

工程实例

通沟污泥湿式分级处理技术及装备的应用

徐建祥¹, 池永洲², 陈道雄², 黄 犇², 赵 钰²

(1. 漯河市市政管理处, 河南 漯河 462000; 2. 三川德青科技有限公司, 湖北 武汉 430205)

摘 要: 对漯河市通沟污泥进行取样分析,确定了湿法处理工艺的分离等级,对污泥进行分级分离并进行强力清洗、脱水处理后,实现了污泥处理的减量化、无害化,并对污泥中的细砂实现了资源化利用,处理后尾水排入污水管网。分析了通沟污泥处理站投资、运行中的各项费用构成,并进行了简要的技术经济分析,可为后期处理城市同类污泥提供借鉴。

关键词: 通沟污泥; 减量化; 无害化; 资源化; 湿式分级分离技术; 装备

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)04-0084-05

Application of Wet Gradation Technology and Equipment for Sewer Sludge Treatment Station

XU Jian-xiang¹, CHI Yong-zhou², CHEN Dao-xiong², HUANG Ben², ZHAO Yu²

(1. Luohe Municipal Administration Office, Luohe 462000, China; 2. Safecleen Technology Co. Ltd., Wuhan 430205, China)

Abstract: Through sampling and particle analysis of sewer sludge in Luohe, the separation grade of wet treatment process was established. After gradation and separation, the sludge was strongly cleaned and dewatered to realize the reduction and harmless treatment of sludge, the fine sand in the sludge was reclaimed, and the tail water was discharged into the sewage pipe network after treatment. The expenditure composition in investment and operation of the sewer sludge treatment station was analyzed and a brief technical and economic analysis was provided, which could provide reference for the later treatment of similar sewer sludge.

Key words: sewer sludge; reduction; harmless treatment; reclamation; wet gradation and separation technology; equipment

漯河市位于河南省中部偏南,主城区面积约80 km²,常住人口约34万人,排水管网长度约360 km,清淤疏捞通沟污泥量约为2×10⁴ t/a。通沟污泥一般采用污泥堆场自然干化法、管带脱水法进行脱水处理后,送至垃圾填埋场填埋^[1]。随着城市生态环境建设的发展,传统的污泥处理处置方式已经无法满足环保要求,通沟污泥特别是污水管网的通沟污泥面临出路难的问题^[2]。

为确保排水设施的正常养护,使得通沟污泥最

终得到科学有效的处理,漯河市市政管理处对国内的污泥处理处置技术及装备进行了广泛调研、试验研究及对比分析,最后采用湿式分级分离处理技术,建成漯河市沙南通沟污泥处理站(以下简称“处理站”)。该处理站在对污泥进行减量化、无害化处理的同时,实现了部分渣料的资源化利用,有效解决了污水管网通沟污泥的出路问题,可为后期处理同类污泥,以及城市黑臭水体治理工程项目的底泥等提供借鉴。

1 处理工艺

1.1 通沟污泥特性

漯河市目前采用吸污车、人工疏挖相结合的方式维护管道,人工清掏污泥含水率约 60% ~ 80%,吸污车内污泥含水率为 90%。为保证工艺设计的科学合理性,对漯河市泰山路中段、霸王沟等两个有代表性地区的污水管网污泥分别取样化验,对其粒度组成和有机质含量等参数进行分析评估,为整个设计提供依据。

取样分析数据分别见表1、2。

表 1 泰山路中段通沟污泥检测结果

Tab. 1 Test results of sewer sludge in middle of Taishan Road

粒径分布/ mm	固体质量/ g	粒径分布/ %	累计分布/ %	烧失量/%
>5	1.1	0.99	0.99	33.1
2.8~5.0	2.2	1.98	2.97	39.8
0.2~2.8	41.3	37.21	40.18	19.7
0.15~0.20	7.0	6.31	46.49	13.0
0.075~0.150	21.3	19.19	65.68	8.7
<0.075	38.1	34.32	100.00	13.2
合计	111.0			15.5
注：物料质量为 350.0 g,含固率为 31.71%。				

表 2 霸王沟通沟污泥检测结果

Tab.2 Test results of sewer sludge in Bawanggou

粒径分布/ mm	固体质量/ g	粒径分布/ %	累计分布/ %	烧失量/%
>20	0.6	0.29	0.29	—
5~20	5.1	2.46	2.75	47.0
2.8~5.0	4.7	2.27	5.02	44.1
0.2~2.8	122.4	59.02	64.04	26.7
0.15~0.20	12.2	5.88	69.92	3.5
0.075~0.150	18.5	8.91	78.83	10.4
<0.075	43.9	21.17	100.00	10.0
合计	207.4			21.2
注: 物料质量为 399.0 g, 含固率为 51.88%。				

检测数据表明:漯河市通沟污泥中 0.15 ~ 2.80 mm 粒径范围的细砂含量最大,0.15 mm 以下细泥占比较高。在重金属含量指标检测中,按《城镇污水处理厂污泥处置 混合填埋用泥质》(GB/T 23485—2009)标准检测,均在指标范围内。

针对该污泥的特性,污泥处理站采用湿法工艺进行分级分离处理,将成分复杂的通沟污泥分成粒径 $>3\text{ mm}$ 渣料(含 0.1 mm 以上轻质有机物)、粒径 $<0.1\text{ mm}$ 泥饼、上清液(处理后尾水)等物料。

1.2 工艺流程

漯河市通沟污泥处理工艺流程见图 1。

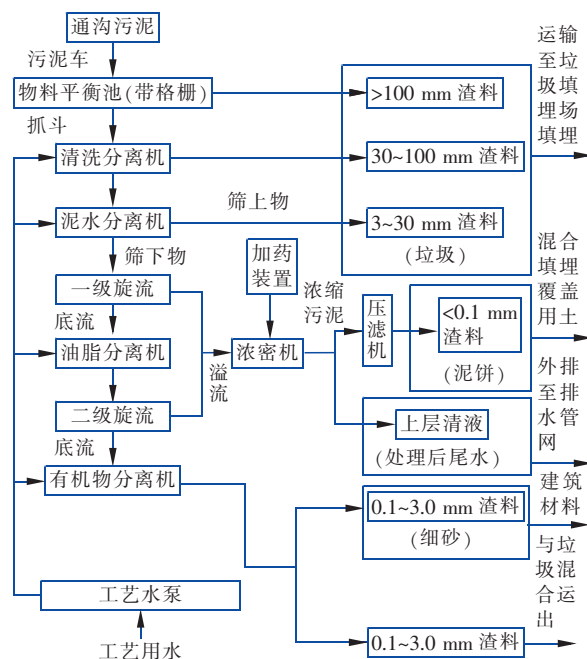


图1 漯河市通沟污泥处理工艺流程

Fig. 1 Flow chart of sewer sludge treatment process in Luohe

① 污泥入料系统,对粒径 $>100\text{ mm}$ 渣料进行隔离和清除。污泥车将污泥倾倒至物料平衡池,物料平衡池上部设有格栅盖板(孔径为 $100\text{ mm} \times 100\text{ mm}$),经过格栅拦截,尺寸 $>100\text{ mm}$ 的大体积杂物被拦截,这些杂物主要是破布条、塑料袋等,通过人工清理。

② 大物料分离系统,分离出 3 ~ 100 mm 渣料。该系统将 3 ~ 100 mm 渣料分为 30 ~ 100 mm 及 3 ~ 30 mm 两个粒度等级分别处理。通过格栅的污泥,由抓斗送入螺旋给料机,通过螺旋输送机均匀分配至清洗分离机,利用清洗分离机的回转跌落及瀑布效应,结合高压水对物料进行清洗,对粒径为 30 ~ 100 mm 渣料进行脱水并分离。3 ~ 30 mm 渣料通过泥水分离机进行清洗及脱水分离。其中 30 ~ 100 mm 渣料主要为石块、树枝、塑料袋、瓶罐等,处理后含水率为 35% ~ 40%; 3 ~ 30 mm 的渣料主要为轻质杂物和卵石,处理后含水率 < 35%。两种渣料混合后送至垃圾填埋场填埋。

③ 有机物分离系统,对粒径为 0.1 ~ 3.0 mm 渣料进行强力清洗及轻质有机物的分离。粒径 < 3 mm 的渣料经过一级浓缩后进入油脂分离机,油脂

分离机对细砂进行强力清洗,剥离其表面附着的油脂和其他有机物。然后经过二次浓缩,进入有机物分离机,有机物利用水力及物料重力双重效应,进行轻质有机物和无机物的分离,再通过脱水筛对两种物料分别脱水,得到0.1~3.0 mm的轻质有机杂物以及0.1~3.0 mm的细砂。轻质有机杂物的含水率<40%,与大物料混合后作为垃圾填埋;细砂中有有机物含量<3%,含水率<35%,可作为市政设施养护工程建筑材料使用。

④ 压滤脱水系统。工艺废水集中流到污水池,再通过泵输送至浓密机,经过絮凝沉降后,浓缩污泥经底流泵输送至隔膜式压滤机进行压滤,产生的泥饼含水率<45%,可用于垃圾场混合填埋覆盖用土。浓密机上清液作为处理尾水,排入市政污水管网。

1.3 主要处理设备及功能

核心处理设备及功能见表3。

表3 核心处理设备及功能

Tab.3 Core treatment device and its function

项目	处理功能
螺旋进料器	均匀适量地将渣料运输至清洗分离机
清洗分离机	对大物料进行冲洗的同时,分选出粒径>30 mm的渣料
泥水分离机	对中粒径物料进行清洗的同时,分选出3~30 mm渣料并脱水
油脂分离机	对细粒径物料进行强力清洗后,对0.1~3.0 mm物料进行轻质有机物和无机物的分离并脱水,使得产出的细砂达到建材使用标准
有机物分离机	
压滤机	对细泥进行压榨脱水,得到含水率<45%的泥饼

1.3.1 污泥的清洗分离工艺设备

引入德国通沟污泥处理定制化的清洗分离工艺设备(见图2)。



图2 清洗分离机

Fig.2 Washing drum

成分复杂、团聚程度严重的通沟污泥进入清洗分离机,在设备转动过程中,通沟污泥的各组分物料与水充分混合流动,实现机械溶解和均匀化预处理。在此过程中剪切和摩擦应力是主要的作用力,无需添加其他介质和药剂,可充分利用固体污泥本身的滚动或者滑动行为(见图3)。

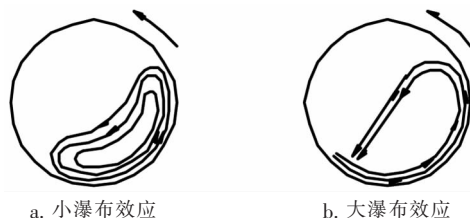


图3 污泥运动轨迹示意

Fig.3 Moving trail indicator of sewer sludge

此外,还具有能耗低、处理量大、寿命长、清洗均匀等优点。

1.3.2 污泥的油脂分离工艺设备

引入德国油脂分离技术(高效擦洗+细粒级分离),<3 mm细粒级物料进入油脂分离机,在高效、均匀、无死角的擦洗作用下,细砂表面的粘附物(油脂、污染物)从砂的表面剥离开来(见图4、5),从而实现细砂表面的清洁。

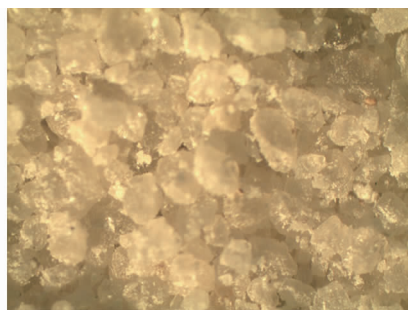


图4 进油脂分离机前的砂子表面

Fig.4 Surface of the sand before entering attrition cell



图5 进油脂分离机后的砂子表面

Fig.5 Surface of the sand after entering attrition cell

图6为油脂分离设备,采用高耐磨性设计,砂子表面油脂和污染物可充分分离。



图6 油脂分离机

Fig.6 Attrition cell

1.3.3 有机物分离工艺设备

引入德国有机物分离工艺设备,利用砂子与轻质有机物的密度差异,在特殊设计的水力流场作用下,实现砂子与有机物的充分分离(见图7,在有机物分离器上能看到明显的层带)。



图7 有机物分离器

Fig.7 Spiral concentrator

有机物分离工艺设计具有处理量大、磨损小、能耗小、分离效率高的优点,明显优于其他砂与有机物分离设备。

1.4 处理站外观及内部布局

沙南通沟污泥处理站位于漯河市大荆庄污水泵站内,于2018年6月正式交付使用。处理站设计处理能力为20 t/d,实际平均处理污泥量为12 t/d;处理站总面积约1 000 m²,其中设备占地160 m²。

1.5 污泥处理前后效果对比

漯河市通沟污泥主要来自污水管网、雨水管网以及窖井、泵池内清淤疏捞污泥(见图8)。这些污泥发黑发臭,含水率较高,不能直接送至污泥填埋场填埋。



图8 处理前的通沟污泥

Fig.8 Sewer sludge before treatment

通过处理站处理后,分为垃圾、细砂、泥饼、上清液四类物料(见图9)。垃圾满足垃圾场填埋要求,泥饼满足填埋场覆盖用土要求,细砂可作为低档建材,尾水排入污水管网。



图9 处理后的渣料

Fig.9 Sewer sludge after treatment

2 投资与运营管理

处理站设备及附属设施总投资约440万元,主要包括成套系统处理设备及控制系统、简易式钢结构厂房、渣料仓、污泥入料平衡池及污水暂存池等。因处理站建在沙南污水提升泵站内,其运营管理仍由泵站运营单位负责。安排管理人员1名,操作人员4名,暂时实行8 h单班作业制度。

污泥站运行管理费用按20元/t产能计算,日工作时间为8 h,全年按300 d统计。污泥处理站运行费用(见表4)主要由人工费、水电费、管理费及渣料处置费构成,约占总运行费用的80%。其中渣料处置费主要指产出垃圾及泥饼的混合填埋费,总产量约占污泥总量的30%,按6 000 t/a污泥处理能力计算,全年渣料产量约为1 800 t。

表4 运行费用(直接成本)分析

Tab.4 Analysis of the operation cost(direct cost)

成本构成	全年费用 金额/元	经济技术 指标/%	备注
直接费用	185 000	23	含人员工资及福利、药剂费、机械使用费等
其他直接费	370 050	45	含水电费及设备维护保养费
现场经费	82 000	10	含现场管理人员工资及福利、安全文明生产费
渣料处置费	180 000	22	含渣料外运及处置费
总计	817 050	100	

3 结语

漯河市沙南通沟污泥处理站是该市首个污泥处理站,建在污水提升泵站内,因场地面积受限制,目前主要处理污水管网、雨污合流管网内的通沟污泥。随着城市黑臭水体治理工程项目的推进,河湖清淤污泥、大型管涵内存量污泥、雨水管网污泥,均需要得到减量化、无害化和资源化处置。该污泥处理站可结合实际情况对湿法工艺不断优化创新,同时也为后期同类污泥处理积累了宝贵经验。

参考文献:

- [1] 张辰. 污泥处理处置技术与工程实例[M]. 北京:化学工业出版社,2006.

Zhang Chen. Technology of Sludge Treatment and Disposal and Project Example [M]. Beijing: Chemical Industry Press,2006 (in Chinese).

- [2] 阎铁婧. 通沟污泥多级分离处理工艺改进及工程设计[J]. 中国给水排水,2018,34(16):45-49.

Yan Yijing. Sewer sludge multistage separation process improvement and engineering design[J]. China Water & Wastewater,2018,34(16):45-49(in Chinese).



作者简介:徐建祥(1972-),男,河南漯河人,硕士,高级工程师,主要从事市政工程施工、技术管理、城市排水排涝管理与研究工作。

E-mail:383195448@qq.com

收稿日期:2018-10-18

· 征订启事 ·

欢迎订阅2019年《中国给水排水》杂志

全国中文核心期刊 中国科技论文统计源期刊 中国期刊方阵双效期刊 中国百强科技期刊

《中国给水排水》(半月刊)是面向全国给水排水和环境工程界的专业性科技期刊,具有较高的理论导向性和较强的工程实践性,被誉为中国水行业的“首席杂志”。

欢迎到各地邮局订阅《中国给水排水》杂志,邮发代号:6-86。也可关注《中国给水排水》微信公众号(cnww1985)后,点击右下角的微店链接订阅。《中国给水排水》杂志全年24期,定价:30元/册,全年价:720元。2019年凡直接在编辑部(或微店)订阅全年期刊者,均可享受优惠,即全年价为600元。邮局订阅者不享受此优惠。

银行汇款请寄:

户名:《中国给水排水》杂志社有限公司

开户行:建行天津河西支行

账号:1200 1635 4000 5251 9625

发行部电话/传真:022-27835231 E-mail:cnwater@vip.163.com 联系人:王蕊