

Research on Process Parameters of Centrifugal Dewatering System for New Construction Sludge

Zhiwei Chen

Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai, 200082, China

Abstract

In wastewater treatment processes, sludge as a by-product not only contains substantial amounts of heavy metals, pathogenic microorganisms, and other hazardous substances but also exhibits poor stability, prone to spoilage, fermentation, and foul odors, posing significant environmental risks. Therefore, it is imperative to dispose of these sludges promptly, effectively, and properly to prevent environmental contamination. Sludge dewatering and drying constitute a critical phase in the entire sludge carbonization treatment process, where the quality of dewatering directly impacts the energy consumption and efficiency of the carbonization process. This project employs centrifugal dewatering machines as the primary stage for sludge dewatering. The resulting sludge serves as the material foundation for subsequent drying and carbonization processes, playing a pivotal role. Consequently, this paper investigates the process parameters for the centrifugal dewatering section of the sludge dewatering and drying system in the wastewater treatment plant.

Keywords

Sewage treatment; Sludge centrifugal dewatering system; Process parameters; Commissioning

新建工程污泥离心脱水系统工艺参数调试研究

陈智威

上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司，中国·上海 200082

摘要

在污水处理过程中，污泥作为其伴生物，不仅含有大量重金属、病菌微生物等有害物质，而且稳定性比较差，容易腐败发酵、恶臭难闻，危害环境安全，所以必须及时、有效、妥善地处置这些污泥，避免污染环境。污泥脱水干化是整个污泥炭化处理工艺中的一个重要环节，污泥脱水情况的好坏将直接影响炭化工艺的能耗与效果。本项目采用离心式脱水机作为污泥的第一级脱水，其产出污泥将作为后续干化、炭化工艺的物料基础，作用举足轻重，因此本文就此污水处理厂污泥脱水干化系统的离心式脱水部分的工艺调试参数进行一个研究探讨。

关键词

污水处理；污泥离心脱水系统；工艺参数；调试

1 引言

在上海“十四五”规划中，奉贤新城作为2035城市总体规划中重点推进的五大新城之一，将被发展成为上海南部滨江沿海具有鲜明产业特色和独特生态禀赋的节点城市，随着新城建设不断完善，人口随之增长，公共服务设施的规模配置也迎来了进一步的扩大。城市污水处理厂作为削减水污染物的重要设施，奉贤某污水处理厂扩建了新一期工程，该新建工程采用多段AAO污水处理工艺。在本期新建工程中，污泥处理采用了当前备受关注的污泥炭化技术，该技术是利用污泥中有机物的热不稳定性，在无氧或缺氧条件下进行热解处理，使有机物在一定温度条件下发生热裂解，产物包括

由低分子有机物和水蒸气等组成的热解气、焦油以及由固定碳和无机物为主组成的碳化物；相比传统焚烧工艺，污泥炭化的减量化更好，病原菌和重金属去除更彻底，炭化产物可做资源化处置，在能源利用效率、资源回收、污染物控制、碳减排等方面具有一定优势。

2 污泥离心脱水系统简介：

本项目污泥离心脱水系统主要由污泥进泥装置、絮凝剂（PAM）加药装置、离心脱水装置以及污泥出泥装置等组成。

污泥离心脱水系统设备清单见表1。

3 本项目离心脱水系统进口污泥浓度测定：

自进泥管取样口处取样，多次测量得该处污泥平均浓度为 $1.56E+04$ （mg/L），换算可知含水率为98.44%。

【作者简介】陈智威（1998-），男，中国上海人，本科，工程师，从事污水污泥处理设备研究。

表 1 污泥浓缩脱水系统设备清单

设备名称	规格	功率 (Kw)	数量 (台)	备注
增压水泵	Q=12m³/h,H=52m	3	3	二用一备, 冲洗浓缩脱水机
污泥切割机	Q=0-75m³/h	3	3	二用一备
污泥进泥泵	Q=15-75m³/h, H=3bar	18.5	3	二用一备, 变频控制
污泥浓缩脱水机	Q=63m³/h、500kgDS/h, 出泥含水率小于等于 80%	75	3	二用一备, 含固液分离阀门, Y 型分料阀
絮凝剂制备装置	Q=11kg/h	8.5	1	用于浓缩脱水机, 包括稀释装置, 给水增压
絮凝剂添加泵	Q=1-2m³/h, H=0.2MPa	1.5	3	二用一备, 变频控制
絮凝剂制备装置配套增压泵	Q=11m³/h,H=50m		2	一用一备
脱水机排泥泵	Q=6.75m³/h, H=0.2MPa	15	3	二用一备, 进口配备缓斗及液位计, 出口管道配电动阀门 4 套

4 絮凝剂 (PAM) 制备装置简介:

该制备装置主要由真空吸料机(吸取 PAM 粉剂)、溶解槽、熟化槽、储存槽和搅拌器等组成, 由 PLC 自动控制, 在触摸屏上输入所需配置的 PAM 药液浓度, 系统即可自动配置该浓度药液, 屏幕上实时显示有自来水的进水压力与流量; 此系统设定的制备启动液位为 0.65m, 当液位达到 0.95m 时停止制备, 超低液位设为 0.25m, 低于此液位时搅拌器停止工作。药液制备完成后将由 PAM 投加泵投加至离心式脱水机。

5 离心脱水系统调试:

5.1 单台离心机进泥流量预设

进泥根据本厂区污泥处理量的要求, 单条污泥炭化生产线(共两条)每日 24h 最大污泥处理量为 80% 含水率的污泥 60T, 即 2.5T/h, 换算可知形成含水率为 80% 的污泥需要含水率为 98.44% 的污泥约为:

$$2.5T \times (1-80\%) \div (1-98.44\%) \approx 32T$$

由于 98.44% 含水率的污泥密度与水接近, 故我们把将进泥螺杆泵的初始频率设定为 20Hz, 此时进泥流量为 32.60m³/h。(见图 1 左上角, 实际投产时单台离心机每小时的污泥处理能力不应小于此数值)

5.2 PAM 药液初始投加量设定

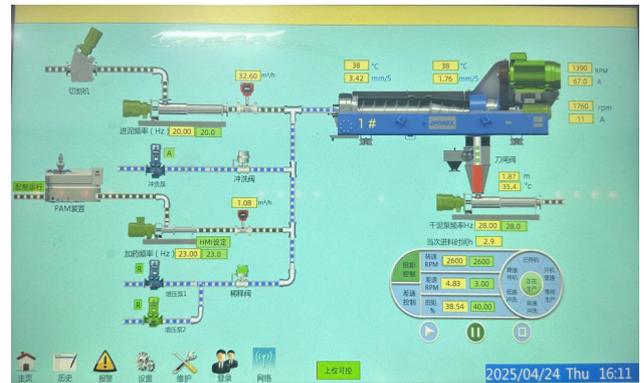
根据厂家运行经验并结合现场污泥泥性, 预设每吨绝干污泥加药 5KG~6 KG (PAM 粉剂), 因此我们调节加药流量为 1.08m³/h (对应加药泵频率为 23Hz, 见图 4); 由于 PAM 配置浓度为 2.5‰, 密度与水接近, 所以此时每吨绝干污泥对应的 PAM 粉剂加药量可推算为:

$$1080KG \times 2.5\% \div [2.5T \times (1-80\%)] = 5.4KG/T \text{ (符合预设)}$$

5.3 离心机运行参数预设

根据污泥浓度、流量、泥性, 结合厂家调试经验, 本项目离心机调试采用扭矩控制(此模式下将根据给定扭矩自动匹配转速差), 预设扭矩为 40%、转速为 2600 rpm (额定转速为 2800rpm); 在确认离心机设备状态正常并且各点

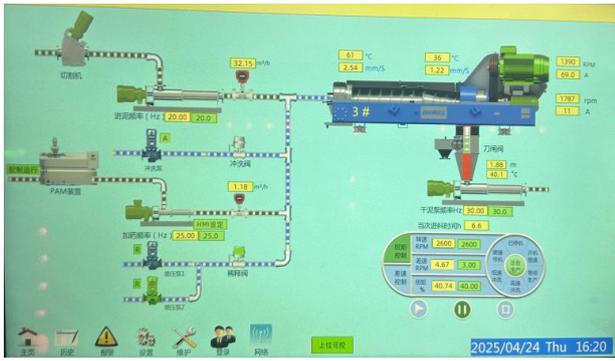
位润滑油已加注的情况下点击启动按钮开启设备, 离心机的转速从启动到达标需要一个预热过程, 期间密切关注离心机的运转状态, 查看机体的偏移量(详见图 1 右上角, 离心机两端各有一个偏移量显示框, 小于 5mm/s 为正常)等; 待转速攀升至 2600rpm 后, 再次点击启动按钮开始进泥, 系统将自动同步加药。



(图 1)

5.4 污泥离心脱水系统性能达标试验以及参数调节

在系统开始运行后, 我们先观察排水管处泥水浑浊度, 发现情况不是很理想, 存在轻微跑泥现象(污泥回收率不佳); 针对这一状况我们一般有三个参数可以调节, 分别为: 离心机转速、离心机转鼓堰板高度和 PAM 药液投加量。但由于离心机存在额定转速, 拥有最佳转速区间, 盲目增加转速可能会导致其振动、磨损加剧; 调节转鼓堰板又需要拆装离心机外壳, 且堰板高度通常是由厂家根据进口污泥泥性确定, 在污泥泥性不变的情况下不轻易调节堰板高度(对于调试来说通常作为最终手段使用), 故我们首先采用调节 PAM 加药量的方式来控制跑泥现象。根据跑泥的严重程度, 我们将 PAM 药液浓度增至 3‰, 同时提高加药泵的频率至 30Hz (此时流量为 1.43m³/h), 这时候每吨绝干污泥对应的 PAM 粉剂投加量来到了 8.58KG/T; 待工况稳定后再观察离心机排水管处泥水性状, 水质十分透明、澄清, 已无跑泥现象。



(图2)

但是在上述工况下可能存在一个新的问题,那就是加药过量,提高PAM药剂的单位投加量虽然有效地解决了跑泥的问题,但也可能造成药液浪费,影响项目的经济效益,所以我们可以适当降低PAM药液的投加流量:逐步降低PAM药液投加泵的频率,并持续观察离心机排水管处泥水的浑浊度,发现当加药泵频率降至25Hz(如图2所示)时离心机排水口出水澄清、微黄,效果较佳,此时加药流量为 $1.18\text{m}^3/\text{h}$ (折合PAM粉剂 $3.54\text{KG}/\text{h}$),绝干污泥对应的加药量为 $7.08\text{KG}/\text{T}$ 。

接着我们开始观察离心机的出泥情况,发现其转鼓出泥较慢,故降低转速差为 2.5rpm ,使转鼓出口更容易形成泥封,从而加快转鼓的排泥速率。

于离心机排泥泵取样口处取泥样,经检测含水率为 79.39% (见图3),满足本项目污泥离心脱水系统产物含水率 $\leq 80\%$ 的要求(产出污泥经多次取样、多处检测均符合此要求),因此无需再提高离心机转速,以便使其拥有较少的能耗与较长的使用寿命。



(图3)

6 满载试验

在上述调试试验的基础上,增大PAM投加泵频率至

50Hz ,此时PAM加药流量来到了 $2.24\text{m}^3/\text{h}$ (即PAM粉剂投加量为 $6.72\text{kg}/\text{h}$),在该工况下,与之匹配的可使离心机出泥含固率达标的最大进泥流量为 $47.37\text{m}^3/\text{h}$ (此时进泥螺杆泵的频率为 29Hz),大于 $32\text{m}^3/\text{h}$ 且存在富余,可满足此厂区生产要求。

7 各调试参数对污泥含水率影响整合

对于污泥离心脱水系统来说,PAM加药量的调节是一个较为核心的参数,既影响污泥回收率(跑泥现象)又影响出泥含固率。

在污泥回收率方面,如发现跑泥现象,当离心机转鼓转速处于较佳能耗区间或者运行在额定转速时,优先调节PAM加药量,当PAM加药量已经无法增大时再考虑调节堰板(堰板调至高液位:提高离心液的澄清度并有利于排出物料,但是固体物料的干度会下降;堰板调至低液位:有利于提高固体物料的干度但是螺旋输送的力矩会变高,离心液的澄清度会下降)。

在出泥含固率方面,当离心机转鼓转速处于较佳能耗区间或者运行在额定转速时,亦会优先考虑调节PAM加药量,提高PAM加药量,离心机的出泥含固率增加,但应注意不可过度增加PAM的投加量,避免造成药剂的浪费。

8 总结

污泥处理作为污水处理中的一环,其产量在逐年增加,随着2020年7月国家发改委和住建部联合印发《城镇生活污水处理设施补短板强弱项实施方案》,方案提出加快推进污泥无害化处置和资源化利用,污泥的炭化处理工艺被频繁提及,具有过程节能减排(相对于污泥焚烧而言)、产物资源循环利用的特点,与当前的环境技术发展要求较为契合;由于该技术中通常采用天然气加热、炭化污泥,因此从能耗角度考虑,一个性能良好的污泥脱水系统对于污泥炭化工艺来说是非常重要的(污泥含水率的高低将直接影响天然气的消耗量),而离心脱水系统作为目前较为稳定的污泥脱水装置,被选做本期新建污泥处理项目的一级脱水系统,所以此次对于配合污泥干化炭化工艺的离心脱水系统的工艺参数调试是较为有意义的,将有望对后续污泥炭化项目的脱水工艺部分起到一定程度的提示与指导作用。

参考文献

- [1] 余杰,田宁宁,王凯军.我国污泥处理、处置技术政策探讨[J].中国给水排水.2005,(8)
- [2] 刘亭亭,刘宝成,田春雨.城镇污水处理厂精确曝气与碳源精准投加系统的应用[J].节能与环保.2022,(12)
- [3] 汪毅恒,范艳辉,柳海波.阳离子聚丙烯酰胺(PAM)改善污泥脱水性能的研究[J].北方环境.2012,(2)