (其中剩余污泥 $7\ 000 \text{ kg/d}$,化学污泥 $1\ 000 \text{ kg/d}$),湿污泥体积为 $40 \text{ m}^3/\text{d}$ (含水

收稿日期:2023-03-30

作者简介:段武华(1990—),男,硕士,工程师,从事工程技术管理、污水处理厂运营工作。

率80%);远期至2030年,12万m³/d污水产生的污泥量为16000kg/d,湿污泥体积为80m³/d(含水率80%)。

1.2 污泥性质

(1)含水率:据不完全调查,目前该污水处理厂的脱水污泥含水率一般在75%~83%(典型值为78%~80%)。污水处理厂脱水污泥含水率的高低与污水处理厂生物处理系统的正常运行、污水处理水量、进水污染物负荷、运行水温、污泥脱水的加药量和脱水机的机型等诸多因素有关。考虑到工程设计的安全性,工程设计中污泥经浓缩脱水后的含水率取值一般控制在80%。

(2)组成及热值:经污水处理产生的污泥主要由微生物团、有机物和无机物等物质组成。其中,微生物主要以细菌和致病微生物等为主;有机物的成分十分复杂,占比也较大,达到干物质的70%左右,主要以脂肪、蛋白质和碳水化合物为主;无机物则主要以矿物盐为主。经检测,新鲜的脱水污泥低位热值约为15000kJ/kg。

(3)重金属含量:该污水处理厂服务范围以生活污水为主,重金属含量较低。

2 污泥处理方案的选择

污水处理过程中产生的污泥,有机物含量较高且很不稳定,易腐化,含有大量病菌及寄生虫。若不经妥善处理将造成二次污染,必须进行必要的污泥处理。污泥处理的目的是稳定化、减量化、无害化和资源化。

2.1 污泥出路初步选择

选择污泥处理工艺,首先必须确定污泥的最终出路,应该说污泥处理工艺的选择,更是污泥最终出路的选择。本工程根据《城镇污水处理厂污泥处置分类》(GB/T 23484—2009)和株洲某示范区市的规划定位及实际情况,分析和研究污水处理厂产生的污泥最终出路问题。近年来不同国家和地区的污泥处置最终出路主要有土地利用、焚烧、卫生填埋和建材利用等。对上述处置方法的可行性进行综合评价,结果见表1。根据评价结果,本工程污水处理厂所产生的污泥最终出路选择污泥的土地利用和污泥深度脱水后填埋这2种。

2.2 污泥处理方案的论证

根据所选择的污泥2种出路,初步拟定污泥处理工艺方案为:

表1 污泥处置出路方法评价

处置方法	可行性分析评价
土地利用	农肥本身的环保性和市场接受度必须进行进一步的专题研究,可选择好氧发酵堆肥方案
用作绿化介质土	该城区规划绿地及林地面积达到了35%以上,公共绿化建设新建绿化及林地肥料方面每年需要大量介质土,可考虑用作绿化介质土
焚烧	干化和焚烧系统的投资较高,运行费用不低,且运行管理较复杂,在有其他出路的情况下,本工程不考虑采用污泥焚烧
卫生填埋	填埋场仍是污水处理厂污泥的主要出路之一,用于卫生填埋的污泥含水率应不大于40%。因此,该污水处理厂的污泥可选择深度脱水后再进行卫生填埋的出路
建材利用等	填料回用、低热值燃料回用、建筑材料的附加原料技术应用一般必须与其他处理技术组合,且均处于试验探索阶段,此类污泥的处理方法和出路暂不属于本工程的选择范畴

(1)好氧发酵堆肥方案。污水处理厂产生的污泥经浓缩、脱水、好氧堆肥后外运,用作农肥销售(由于本工程污泥量较小,采用厌氧消化工艺工程投资偏大,因此选择污泥好氧发酵堆肥工艺)。

(2)深度脱水填埋方案。污水处理厂产生的污泥经浓缩、脱水(含水率60%)后,外运至填埋场卫生填埋。

根据上述2个工艺方案,从设计参数、工程投资、综合因素和污泥处理目标等诸多方面进行了工艺方案的比较和论证,具体见表2。考虑到污泥好氧发酵堆肥工艺具有良好的污泥减量性和污泥资源化效果,能够更好地为云龙示范区两型社会起到示范性作用,本工程污泥处理推荐采用“好氧发酵堆肥”方案,污水处理厂产生的污泥经浓缩、脱水、好氧堆肥后外运,用作农肥销售。

3 好氧发酵堆肥处理技术

传统的好氧发酵技术是通过微生物作用将污泥的有机物转化为稳定腐殖质,其工艺过程占地面积较大,且发酵时间较长,同时存在作业环境差、劳动强度高等缺点。为此该污水处理厂拟在传统好氧发酵技术上进行有效改良,采用生物干化技术对污泥进行处理。

3.1 技术流程及设计参数

3.1.1 工艺流程

首先,将污水处理厂8000kg/d的污泥脱水至含水率约80%;然后,将脱水污泥经螺旋污泥泵送至污泥料仓,在粉混机内进行污泥和调理剂混合,再分别经过一级、二级、三级(干化稳定塔)生物干化塔进行干化发酵处理;最后,对干化料进行粉碎处理,并筛分得到含水率小于30%的干污泥,含水率大于30%

表2 污泥处理工艺方案综合比较及评价

评价参数	好氧发酵堆肥方案	深度脱水填埋方案
处理前污泥含水率 / %	99.3	99.3
处理前污泥体积 / (m ³ ·d ⁻¹)	1 200	1 200
处理后干固体量 / (kg·d ⁻¹)	9 680	8 800
处理后污泥含水率 / %	40	60
处理后污泥体积 / (m ³ ·d ⁻¹)	16	22
占地面积 / m ²	约 6 000	2 500
工程费用估算 / 万元	2 250	1 400
污泥主要出路	农肥销售、土地消纳	填埋场填埋
资源回收利用	销售腐熟污泥作农肥	除了土地改良, 能源没有回收
二次污染	需严格控制臭气污染	需严格控制臭气污染
限制条件	对重金属、病原菌以及其他有害物质有一定要求	基本无特殊要求
方案实施可行性	一般	好
污泥减量化	较好	一般
污泥稳定化	较好(污泥已稳定, 又保持了肥效)	一般
污泥无害化	好(高温杀菌)	一般
污泥资源化	好(作农肥, 养分完全利用)	一般(养分和能源未利用, 用于填埋, 还浪费土地)
综合评价	较好	一般

的干污泥则送入调理剂储备仓进行循环利用。具体流程如图1所示。

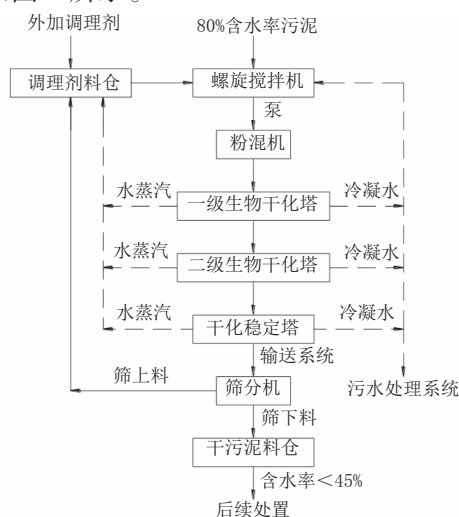


图1 生物干化技术工艺流程示意图

3.1.2 主要技术设计参数

整个技术流程设计参数主要包括: 污泥和调理剂搅拌均匀得到的混合物料含水率应为70%左右; 一级生物干化塔温度控制在55~72℃, 其中底层约55℃左右, 中层约65℃左右, 上层约48℃左右, 经

过一级生物干化塔处理后的污泥含水率不大于50%; 二级生物干化塔温度控制在45℃以上, 经过二级生物干化塔处理后的污泥含水率不大于40%; 三级生物干化塔以风干为主, 对温度无具体要求, 经过三级生物干化塔处理后的污泥含水率不大于30%; 在发酵过程中, 塔底下有0.53%滤液经收集池收集后, 可将其输送到螺旋搅拌机内随混合料进入下一个循环, 亦可送至污水处理系统与污水一并处理。

3.2 技术评价

该技术为污泥好氧发酵生物干化, 是一种新型的中高温堆肥工艺, 占地小, 整个工艺设备化率高, 可根据污泥量的增加而灵活增加堆肥的设备组数, 从而很好地适应株洲市某污水厂水量的变化。但是, 这种工艺在国内案例较少, 可借鉴的运行管理经验较少。虽然常规污泥好氧发酵堆肥工艺较成熟, 在国内有较多的案例可提供建设管理的经验, 但是, 其设施占地面积较大, 设备较多, 因此分组不灵活, 对水量增长变化的适应性较差。考虑到株洲市某污水厂的水量增长情况, 同时考虑到该厂周边社区为两型社区, 对环境要求较高, 为鼓励新技术的应用, 本工程推荐采用污泥好氧发酵生物干化技术。

4 结语

通过对株洲市某污水处理厂污泥出路的综合对比分析, 初步确定了该污水处理厂的污泥出路。在此基础上对不同出路下的污泥处理方案进行论证, 确定了污泥处理技术为好氧发酵堆肥, 并对好氧发酵堆肥新老技术的优缺点进行了对比分析, 最终推荐株洲市某污水处理厂采用好氧发酵生物干化技术对污泥进行处理。

参考文献:

- [1] 杜剑波. 污泥处置的认识误区与控制对策[J]. 工程技术研究, 2021, 6(7): 195-196.
- [2] 黄晓阳. 城市污水处理厂污泥最终处置方式研究[J]. 现代盐化工, 2021, 48(5): 86-87.
- [3] 李雪怡, 梁远, 方小锋, 等. 北京市污泥处理处置现状总结分析[J]. 中国给水排水, 2021, 37(22): 38-42.
- [4] 李仁芳. 城市污水处理厂污泥的处置及其综合利用[J]. 低碳世界, 2018(7): 22-23.
- [5] 金霏霏, 魏琳. 污泥处理与处置规划研究——以长春市为例[J]. 能源与环保, 2021, 43(3): 128-131.
- [6] 刘瑞龙. 泥好氧堆肥过程中营养物质含量的变化[J]. 广东化工, 2022, 49(2): 83-85.
- [7] 程立, 许妍妍. 某城市污水处理厂污泥填埋坑综合治理工程方案设计[J]. 科学技术创新, 2020(27): 128-129.