

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2022.09.032

污水处理厂产泥量分析与减量措施

郭松杰, 刘 锐, 金 飞, 郁志杰, 徐 强
[杭州余杭环境(水务)控股集团有限公司, 浙江 杭州 310000]

摘 要: 针对近年来国内部分污水处理厂出现的产泥量高于行业平均值的现象, 以杭州某水务集团下设三座污水处理厂为例, 通过对污水处理厂无机污泥、生化污泥、化学污泥和调理剂污泥进行分项计算与分析, 发现管网带入颗粒性无机物浓度高、进水水质浓度提升和排放标准提高为产泥量升高的主要原因。为此, 提出运行参数优化、解耦联剂添加、微生物捕食、除磷药剂精确投加、调理剂优选、污泥破壁回用等污泥减量措施, 为污水处理厂泥线设计和运行管理提供参考。

关键词: 污水处理厂; 污泥减量; 参数优化

中图分类号: X703.1 **文献标志码:** B **文章编号:** 1009-7716(2022)09-0128-03

0 引 言

根据上海市政府对我国重点流域具有代表性的城镇污水处理厂污泥产量的调研结果, 调研范围内污水处理厂污泥产率平均值为 1.62 tDS/ 万 m³[1], 以此为基准, 不少污水处理厂污泥产量高于行业平均水平, 并呈现不断升高的趋势。

由此, 对杭州市某水务集团下设三座污水处理厂现状的污水处理设施运行情况进行调研, 分析了其进出水水质水量、污泥总产量、生物污泥产量、药剂添加量等数据指标, 从进水、生化反应、药剂投加、污泥调理等方面进行了污泥来源及性质研究分析, 从而得出了国内部分污水处理厂产泥量偏大的可能原因, 为污水处理厂优化设计和运行提供参考[2]。

1 污水处理厂运行现状

1.1 水质水量

该水务集团下设的三座污水处理厂主要以处理生活污水为主, 每座污水处理厂日平均处理水量和进出水水质情况如表 1、表 2 所列, 出水水质均满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级 A 排放标准。

表 1 2020 年污水处理厂日处理水量
平均值一览表 单位: 万 m³/d

水厂	A 厂	B 厂	C 厂
平均日处理水量	7.55	6.77	1.75

收稿日期: 2021-12-29
作者简介: 郭松杰(1985—), 男, 工学学士, 工程师, 从事给排水工程项目建设、运营工作。

表 2 2020 年污水处理厂进出水水质
平均值一览表 单位: mg/L

水厂		A 厂	B 厂	C 厂
COD _{Cr}	进水	243	195	303
	出水	14.6	15.2	14.1
BOD ₅	进水	102.6	83.1	129.7
	出水	2	6	2
NH ₃ -N	进水	32.2	25.8	33.9
	出水	0.43	0.25	0.12
SS	进水	167	184	103
	出水	5.5	6	4.1
TN	进水	39.2	30.3	42.1
	出水	7.4	7.5	9.2
TP	进水	4.4	2.9	3.6
	出水	0.12	0.14	0.09

1.2 工艺流程

污水处理工艺方面, A 厂采用 MBR 膜池工艺; B 厂采用氧化沟 + 曝气生物滤池工艺; C 厂采用氧化沟 + 反硝化滤池工艺。污泥处理处置工艺方面, 除 A 厂采用污泥浓缩池 + 板框脱水工艺, 其余两座污水处理厂均采用离心脱水工艺。

1.3 污泥产量

三座污水处理厂的产泥量如图 1 所示, A 厂的 2020 年污泥含水率均值为 66.06%, 月均污泥量为 2 113 t/月; B 厂的 2020 年污泥含水率均值为 76.42%, 月均污泥量为 2 292 t/月; C 厂 2020 年污泥含水率均值为 78.48%, 月均污泥量为 697 t/月。折合全年产生的绝干污泥量分别为 8 647 t、6 466 t、1 801 t。每万吨污水所产绝干污泥量分别为 3.13 t、2.61 t、2.81 t, 均大于平均值 1.62 tDS/ 万 m³。

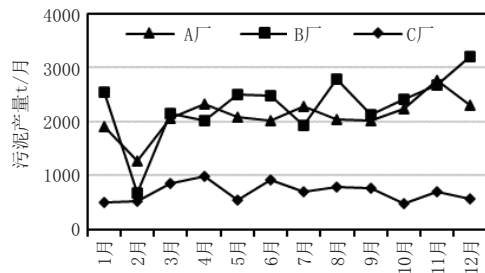


图 1 2020 年污水处理厂月产泥量情况曲线图

2 产泥量分析

2.1 污泥分类

污泥是污水处理过程中伴随产生的副产物,主要来自于四个方面:

(1)无机污泥:污水经由管网收集至城市各污水处理厂,与此同时也携入了大量泥沙、不可降解或难降解无机物,具体表现为进水 SS。

(2)生物污泥:在生化处理过程中,活性污泥中的微生物不断地消耗着废水中的有机物质,被消耗的有机物质中,一部分有机物质被氧化以提供微生物生命活动所需的能量,另一部分有机物质则被微生物利用以合成新的细胞质,从而使微生物繁殖生长,微生物在新陈代谢的同时,其中一部分老的微生物死亡,故产生了剩余污泥。

(3)化学污泥:随着对排放标准要求提高,越来越多的污水处理厂开始进行加药进行深度处理,这部分加药所产生的化学污泥也成了污水处理厂污泥来源之一。常见的污水深度处理化学药剂有混凝剂、助凝剂、除磷剂等。

(4)调理剂污泥:通过向污泥中投加各种污泥调理剂,改善污泥脱水性能,以便于后期污泥脱水,常用的调理药剂包括 PAM、生石灰(CaO)等。由于污泥调理剂用量比较大,一般来说,投加量要达到污泥干固体重量的 5%~20%,从而导致增加了污泥产率。

2.2 泥量计算方法

污泥分为无机污泥、生物污泥、化学污泥和调理剂污泥。每种污泥量相应计算方法为:

(1)无机污泥量计算方法参考《室外排水设计标准》(GB 50014—2021)及相关标准规范进行计算。

(2)生物污泥量计算方法同样参考《室外排水设计标准》(GB 50014—2021)及相关标准规范进行计算。

(3)化学污泥量的计算方法参考 Odegaard 等^[3]研究结果。其研究成果表明铁盐和铝盐的化学污泥产率系数如表 3 所列,铁盐平均化学污泥

产率为 4.35 kgDS/kgFe³⁺,铝盐平均化学产泥率为 6.31 kgDS/kgAl³⁺。

表 3 常用混凝剂、絮凝剂的化学污泥产率系数统计表

药剂种类		化学污泥产泥系数	
		均值	范围
铁盐	三氯化铁	4.35	3.02~5.97
	硫酸亚铁	4.35	3.46~6.28
	聚合硫酸铁	4.35	3.36~5.82
铝盐	聚合氯化铝	6.31	5.62~7.30

(4)由于污泥调理使用药剂 PAM、生石灰(CaO)磁粉均为固体,可直接带入污泥中,因此,药剂投加量可视为调理剂污泥量。

2.3 产泥量分析

结合各污水厂参数,对污水处理厂无机污泥、生化污泥、化学污泥和调理剂污泥进行分项计算,并通过实际污泥产量值进行反向校核验证,最终得出各污水处理厂污泥产率如表 4 所列。

表 4 各污水处理厂污泥产率对比表(t 污泥 / 万 t 污水)

厂名	管网带入污泥产率	生物污泥产率	化学产泥产率	污泥调理药剂污泥产率	实际总污泥产率
A 厂	0.97	1.01	0.75	0.40	3.13
B 厂	1.07	1.19	0.34	0.01	2.61
C 厂	1.01	1.48	0.29	0.03	2.81

结合表 4 可知:

(1)A、B、C 三座污水处理厂生物污泥产率偏高,分别为 1.01 tDS/ 万 m³、1.19 tDS/ 万 m³ 和 1.48 tDS/ 万 m³,但属于正常范围内。

(2)进水管网携带的无机污泥产率较高,调研分析的三个厂平均达到 1.01 tDS/ 万 m³。

(3)化学污泥平均产泥率为 0.46 tDS/ 万 m³,虽然占比相对生物产泥率和无机污泥产泥率低,但也是产泥量增加重要原因之一。

(4)污泥调理剂产泥方面,A 厂比 B 厂、C 厂相对较高,这是由于 A 厂在板框脱水中添加了污泥调理剂,B 厂、C 厂使用离心脱水几乎不产生污泥。

根据计算和统计结果对污水处理厂出现产泥量偏高原因进行分析,主要有以下影响因素:

(1)进水水质方面:管网带入无机污泥浓度高,部分地区污水管网存在雨污混接、管网破损渗漏,污水收集过程中大量无机物进入污水管网,导致污水处理厂无机污泥产量偏高。

(2)污水厂工艺方面:随着国家对环保日益重视,各地排水系统提质增效工作不断深化,通过提高工

艺运行等措施致使生物产泥量增加。

(3)污水厂运营方面:在对污水厂运行过程中,由于污水厂药剂投加的方式大多为传统投加模式,投加量为人工理论计算或者经验值,很容易出现过量加药的情况,致使化学污泥增加。

(4)水质排放标准方面:近年来我国城市污水处理事业在政府的大力支持和整顿下迅猛发展,行业出水标准与以往相比有较大提高。出水标准的提高致使在后续处理中需要在水线和泥线加大各类药剂的投加量,而这又进一步增加了最终污泥产量。

3 污泥产率控制措施

针对污水处理厂产泥量不断增加与节能降耗之间的矛盾,开展污泥减量工作是十分必要的。对此,可采取以下措施对污泥产量进行控制。

3.1 生物产泥率控制措施

(1)运行参数优化。通过对生化池运行参数优化,在不影响二沉池泥水分离效果、生物除磷和污泥活性的情况下提高污泥龄,减少生物污泥产率。

(2)解耦联剂添加。解耦联剂能抑制细胞体内能量偶联磷酸化的化合物,其存在可打破细胞内分解代谢与合成代谢之间的能量偶联,可通过解耦联剂添加降低活性污泥中微生物合成量。

(3)微生物捕食。通过延长活性污泥系统生物链,增强微型动物对细菌的捕食以减少细菌数量^[4]。

3.2 化学产泥率控制措施

建立“前馈+反馈”药剂投加模式,通过进水磷负荷确定加药量设定值。根据出水磷酸盐的浓度动态调整加药量,实现对除磷药剂精确投加,实现按需加药,减少化学污泥产率。

3.3 污泥调理剂产泥率控制措施

(1)调理剂优选。污水处理厂用于污泥调理的铁盐和石灰的耗量非常大,可选择高效絮凝剂,确定最佳投加量。

(2)污泥破壁回用。通过化学法、生物法、物理法或联合法对剩余污泥进行破壁,释放出胞内物质,并

回流至缺氧单元,为反硝化过程提供碳源,实现剩余污泥资源化利用,减少出厂污泥量^[5]。

4 结论与建议

4.1 结论

针对近年来国内部分污水处理厂出现的产泥量高于行业平均值的现象,以杭州某水务集团下设三座污水处理厂为例,对污水厂污泥产量进行分析,得出以下结论:

(1)对无机污泥、生物污泥、化学污泥和调理剂污泥的四大组成部分进行分项计算,结果表明无机污泥和化学污泥产率较高,生化污泥产率仍处于合理范围。

(2)污泥产量偏高的影响因素由进水水质、污水厂工艺、污水厂运营、水质排放标准等多方面引起。

(3)通过运行参数优化、解耦联剂添加、微生物捕食、除磷药剂精确投加、调理剂优选、污泥破壁回用等污泥减量措施可减少污泥产量。

4.2 建议

为实现污水处理厂污泥处理节能减排、减污增效目标,建议进一步完善污水收集系统,减少无机污泥;同时,针对污水处理厂产泥量不断增加的趋势,优化泥线设计方法,调整工艺参数,确保满足后续生产需求。

参考文献:

- [1] 王磊.我国重点流域城市污水处理厂污泥产率调研[J].中国给水排水,2018,34(14).
- [2] LUO J,ZHU Y,ZHANG Q,et al.Promotion of short-chain fatty acids production and fermented sludge properties via persulfate treatments with different activators:Performance and mechanisms[J]. Bioresource Technology,2020,295:122278.D0I:10.1016/ibiortech.2019.122278.
- [3] 朱宝霞,李久义,栾兆坤.城市污水混凝强化一级处理的机理探讨[J].给水排水,2001,27(7):5.
- [4] 姚春晖.污水处理厂节能降耗技术分析[J].资源节约与环保,2020(4):1.
- [5] 陈兴,赵可,王存富.城镇污水处理厂剩余污泥原位减量技术的研究进展[J].资源节约与环保,2019(2):2.