

印染污泥机械压滤深度脱水影响因素与优化研究

黄召亮 鄢志勇 于宁瑞

(1 东方电气集团东方电机有限公司 四川 德阳 618000; 2 上海国惠环境科技股份有限公司 上海 201700)

摘要: 本文针对印染污泥黏度大、机械脱水较为困难的特点,以安庆市某污水处理厂的印染污泥(含水率为97%)为研究对象,采用絮凝剂对印染污泥进行改性处理,过滤介质选择丙纶滤布,针对污泥表面压力、压滤时间、污泥处理量等方面对印染污泥机械压滤深度脱水进行优化研究,结果表明,污泥表面压力为4MPa,压滤时间为15min,印染污泥机械压滤脱水后泥饼含水率可降至50%以下。在处理效率(折合含水率为80%污泥)20g/min条件下,满足最小压滤时间15min时,减少污泥处理量可以明显降低污泥含水率。

关键词: 印染污泥; 机械压滤; 深度脱水; 影响因素; 优化

0 引言

2021年城镇污泥无害化处理率为70%左右,处理量在3955万t左右(按含水率80%的湿污泥计算)。原则上,污泥无害化处理量应与处置量相等,但实际城镇污泥的无害化处置率在50%~60%左右,对应的污泥处置量仅为2825万t左右,无害化处置率远低于无害化处理率^[1]。伴随着国家政策的加码、建设规划的实施、环保督察的常态化开展,污泥无害化处理处置率在“十四五”时期均会出现明显的提升。城镇污泥的无害化处理率到2025年将达到80%左右,无害化处置率也将达到70%左右^[1,2]。

印染行业是我国重要的产业,其废水产生量大、有机物浓度高、色度高,常采用物理化学法与生物法相结合的方法处理^[3],产生的污泥主要是化学污泥和生物污泥,印染污泥的有机物含量高、热值相对较高、回收价值较高,但污泥黏度大、脱水难度大,因此,印染污泥的无害化、减量化和资源化处理是迫切需要解决的问题。目前,印染污泥处理技术包括厌氧消化、好氧发酵、机械脱水、热干化等,终端处置方向包括土地利用、填埋、焚烧等^[4],对于新建项目和部分存量项目,填埋的终端处置方式已受到限制^[5]。在双碳战略下,降低碳排放提高碳补偿效率是未来污泥处理处置技术路线的发展趋势。深度脱水焚烧一体化技术将成为污泥处理处置的重

要技术路线^[6]。污泥脱水是污泥处理的关键环节,焚烧是实现污泥无害化、减量化、资源化的有效途径^[7-10]。

本文研究针对印染污泥黏度大、机械脱水较为困难的特点,通过污泥表面压力、压滤时间、污泥处理量等方面对印染污泥机械压滤深度脱水进行优化研究,为指导工业生产操作参数提供理论基础。

1 印染污泥深度脱水的影响因素分析

影响污泥机械压滤脱水效果的因素有很多,主要可分为4大类。

1.1 污泥的性质

污泥的种类不同导致其理化性质和粒径分布不同。污泥中有机质含量影响污泥的脱水效果。有机质含量越多胞外聚合物的含量越多,污泥过滤通道受到阻碍,污泥脱水困难;污泥的粒径大小与分布也影响污泥的脱水效果。颗粒越大,脱水性能越好^[11-13]。

1.2 预处理过程中改性剂的添加

采用改性剂对污泥进行改性,破坏污泥的内部结构,降低亲水性和过滤比阻,改善脱水性能。

1.3 压滤条件

对于污泥机械压滤深度脱水设备来说,污泥表面压力(污泥在机械压滤下受力面的平均压力)、压滤时间、进泥量是污泥脱水效果和处理效率最重要

的影响参数^[14]，经过多次试验后可确定其最优值。

1.4 过滤介质

过滤介质是指污泥机械压滤过程中滤液通过而固相颗粒截留，实现固液分离的多孔材料，通常为滤布。滤布性能指标影响过滤阻力大小、过滤速率快慢、滤液悬浮物浓度、固体回收率和泥饼剥离性能的难易程度等，滤布选择尤为重要，常用滤布为涤纶、棉纶、丙纶和维纶。丙纶滤布耐酸碱性、强度、伸度和耐磨性优良、化学稳定性好、防吸湿能力好、回复性较好，优选应用于印染污泥高压深度脱水设备。

本文研究的污泥种类为印染污泥，采用絮凝剂对印染污泥进行改性处理，过滤介质采用耐酸碱性、强度、伸度和耐磨性优良、化学稳定性好、防吸湿能力好、回复性较好的丙纶滤布，重点研究压滤条件对印染污泥机械压滤深度脱水的影响及优化。

2 印染污泥机械压滤深度脱水优化研究

本研究对象为安庆市某污水处理厂的印染污泥（含水率97%），取样印染污泥的性质见表1。

表1 取样印染污泥的性质

| 参数 | 含水率/% | 高位热值/(cal/g) | 低位热值/(cal/g) | 灰分/% | 挥发分/% | 固定碳/% | 硫/% |
|----|-------|--------------|--------------|------|-------|-------|------|
| 数值 | 97 | 2452 | -386 | 42.4 | 38.7 | 17.39 | 7.06 |

采用絮凝剂对印染污泥进行改性处理，泥水分离明显，分离上清液清澈，絮体完整，成团效果好。分别从污泥表面压力、压滤时间、污泥处理量对印染污泥机械压滤深度脱水进行优化研究。

实验采用自制的超高压机械压滤脱水装置对污泥进行脱水实验。装置如图1所示。

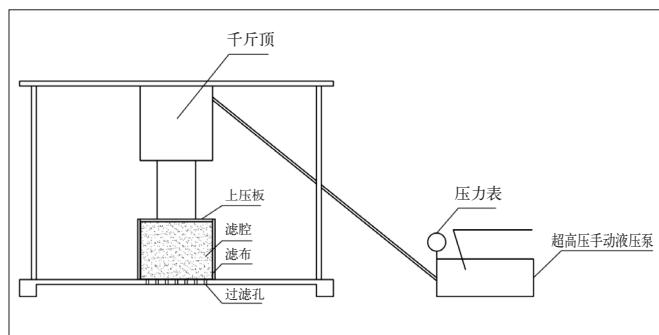


图1 实验系统设备示意图

2.1 污泥表面压力对污泥脱水效果的影响

针对安庆市某污水处理厂的印染污泥（含水率97%），污泥改性后经挤压脱水，进泥量均为2000g，通过不同污泥表面压力1MPa、2MPa、4MPa和8MPa压滤15min，考察不同表面压力对污泥脱水效果的影响。结果如图2所示。

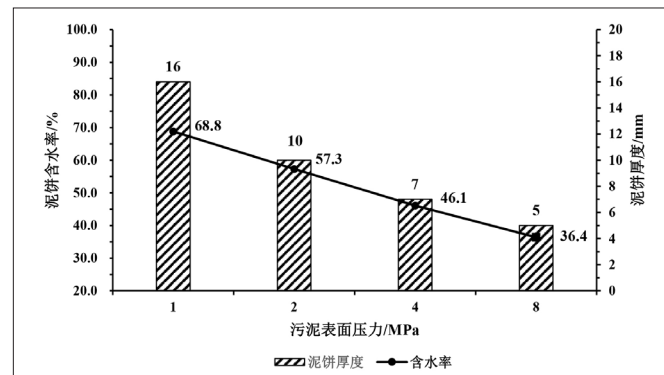


图2 压滤压力对脱水效果的影响

结果表明，不同污泥表面压力1MPa、2MPa、4MPa和8MPa机械压滤下，泥饼含水率不断下降，泥饼厚度不断减小，增加污泥表面压力能有效降低污泥含水率，当污泥表面压力为4MPa时，泥饼含水率降低为50%以下。当污泥含水率为30%~55%时，污泥焚烧处置成本增加幅度很小，所以继续增加污泥表面压力时，为取得更低的含水率而忽略经济性不可取。故污泥表面压力为4MPa时为最佳压滤压力。

2.2 压滤时间对污泥的脱水效果的影响

采用污泥表面压力1MPa、2MPa、4MPa和8MPa，进泥量为2000g，在不同压滤时间15min、30min、45min和60min条件下，考察不同压滤时间对污泥的脱水效果的影响。结果如图3所示。

结果表明，不同污泥表面压力1MPa、2MPa、

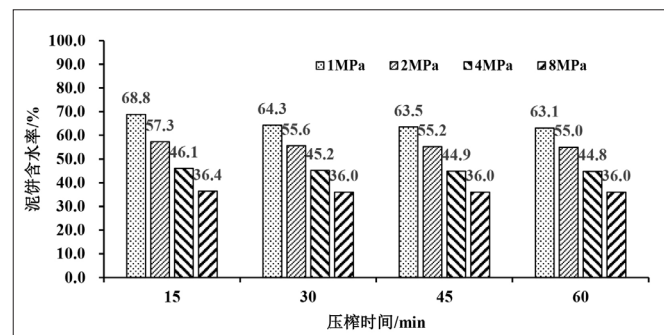


图3 压滤时间对脱水效果的影响

4MPa 和 8MPa 机械压滤下, 随着压滤时间的增加泥饼含水率逐渐降低, 15min 后泥饼含水率降低幅度大幅减小, 压滤 30min 后泥饼含水率变化很小。压滤时间为 15min, 污泥表面压力为 4MPa 情况下泥饼含水率可降低为 50% 以下, 选取 15min 为最佳压滤时间。

2.3 污泥处理量对污泥的脱水效果的影响

采用污泥表面压力 4MPa, 在相等的处理效率 (折合含水率 80% 污泥) 20g/min 条件下 (表 2), 考察不同污泥处理量对污泥的脱水效果的影响。结果如图 4 所示。

表 2 不同污泥处理量对应的污泥处理效率

| 污泥处理量 (97%) /g | 污泥处理量 (80%) /g | 脱水时间 /min | 处理效率 (80%) / (g/min) |
|----------------|----------------|-----------|----------------------|
| 1200 | 180 | 9 | 20 |
| 1600 | 240 | 12 | 20 |
| 2000 | 300 | 15 | 20 |
| 2400 | 360 | 18 | 20 |
| 2800 | 420 | 21 | 20 |

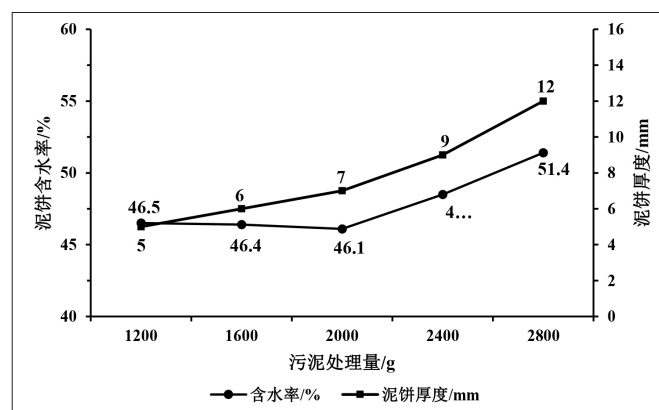


图 4 污泥处理量对污泥的脱水效果的影响

结果表明, 在相等的处理效率 (折合含水率 80% 污泥) 20g/min 下, 随着污泥量的增加, 泥饼厚度逐渐增加。处理量为 1200g、1600g 和 2000g 时, 压滤时间分别为 9min、12min 和 15min, 泥饼厚度分别为 5mm、6mm 和 7mm, 泥饼含水率相差不大。当处理量大于 2000g 时, 泥饼厚度和泥饼含水率逐渐增加。2800g 污泥量含水率比 2000g 增加 11.5% 左右。所以, 在处理效率 (折合含水率 80% 污泥) 20g/min 下, 在满足最小压滤时间 15min 时, 减少污泥处理量可以明显降低污泥含水率。

3 结语

本文针对印染污泥黏度大、机械脱水较为困难的特点, 选取安庆市某污水处理厂的印染污泥 (含水率 97%) 为研究对象, 采用絮凝剂对印染污泥进行改性处理, 过滤介质选择丙纶滤布, 通过污泥表面压力、压滤时间、污泥处理量等方面对印染污泥机械压滤深度脱水进行优化研究, 得出以下结论:

(1) 机械压滤深度脱水阶段, 污泥表面压力为 4MPa, 压滤时间为 15min, 印染污泥机械压滤脱水后泥饼含水率可降至 50% 以下。

(2) 在处理效率 (折合含水率 80% 污泥) 20g/min 条件下, 满足最小压滤时间 15min 时, 减少污泥处理量可以明显降低污泥含水率。

参考文献:

- [1] 高卫明, 程寒飞. 我国污泥处理处置技术研究进展 [J]. 化工矿物与加工, 2023, 52(01): 71-79.
- [2] 污泥无害化处理和资源化利用实施方案 [Z].
- [3] 徐建林, 孙红娟, 李方, 等. 印染废水污泥脱水焚烧处理处置技术 [J]. 环境生态学, 2022, 4(05): 104-108.
- [4] 王玉, 徐勇军, 方战强. 印染污泥处理处置技术的研究进展 [J]. 广东化工, 2012, 39(4): 110-111.
- [5] 黄迪. 基于高效厌氧消化与自热回收干燥技术的污泥处理技术 [D]. 天津: 天津大学, 2019.
- [6] 盛德洋, 朱洁, 安东璇, 等. 基于碳减排的污水厂污泥处理处置全流程最佳技术路线分析 [J]. 净水技术, 2023, 42(01): 75-82.
- [7] 李辉, 吴晓芙, 蒋龙波, 等. 城市污泥焚烧工艺研究进展 [J]. 环境工程, 2014, 32(6): 88-92.
- [8] 陈丹丹, 窦昱昊, 卢平, 等. 污泥深度脱水技术研究进展 [J]. 化工进展, 2019, 38(10): 4722-4746.
- [9] 陆大玮, 张磊. 污泥脱水干化技术研究 [J]. 节能与环保, 2013(01): 55-56+59.
- [10] 闫路兵, 卢朝亮, 刘永德. 污泥脱水技术研究进展 [J]. 中国资源综合利用, 2014(12): 39-40.
- [11] Mobaraki M, Semken R S, Mikkola A, et al. Enhanced sludge dewatering based on the application

of high-power ultrasonic vibration[J].
Ultrasonics, 2018, 84:438-445.

[12] Mowla D, Tran H N, Allen D G. A review of the properties of biosludge and its relevance to enhanced dewatering processes[J]. Biomass and Bioenergy, 2013, 58(21):365-378.

[13] 陈静, 陈士才, 许建华, 等. 聚丙烯酰胺预处理自来水厂污泥 [J]. 中国给水排水, 2004, 20(9):37-39.

[14] Houghton J I, Quarmby J, Stephenson T. Municipal waste-water sludge dewaterability and the presence of microbial extracellular polymer[J]. Water Science and Technology, 2001, 44(2/3):373-379.

作者简介: 黄召亮 (1984.12-), 男, 汉族, 安徽阜阳人, 硕士研究生, 高级工程师, 研究方向: 固废处置、垃圾焚烧发电、综合能源工程等。

