

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2021.12.026

苏州高新静脉产业园污泥深度脱水工程改造与运行

梁远¹, 刘迪¹, 周林强², 颜莹莹¹, 沙雪华¹, 綦跃强¹

(1. 北京首创污泥处置技术有限公司, 北京 100044; 2. 苏州高新环保产业<集团>有限公司, 江苏 苏州 215010)

摘要: 苏州高新区现有5座污水处理厂,总设计处理规模 $28 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,污泥产量约180 t/d,但已建成的污泥处置能力不足,不能满足污泥处理要求,需进行技术改造。2020年初,对地磅、接收车间、接收仓、外接电、给排水系统等进行改造,增加了深度脱水带式机。改造后项目处理规模为100 t/d,通过药剂调理和机械压榨,将污泥含水率从80%降至60%。污泥深度脱水后,热值显著提升,性质更加稳定,最后运至苏州华能电厂进行协同焚烧处置。目前该项目运行稳定,出泥含水率58%~60%,污泥减量35%~40%。

关键词: 污泥深度脱水带式机; 技术改造; 污泥减量

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2021)12-0141-04

Transformation and Operation of Sludge Deep Dewatering Project in Suzhou Hi-tech Venous Industrial Park

LIANG Yuan¹, LIU Di¹, ZHOU Lin-qiang², YAN Ying-ying¹, SHA Xue-hua¹,
QI Yue-qiang¹

(1. Beijing Capital Sludge Disposal Co. Ltd., Beijing 100044, China; 2. Suzhou Hi-tech Environmental Protection Industry Group, Suzhou 215010, China)

Abstract: There are five sewage treatment plants in Suzhou high-tech zone. The total design treatment capacity is $28 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, and the sludge output is about 180 t/d. However, the sludge disposal capacity is insufficient, which cannot meet the sludge treatment requirements, so it is necessary to carry out technical transformation. At the beginning of 2020, the weighbridge, receiving workshop, receiving warehouse, external power supply, water supply and drainage system were transformed, and the deep dewatering belt dehydrator was added. After the transformation, the treatment capacity of the project is 100 t/d (water content is 80%), and the water content of sludge is reduced from 80% to 60% by medicament conditioning and mechanical pressing. Through deep dewatering, the calorific value of the sludge also increases significantly, and the properties become more stable. Finally, the sludge will be transported to Suzhou Huaneng Power Plant for coordinated incineration. The project runs stably, with output sludge water content of 58% - 60% and sludge reduction rate of 35% - 40%.

Key words: sludge deep dewatering belt dehydrator; technical transformation; sludge reduction

随着我国污水处理设施不断完善,污泥处理处置问题日益凸显。截至2019年底,全国城镇污水处理厂处理能力 $1.77 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{d}$,产生的干污泥约

$1.232 \times 10^4 \text{ t/d}$ 。目前,我国污泥处置方式主要有:稳定填埋、土地利用、干化焚烧、烧制建筑材料等^[1]。实际操作中,污泥处理基本实现了减容,但

处置未实现真正的稳定化、无害化、资源化,存在严重的二次污染风险^[2]。

截至2020年底,苏州市高新区已建有5座污水

处理厂,总设计规模 $28 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,实际处理量为 $17.6 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。2020年各污水厂的污水处理能力和污泥产量见表1。

表1 苏州高新区5座污水处理厂的处理规模和产泥量

Tab.1 Treatment capacity and sludge production of five sewage treatment plants in Suzhou hi-tech zone

项目	设计污水处理量/ ($10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$)	实际污水处理量/ ($10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$)	污泥产量/ ($\text{t} \cdot \text{d}^{-1}$)	污泥含水率/%	脱水方式
苏州高新区第一污水处理厂	8	5.5	50	80	离心脱水
苏州高新区第二污水处理厂	8	5.5	50	80	带机脱水
白荡污水处理厂	4	2.7	26	80	离心脱水
镇湖污水处理厂	4	1.6	28	80	离心脱水
浒东污水处理厂	4	2.3	25	80	离心脱水
总计	28	17.6	179		

苏州高新区的污泥处置出路选定为华能热电厂焚烧。焚烧可杀灭污泥中有害病菌,有害物质存量大大降低,无害化程度比较彻底^[3]。但脱水污泥含水率较高,不能实现完全燃烧,因此需要进一步处理。苏州高新区已建成污泥处理一期、二期工程,但污泥处理能力不足,不能满足污水厂污泥处理要求,故需对污泥处理一期工程实施技术改造。

1 项目概况

为了填补苏州高新区的污泥处理能力缺口,同时节约成本,2020年初苏州高新静脉产业园决定在一期工程基础上进行改造,采用紧凑型高压带式连续深度脱水工艺,无新增建设用地,仅需利用原一期工程的污泥外运车间,设备总占地约 200 m^2 ,处理规模 100 t/d (含水率78%~80%),处理后污泥含水率不高于60%,运输至苏州华能电厂进行掺烧。该项目已于2020年5月投入运行。

2 工艺设计及实施

2.1 技术工艺比选

针对市政污泥,目前常用的机械深度脱水方式有高压板框脱水和高压带式连续深度脱水。高压板框脱水以浓缩污泥(含水率约98%)作为处理对象,将调理改性后的污泥泵入压滤机的滤板间隙,依靠进料压力及弹性压力对污泥进行压滤脱水,使污泥含水率降至60%以下。高压带式连续深度脱水以一次脱水污泥(含水率约80%)作为处理对象,调理改性后的污泥在滤带间的剪切力和挤压力高效二维作用下,水分由颗粒间孔隙通道排出,污泥脱水至含水率60%以下。针对本项目,两种工艺对比如表2所示。本项目处理污泥为一次脱水污泥(含水率约80%),受限于拟建场地的可利用面积较小,工程建

设周期紧张,且后期处置路线为电厂协同焚烧等因素,故采用高压带式连续深度脱水工艺。

表2 高压带式连续深度脱水与高压板框脱水的对比

Tab.2 Comparison between high pressure belt continuous deep dewatering and high pressure plate and frame dewatering

项目	高压带式连续深度脱水	高压板框脱水
处理对象	直接将80%含水率污泥进行二次压榨,无需新增污泥稀释设备	需新增污泥稀释设备,将含水率80%的一次脱水污泥稀释至含水率98%左右
改造工程量	占地小,可利用现有生产车间进行设备安装,改造工期短,工程造价低	需建设2层结构,且占地大,需新建污泥脱水车间,改造工期长,造价高
操作条件	连续运行,泥饼自动卸料,自动化程度高	序批式运行,几乎无法摆脱人工铲泥饼卸料,劳动强度大
泥饼型式	厚3~8 mm,后期易粉碎拌煤进行电厂掺烧	厚30~50 mm,内部水分出不来,不易于电厂掺烧处理
设备密封性能	全密闭,预留臭气收集口	敞开式,场地卫生条件差

2.2 工艺设计

本项目设计规模 100 t/d (以含水率80%计),在现有生产车间新增2套深度脱水带式机成机组,单套设计处理能力为 4 t/h (以含水率80%计),每天设计工作时间为12.5 h。

从各污水处理厂外运来的一次脱水污泥(含水率为80%)通过螺旋输送至污泥改性混合机,投加复合药剂,药剂和污泥在改性混合机内快速、均匀地混合。改性后的污泥定量输送至深度脱水带式机,在压榨作用下实现污泥深度脱水,形成3~8 mm多孔隙薄片状泥饼,含水率降至60%以下,最后运送到电厂进行焚烧处理。

基于高效的二维压滤脱水原理和先进的改性药剂配方,以污泥最终资源化处置为导向,可快速解决诸如污泥含水率偏高、热值偏低、性质不稳定等突出问题。

2.3 工程的实施

本项目位于苏州高新静脉产业园一期污泥项目原厂区内,对原项目接收系统等进行改造,同时新增 2 套污泥深度脱水带式机及其配套设施(见表 3)。

表 3 主要改造及新建内容

Tab.3 Main transformation and new construction contents of the project

项 目	内 容		备注
仓储工程	接收仓	仓内污泥清理、接收仓内部防腐、电动盖板检修、楼梯防腐喷漆	改造
	接收车间	对车间门面进行除锈刷漆,对车间门顶部进行加固,对车间电动、传动装置进行润滑	改造
主体工程	主体厂房	拆除车间内锈蚀的彩钢板;车间内土方清理、平整,地面硬化	改造
公用工程	给水	增加 6 台潜水泵	新增
	排水	清理、管道连接、封闭排水	改造
	供电		改造
办公及生活设施	办公室	依托现有办公设施	改造
安全防护	安全防护	防护网采购、安装;制作标牌、购买警示标志和银行柱	新建

新增 2 套深度脱水带式机主要设备清单如表 4 所示。

表 4 深度脱水带式机成套机组主要设备清单

Tab.4 Main equipment list of the complete set of deep dewatering belt dehydrator

项目	设备	数量	规格
进料系统	进泥螺旋	1 套	
	污泥螺杆泵	1 台	输送量 10 t/h,整泵碳钢
	进泥分配仓	1 座	容积 4 m ³ ,含 2 套双螺旋
污泥改性系统	污泥混合机	2 台	处理量:3.5~5.0 t/h
	骨架剂存储投加系统	1 套	存储料仓:有效容积 40 m ³ ,仓体材质碳钢防腐;输送螺旋:碳钢防腐,2 台;定量料仓:有效容积 2 m ³ ;投加螺旋:TU168,碳钢防腐,2 台
	改性剂存储投加系统	1 套	存储装置:15 m ³ ,材质玻璃钢;投加泵:机械隔膜计量泵,Q=315 L/h,H=300 kPa,2 台
深度脱水带式机主机	深度脱水带式机	2 台	
	冲洗系统	1 套	冲洗水箱:3 m ³ ,304 不锈钢;冲洗水泵:立式离心泵,Q=16 m ³ /h,H=570 kPa,2 台;冲洗水过滤器:20 m ³ /h,304 不锈钢
出料系统	出泥螺旋输送机	3 台	输送量 4 t/h,壳体不锈钢
辅助设备	空压机	2 台	活塞空压机,Q=0.24 m ³ /min,P=0.7 MPa
	配电、控制设备	3 套	

3 运行效果

3.1 生产调试

本项目污泥处置方式为电厂协同焚烧,为保证掺烧过程混合燃料的热值以及避免对炉膛产生腐蚀,苏州华能电厂要求脱水污泥含水率应不高于 60%,且处理过程中不应添加含有氯离子的药剂。

为达到设计处理能力,并满足最终处置方——苏州华能电厂对脱水污泥的要求,对设备运行及药剂添加进行调试。

污泥送入深度脱水带式机压榨前,需进行污泥调理,将污泥中的间隙水和毛细水进行分离来实现

脱水,其中化学调理技术应用最为广泛^[4]。

调理药剂由改性剂 + 骨架剂构成,改性剂能够破坏污泥胶体结构的稳定性,使小颗粒凝聚成大颗粒,骨架剂可在污泥中形成多孔网格状骨架,从而改善污泥的可压缩性,增大絮体强度^[5]。本项目生产调试中试用过 3 套药剂,分别为:1#三氯化铁药剂 + 新型粉煤灰;2#复配药剂 + 新型粉煤灰;3#聚合硫酸铁药剂 + 新型粉煤灰。经过试验和生产试用,发现:1#药剂使用过程中腐蚀性气体挥发较为严重,对设备腐蚀严重。2#药剂在使用过程中成本偏高,且处理效果较差。最终确定采用成本最低、处理效果最

好的3#药剂。

目前生产中使用3#药剂,其中:改性剂为聚合硫酸铁,质量投加比2%;骨架剂为新型粉煤灰,质量投加比5%。

稳定运行期间进泥量约100 t/d(含水率为79%~80%),产泥量约60 t/d,出泥含水率58%~60%,污泥减量化率35%~40%。

3.2 技术经济指标

① 工程投资

土建改造及新增2套污泥深度脱水带式机总投资约400万元,其中,土建安装约80万元,设备购置320万元。

② 运行成本

直接运行成本包括电耗、药耗、水耗、人工成本、设备维护、管理等。经过半年的生产运行,核算平均直接运行成本约60.46元/t湿泥,其中改性剂18.67元/t湿泥、骨架剂7.50元/t湿泥、电费10.05元/t湿泥、水费(中水)3.20元/t湿泥、工资福利费12.31元/t湿泥、维护保养费4.76元/t湿泥、管理费3.97元/t湿泥。

4 结论

污泥电厂掺烧已经成为当前污泥处理处置的重要方式之一。苏州高新区现有污泥处理处置能力不足,不能满足污水厂污泥处理要求,利用苏州华能电厂现有设备设施,可快速有效解决苏州高新区污泥处理问题。为满足电厂对掺烧污泥的泥质要求,同时降低污泥运输、处置成本,对污泥进行深度脱水减量是一种可行的方式。

采用高压带式连续深度脱水工艺,可充分利用污水厂原有脱水系统,且无需增加污泥稀释过程,节约投资,节省占地;前端直接与污泥设备出口对接,无需另行配置污泥转运设施,不需要预留中间堆放场地,实现零距离、零运输、零污染的无缝对接,大大减少了污泥处置过程中的投资、运营成本和环境危害;脱水后污泥热值大幅提高,可进一步焚烧处理,也可用于烧制水泥、垃圾填埋场覆土、制砖等,最终实现污泥的资源化利用。

苏州高新静脉产业园污泥处理一期项目改造以

来,已连续稳定运行近一年。从运行结果来看,污泥经深度脱水带式机减量后送至电厂协同焚烧处置,是一条可借鉴的污泥无害化处理处置路径。

参考文献:

- [1] 罗力莎. 中国城市污水处理工程污泥处置技术研究进展[J]. 技术与市场,2020,27(12):93-94.
LUO Lisha. Research progress on sludge disposal technology of urban sewage treatment project in China [J]. Technology and Market,2020,27(12):93-94 (in Chinese).
- [2] 戴晓虎. 我国城镇污泥处理处置现状及思考[J]. 给水排水,2012,38(2):1-5.
DAI Xiaohu. Current situation and consideration of urban sludge treatment and disposal in China [J]. Water & Wastewater Engineering, 2012, 38 (2): 1 - 5 (in Chinese).
- [3] 李萍萍. 污水处理中污泥资源化的利用途径[J]. 清洗世界,2020,36(11):50-51.
LI Pingping. Utilization of sludge resources in sewage treatment [J]. Cleaning World, 2020, 36 (11): 50 - 51 (in Chinese).
- [4] 高超,杨彪. 污泥深度脱水技术在市政污泥处理中的应用[J]. 环境与发展,2020,32(5):98-99.
GAO Chao, YANG Biao. Application of sludge deep dehydration technology in municipal sludge treatment [J]. Environment and Development, 2020, 32 (5): 98 - 99 (in Chinese).
- [5] 沈捷. 城市污泥深度脱水及资源化利用的应用实践[J]. 城市道桥与防洪,2015(12):66-68.
SHEN Jie. Application practice of advanced dewatering and resource utilization of urban sludge [J]. Urban Roads Bridges & Flood Control, 2015 (12): 66 - 68 (in Chinese).

作者简介:梁远(1981-),男,河北唐山人,硕士,高级工程师,主要从事污泥处理工程设计及研究工作。

E-mail: liangyuan@capitalwater.cn

收稿日期:2021-01-14

修回日期:2021-01-25

(编辑:衣春敏)