

多级固液分离在城市粪便处理的应用分析

林培桐

(广州市城建规划设计院有限公司, 广东 广州 510000)

摘要: 为了确保城市粪便处理外排尾水的主要指标 COD、BOD、SS 均达到《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T 31962-2015) B 级标准, 则需要大幅度削减原粪污中的污染物。本文结合文献研究法、案例分析法等, 分析了通过多级固液分离工艺对城市粪便进行处理的流程, 得出了粪污经多级固液分离的处理后, 最终的外排尾水能够达到预期目标的结论。经过多级固液分离工艺处理后的城市粪便外排尾水中的污泥脱水后含水量 $\leq 70\%$, 栅渣含水量 $\leq 65\%$, 能够为尾水、栅渣及污泥后续处理提供有利条件。

关键词: 固液分离; 预处理; 絮凝脱水; 城市粪便处理

中图分类号: X713

文献标识码: A

DOI: 10.12230/j.issn.2095-6657.2022.35.008

现有城市粪便(公厕、小区化粪池清掏的砖块、污泥、砂石等)具有杂质多、含固量大的特点, 现有工艺只对较大的杂质进行截留去除, 而粪便中细小的悬浮颗粒物并未得到有效去除。污水中 COD、BOD、氨氮、总氮等均未达到纳管标准, 因此造成处理厂选择困难。将多级固液分离技术应用于城市粪便处理体系中, 可以一定程度上解决上述问题。

1 粪污处理技术要求及工艺说明

1.1 粪污处理技术要求

目前城市粪便处理厂工艺设计均依据《粪便处理厂设计规范》(CJJ64-2009), 其中规范中仅明确污泥经过絮凝脱水后含水率 $\leq 80\%$, 但对粪泥有效分离率及栅渣含水量未作具体要求, 造成现有设备处理效率低下, 约束处理厂的选择范围, 因此本

设计采用多级固液分离工艺^[1]。

1.2 多级固液分离工艺

盐城市某有机废弃物处理厂采用多级固液分离工艺, 其工艺说明如下: 各化粪池和公厕内的粪便经粪便车集中后通过卸粪车运到粪便预处理厂, 粪污首先通过均质装置进行均质、均量; 然后进入一级固液分离装置, 固体颗粒被栅网拦截, 经输送螺旋压榨排出; 粪泥混合液进入二级固液分离机, 二级固液分离机过滤孔径为 5mm, 对大于 5mm 以上的固体微粒进行清除。

通过一级、二级固液分离后, 粪泥中渣料被有效分离, 然后进入絮凝脱水设备, 经脱水后污泥含水率小于 70%。

粪泥经絮凝脱水设备脱水后, 滤液排入外界污水处理厂。多级固液分离工艺流程(如图 1 所示)^[2]。

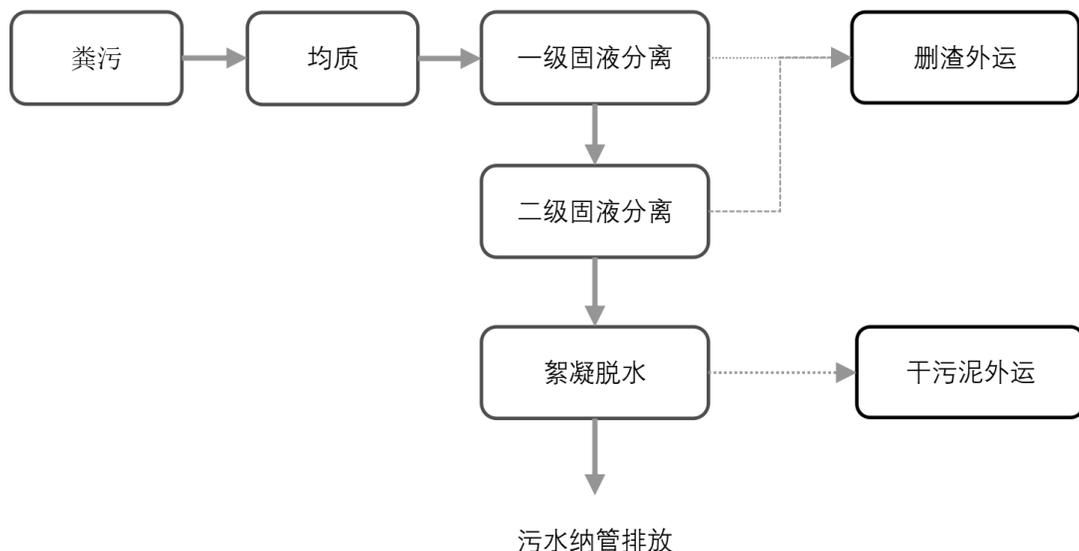


图1 多级固液分离工艺流程

2 主要构筑物及性能指标

2.1 主要构筑物性能描述

(1) 一体化固液分离系统

一级固液分离机是一个完整的粪便处理系统，它最突出的特点是能有效地对粪车运送来的粪便污水进行粉碎、两次清洗、分离和压榨脱水等。粪便车通过法兰与进口接管进行连接后，粪便由粪车进入系统，经过均质机均质成 8-12mm 的小颗粒后进入带有输送螺旋的存储槽，固体颗粒随污水流至螺旋输送机，经栅网拦截；同时设备内腔配置的两套喷淋水系统对其进行高压冲洗，渣料经清洗后最终通过压榨机脱水后排出。而粪泥和冲洗水从存储槽排出，最终完成固液分离的过程。粪便固液分离设备的处理能力为 1.2m³/min，抗冲击能力为 2.5m³/min。



图 2 一体化固液分离系统现场图

(2) 二级固液分离系统

二级固液分离机采用独特的设计结构，主要由传动装置、溢流堰布水器、冲洗水装置等部件组成，具有废水微小悬浮物去除率大于 80%、全自动工作、无需专人看管等优点。二级固液分离机为一级固液分离机的有效补充，能够强化系统中固液分离能力。二级固液分离系统现场图（如图 3 所示）^[3]。



图 3 二级固液分离系统现场图

(3) 絮凝脱水系统

絮凝脱水是粪便处理中的重要工艺之一，其目的是将前

期经过固液分离的粪水进行加药絮凝沉淀，降低粪水中 BOD、COD、SS 的排放浓度。污泥脱水是现代污水处理的重要工序，其目的是将前期经过固液分离的粪水进行有效浓缩，并通过设备进行挤压，进而对粪泥进行脱水，实现污染物减量化的目的，干污泥通过外运进行后续处理和处置^[4]。

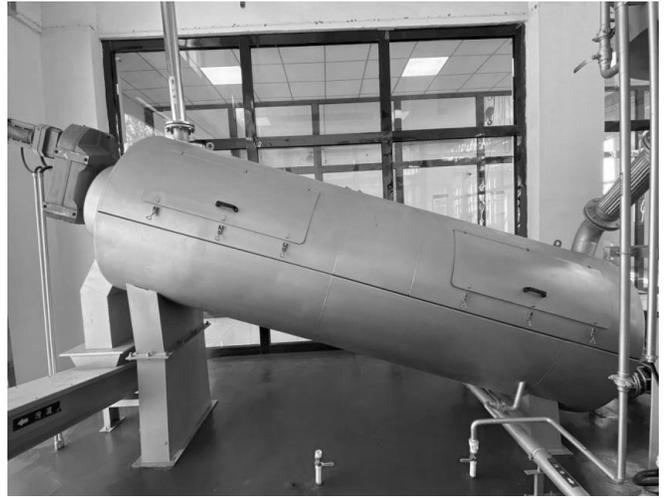


图 4 絮凝脱水系统现场图

(4) 主体设备清单

多级固液分离在城市粪便处理中的应用，涉及众多设备，不同设备发挥着不同作用，设备之间形成协调效应，才能达到预期的目标。

表 1 主体设备清单（附清单）

序号	货物名称	型号及规格	单位	数量	备注
1	一体化固液分离系统				
1.1	均质机	最大处理能力15t/h, N=4kW	台	1	
1.2	一级固液分离机	处理能力100m ³ /t, 出渣量3m ³ /h, 含水率≤75%, 电机功率3kW。	台	1	
2	二级固液分离系统				
2.1	二级固液分离机	处理量50m ³ /h, N=2.2kW	套	1	
2.2	压榨装置	处理量2m ³ /h, N=3kW	台	1	
3	絮凝脱水系统				
3.1	污泥锤螺脱水机主机	Q=15m ³ /h, N=4kW, 带变频, 处理后污泥含水率在70%以下	套	1	
3.2	絮凝液制备装置	制备容量: 2500L, N=2.5kW 全自动, 箱体304不锈钢材质	套	1	
3.3	管式絮凝液反应罐	N=2.2kW, 容积1000L, 含预浓缩装置、搅拌机、变频, d=3mm	台	1	
3.4	调蓄罐	V=5m ³	台	1	

表2 各级固液分离后的尾水排放指标

检测项目	单位	检测电位及检测结果				检出限/最低检出浓度	检测仪器
		原粪水	二级固液分离机处理后污水	絮凝脱水机处理后污水	二级脱水机处理后污水		
感官描述		深黑色强嗅物体	深黑色强嗅物体	微黄弱嗅物体	微黄弱嗅物体	/	/
pH	无量纲	8.36	8.12	7.83	7.06	/	pH计: YQ-006-14
悬浮物	mg/L	6.92×10^5	1.23×10^5	130	22	4	AUY220 电子天平 YQ-001-2
COD _{Cr}	mg/L	2.48×10^4	1.80×10^5	198	128	4	50ml聚四氟乙烯滴管: YQ-045-2
BOD ₅	mg/L	1.27×10^3	545	60.6	39	0.5	YSL-58 溶氧仪: YQ-008-1

3 工程运行分析

3.1 运行效果

多级固液分离在城市粪便处理的应用中取得了一定的成效,为城市粪便处理的革新提供了必要的条件,在维护城市生态环境以及为居民提供良好卫生服务方面发挥着重要的作用。结合《城市污水处理厂污泥检验方法》(CJ/T221-2005)的相关规定与标准,通过相关仪器对各级固液分离后的尾水排放进行检验,其排放指标见表2。同时,对粪泥含水率进行检测,其检测结果见表3。

表3 固废检测结果(粪泥含水率)

来样编号	检测因子	检测结果(%)
压螺絮凝脱水设备脱水污泥	含水率	62.1

3.2 环境效益分析

盐城市某有机废弃物处理厂粪污日处理量为:100t/d。原粪水中悬浮物含量为 6.92×10^5 mg/L,分别经二级固液分离、絮凝脱水机和二级脱水机处理后,悬浮物含量分别削减为 1.23×10^5 mg/L、130mg/L、22mg/L,削减量分别为 5.69×10^5 mg/L、691870mg/L、691978mg/L;处理前COD_{Cr}含量为 2.48×10^4 mg/L,经三种处理方式后分别削减为 1.80×10^3 mg/L、198mg/L、128mg/L,削减量分别为 2.30×10^4 mg/L、24602mg/L、24672mg/L;处理前BOD₅含量为 1.27×10^3 mg/L,经三种处理方式后分别削减为545mg/L、60.6mg/L、39mg/L,削减量分别为725mg/L、1209.4mg/L、1231mg/L。

由此粪污经过多级固液分离后,污染物排放量大幅削减,具有显著的环境效益。

4 结语

综上所述,对于传统的城市粪便处理方式而言,难以满足

粪便处理的需求,自动化水平比较低,部分运行还需要人工进行操作,不仅会影响到城市粪便处理的效率,而且还会影响到粪便处理的质量。同时,传统的城市粪便处理方式精准性比较低,会造成一定的资源浪费。为此,通过运用多级固液分离的城市粪便处理方式,能够较好地处理城市粪便,可以降低城市粪便处理过程中的人力、物力以及财力投入,对于生态环境保护以及提升公共服务质量而言均有着巨大的意义。此外,多级固液分离在城市粪便处理中的应用还处于探索阶段,这就需要结合实际情况,对技术、工艺、团队等各方面加强研究、优化以及突破,这样才能发挥多级固液分离技术在城市粪便处理中的价值。

参考文献:

- [1] 朱振兴. 废水固液分离系统的设计与应用[J]. 化工管理, 2021, (12): 130-131.
- [2] 康清华, 张中锋. 畜禽粪便固液分离机作业质量标准 and 检测方法探讨[J]. 农机质量与监督, 2021, (01): 12, 8.
- [3] 林增炜, 张彦敏, 朱佳, 等. 城市粪渣无害化处理工艺探究[J]. 环境保护与循环经济, 2020, 40(11): 18-22.
- [4] 杜丽娟. 浅议城市粪便无害化处理工艺[J]. 绿色环保建材, 2019, (08): 46.
- [5] 王霞. 探讨城市粪便无害化过程的环境影响分析及环保对策[J]. 环境与发展, 2018, 30(09): 13-15.
- [6] 吕璇. 浅议城市粪便无害化处理工艺[J]. 化工管理, 2017, (20): 53.

作者简介: 林培桐(1987-), 男, 广东佛山人, 大学本科, 中级环境工程师, 主要从事生活垃圾异味控制技术的研究。