

污泥深度脱水 + 带式干化组合工艺探讨

魏忠庆^{1,2}

(1. 同济大学 污染控制与资源化研究国家重点实验室, 上海 200092; 2. 福州城建设计研究院有限公司, 福建 福州 350001)

摘要: 目前污泥干化工艺一般是直接将80%含水率的污泥干化到10%~30%,存在蒸发水量大、运行能耗高、工艺流程复杂和运行维护成本高等问题,制约着污泥干化工艺的应用。研究表明,采用污泥深度脱水+带式干化组合工艺可大大节省能耗,同时具有运行成本低、工艺流程简单、工程投资省和可资源化利用等优点,对污泥干化工艺推广应用具有重要意义。

关键词: 污泥; 深度脱水; 干化; 能耗

中图分类号: X703 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2017)04-0011-03

Discussion on Combined Process of Sludge Deep Dewatering and Belt Drying

WEI Zhong-qing^{1,2}

(1. State Key Laboratory of Pollution Control and Resource Reuse, Tongji University, Shanghai 200092, China; 2. Fuzhou City Construction Design and Research Institute Co. Ltd., Fuzhou 350001, China)

Abstract: The water content of sludge can be reduced from 80% to 10%~30% directly by sludge drying process. However, the application of sludge drying process was restricted usually by the problems such as large evaporation rate, high energy consumption, complicated process and high cost of operation and maintenance. Instead, the combined process of sludge deep dewatering and belt drying can reduce energy consumption greatly. Meanwhile, it has many advantages of low operation cost, simple process, low engineering investment and resource utilization. These characteristics of sludge drying process are of great significance to its application.

Key words: sludge; deep dewatering; drying; energy consumption

污泥干化工艺利用热能去除污泥中的水分,将污泥的含水率降至10%~30%,能有效去除细菌和病原体,大幅减少污泥的体积和质量,实现了污泥无害化和减量化。但目前污泥干化工艺一般是对含水率为80%的污泥直接进行干化,存在蒸发水量大、运行能耗高、工艺流程复杂和运行维护成本高等问题,制约着污泥干化工艺的应用。污泥深度脱水+带式干化组合工艺能充分发挥脱水与干化各自工艺优势,不仅能耗低且流程简单、投资省。为此结合污泥深度脱水和带式干化工艺的实际应用工况,分析了组合工艺系统的能耗和工艺优势。研究表明,该组合工艺对污泥干化工艺推广具有重要意义。

1 工艺主要组成

污泥深度脱水+带式干化组合工艺由污泥深度脱水系统和带式干化系统组成。

污泥深度脱水系统由污泥调质和污泥压滤脱水组成,其中污泥调质采用高分子有机物为主的污泥脱稳剂,投加量为绝干污泥的3%~8%。该污泥脱稳剂具有投加量小、无腐蚀性等特点,并可连续投加调质。污泥压滤脱水采用全自动厢式隔膜压滤机,调理后的污泥通过进泥泵输送至压滤机过滤,每批次经过2~3h的压榨脱水,将污泥的含水率由97%左右脱水至60%左右。脱水后的污泥输送至污泥料仓进行存储调节,再均匀地输送至干化系统。

带式干化系统由带式干化机和热源系统组成。带式干化机包括一个或几个缓慢移动的带孔钢板传输带,传输带安装在一个完全隔热的保护罩中,且上下平行放置。经深度脱水的污泥首先进入带式干化机前端的切碎机,将污泥制成直径为6~10 mm的面条状长条,然后均匀分布在传输带上。鼓风装置对干化机进行抽吸,使烘干气体穿流传输带对污泥进行干化处理。烘干气体热源系统可采用锅炉或工业余热加热水产生蒸汽,通过蒸汽加热空气,使进入干化机的烘干气体温度达到100℃;同时烘干气体为循环封闭回路,回收热源降低能耗。

污泥深度脱水+带式干化组合工艺流程如图1所示。

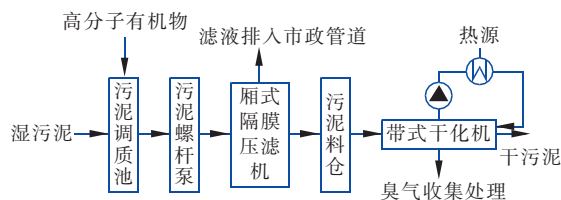


图1 工艺流程

Fig.1 Flow chart of sludge treatment process

2 工艺能耗分析

① 脱水系统能耗分析

污泥深度脱水系统能耗主要是污泥调质搅拌机、污泥压滤过程进泥泵、压滤机、压榨泵和系统辅助设备运行产生的电耗。以实际深度脱水工程为例,400 m²厢式隔膜压滤机可每批次压榨绝干泥1.6 t(相当于80%含水率污泥8 t),处理系统主要设备及运行电耗见表1(用电负荷以85%计)。

表1 污泥深度脱水系统设备及每批次运行电耗

Tab.1 Main equipments and power consumption of each batch for sludge deep dewatering system

项 目	设备功率/kW	工作时间/min	电耗/(kW·h)
搅拌机	4	30	1.7
污泥螺杆大泵	37	60	31.45
污泥螺杆小泵	22	60	18.7
厢式隔膜压滤机	18.5	150	30.3
压榨泵	11	30	4.68
辅助系统			10
合计			96.83

则污泥脱水至60%电耗为 $96.83/8=12.1$ kW·h/t,每吨80%含水率污泥压滤脱水水量为0.5 t,脱水率为62.5%。

② 带式干化系统能耗

带式干化系统主要电耗为烘干所用鼓风机,日处理量为50 t的60%含水率污泥带式干化机配备鼓风机功率为110 kW,则鼓风机电耗为 $110 \times 0.85 \times 24/100=22.4$ kW·h/t(50 t的60%含水率污泥相当于100 t的80%含水率污泥)。

每吨80%含水率污泥脱水至60%含水率,污泥中剩余含水量0.3 t,经带式干化后含水率降至10%时,蒸发水量为0.278 t,为每吨80%含水率污泥中水分的35%,则干化热能耗为 $0.278 \times 1\,000=278$ kW·h/t(理论蒸发每吨水所耗热量最少为 $900 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{tH}_2\text{O}$ ^[1],计算以 $1\,000 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{tH}_2\text{O}$ 计算)。

因此,污泥深度脱水+带式干化组合工艺系统总能耗为312.5 kW·h/t。

3 工艺优势分析

① 节能明显

根据《城镇污水处理厂污泥处理处置技术指南(试行)》,目前桨叶式干化、流化床干化、转鼓式干化和转盘式干化等工艺仅热能耗都在688 kcal/kg(相当于800 kW·h/t)以上,具有热能回收的两段式组合干化工艺热能耗也在700 kW·h/t左右。而污泥深度脱水+带式干化组合工艺将污泥中62.5%左右的水量通过高效深度脱水工艺去除,仅剩35%左右的水通过干化工艺蒸发去除。因此工艺系统节能明显,计算总能耗仅为目前干化工艺热能耗的40%~45%,大大降低了运行成本。

② 工艺流程简单

污泥深度脱水系统目前应用较广泛和成熟,但常用的三氯化铁+生石灰调质工艺为序批式,运行复杂。组合工艺在污泥调质方面进行了改进,采用高分子有机物可连续投加调质,运行便捷。一般干化工艺产生大量的废水,其可生化性差、氨氮含量高,存在处理难度大、处理成本高等问题。污泥深度脱水+带式干化组合工艺中压滤产生的清液可直接排放或排入市政管道,污泥干化过程中产生的废水量减少了62.5%左右。同时,污泥深度脱水+带式干化组合工艺在干化方面无摩擦运行,不易产生粉尘,无需除尘设施。因此,污泥深度脱水+带式干化组合工艺流程简单,配套设施少,运行维护方便。

③ 工程投资省

深度脱水系统单位投资约10万元/t(污泥含水率为80%),带式干化系统单位投资约15~20万

元/t(污泥含水率为80%),系统总投资约25~35万元/t(污泥含水率为80%)。相对于目前其他干化工艺单位投资约30~40万元/t(污泥含水率为80%),污泥深度脱水+带式干化组合工艺单位投资可省5万元/t左右。

④ 可资源化利用

目前污泥深度脱水普遍采用三氯化铁和生石灰进行污泥调理,造成污泥无机物增量30%~50%,热值下降,腐蚀性加大,影响了干化后污泥出路和资源化利用的可能性。污泥深度脱水+带式干化组合工艺采用高分子有机物为主的污泥脱稳剂,不影响污泥性状,干化后污泥可充分资源化利用。

4 结论

① 污泥深度脱水+带式干化组合工艺将污泥中62.5%左右的水量通过高效深度脱水工艺去除,仅剩35%左右的水通过干化工艺蒸发去除,系统计算总能耗仅为312.5 kW·h/t,只有目前干化工艺热能耗的40%~45%,大大降低了系统能耗和运行成本。

② 污泥深度脱水+带式干化组合工艺还具有

(上接第10页)

边低于21.15 m的建设用地面积有3.5 km²,低于20.65 m的建设用地是今年内涝的重灾区,面积有1.14 km²。由于这些高程较低的地区与减少的水域范围重合度较高,让社会将该区域的内涝原因主要归结为填湖问题,但实质是在城市建设过程中过于依赖排水管网而忽视竖向调控的结果。

8 结语

① 出现超预期的严重内涝都是多种不利因素综合叠加的结果。水面率大小不是决定内涝与否的主要因素,与之相适应的外排能力、城市竖向和调蓄水位的联合达标更为关键。

② 对蓄排结合的排水防涝系统,在传统的应对短历时和较长历时降雨基础上,必须增加应对超长历时降雨的设计和校核。

③ 对复合功能的调蓄设施,必须解决好功能与权属的关系,调蓄调度方案应取得利益相关方的共识,以保证调蓄功能得到有效发挥。

流程简单、配套设施少、运行维护方便、工程投资省,以及干化后污泥可资源化利用等优点。

参考文献:

- [1] 马楠. 某城市污水处理厂污泥热干化工程工艺设计及运行[J]. 中国给水排水,2015,31(22):45-46.



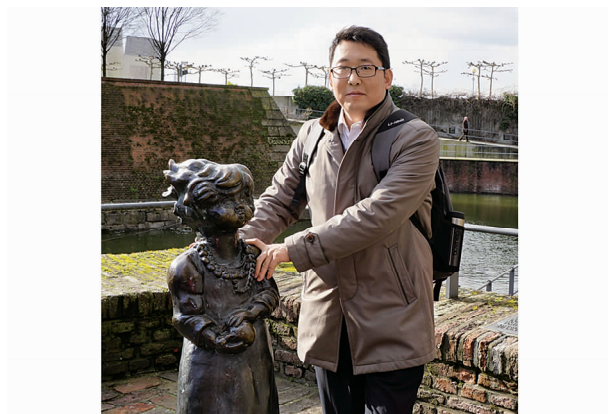
作者简介:魏忠庆(1980-),男,福建福清人,博士研究生,高级工程师,注册公用设备工程师和注册咨询工程师,主要从事给排水及环境工程设计和科研工作。

E-mail:654606536@qq.com

收稿日期:2016-09-12

参考文献:

- [1] 武汉市水务局. 武汉市湖泊志[M]. 武汉:湖北美术出版社,2014.



作者简介:陈雄志(1972-),男,湖北利川人,正高职高级工程师,主要从事城市水及相关基础设施的研究和规划工作。

E-mail:cxz72411@126.com

收稿日期:2016-11-28