

螺旋压榨式脱水机对污泥脱水的试验研究

李 佟^{1,2}, 李 军¹, 刘伟岩^{1,2}, 何继文², 温海滨³, 李大功¹, 任 健¹

(1. 北京工业大学 北京市水质科学与水环境恢复工程重点实验室, 北京 100022; 2. 北京城市排水集团 高碑店污水处理厂, 北京 100022; 3. 日本石垣株式会社, 日本国)

摘 要: 考察了螺旋压榨式脱水机对污泥的脱水性能。结果表明:对于含水率为97.9%的消化污泥,在絮凝剂投配率为0.51%、螺杆转速为0.25 r/min的条件下,脱水后泥饼含水率最低可达70.3%、固形物回收率为98.89%、污泥处理量为24.84 kg/h;对于含水率为99.7%的剩余污泥,在絮凝剂投配率为0.94%、螺杆转速为0.75 r/min的条件下,脱水后泥饼含水率为82.5%、固形物回收率为92.46%、污泥处理量为8.64 kg/h。螺旋压榨式脱水机对污泥的处理效果较带式脱水机有很大提高。

关键词: 螺旋压榨式脱水机; 污泥; 脱水; 絮凝剂; 含水率

中图分类号: X703 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2009)11-0066-04

Experimental Research on Sludge Dewatering by Screw Press Dehydrator

LI Tong^{1,2}, LI Jun¹, LIU Wei-yan^{1,2}, HE Ji-wen², WEN Hai-bin³,
LI Da-gong¹, REN Jian¹

(1. Key Laboratory of Beijing for Water Quality Science and Water Environmental Recovery Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100022, China; 2. Gaobeidian Wastewater Treatment Plant, Beijing Drainage Group Co. Ltd., Beijing 100022, China; 3. ISHIGAKI Co., Japan)

Abstract: The sludge dewatering performance of screw press dehydrator was investigated. The results show that for the digested sludge with moisture content of 97.9%, under the condition of flocculant dosing rate of 0.51% and screw speed of 0.25 r/min, the minimum cake moisture content after dewatering is 70.3%, the solid recovery is 98.89% and the sludge treatment capacity is 24.84 kg/h. For the excess sludge with moisture content of 99.7%, under the condition of flocculant dosage rate of 0.94% and screw speed of 0.75 r/min, the cake moisture content after dewatering is 82.5%, the solid recovery is 92.46%, and the sludge treatment capacity is 8.64 kg/h. Compared with belt dehydrator, the sludge treatment effect is greatly improved.

Key words: screw press dehydrator; sludge; dewatering; flocculant; moisture content

近年来,随着北京市污水处理率的全面提高,产生了大量的剩余污泥。现代排水系统需要将这些污泥实现无害化处置,并逐步推进污泥的资源化利用。北京市高碑店污水处理厂的污泥处置技术在国内处于领先地位,但是仍然存在着一些问题,主要是剩余污泥脱水效果较差,处理后泥饼的含水率较高,给后

续的污泥运输和污泥处理与处置带来很大困难。

螺旋压榨式脱水机是近年发展起来的一种过滤分离机,具有结构简单、构造密闭、脱水性能好、污染小、无噪音、节能环保等优点^[1,2]。为此,笔者采用螺旋压榨式脱水机对高碑店污水处理厂产生的污泥进行了脱水中试,考察了该螺旋压榨式脱水机的脱

水性能。

1 试验部分

1.1 污泥特性分析

试验用污泥为高碑店污水处理厂产生的污泥,该厂的污泥主要分为消化污泥和剩余污泥两部分,其理化性质及分析方法如表 1 所示。

表 1 污泥的理化性质及其分析方法

Tab. 1 Physicochemical properties of sludge and analysis methods

项 目	消化污泥	剩余污泥	分析方法
温度/℃	28	24	温度计
pH	7. 52	7. 38	玻璃电极法
碱度/(mg · L ⁻¹)	8 408	559	滴定法
SS/(mg · L ⁻¹)	27 720	3 310	称量法
含水率/%	97. 22	99. 66	称量法
灼烧减量(VTS)/%	58. 9	63. 6	称量法
MLVSS/(mg · L ⁻¹)	16 405	2 150	称量法
电导率/(μS · cm ⁻¹)	2 050	820	电导率仪

经检测,剩余污泥的粗蛋白含量为 27. 2%,粗纤维含量为 16. 93%,与消化污泥相比,剩余污泥含水率较高、有机物成分较多且纤维物质较少,从机械脱水的角度来说,脱水难度更大一些。

1.2 试验装置

中试系统由中型螺旋压榨式脱水机、污泥泵、絮凝剂配制与投加系统、反冲洗系统、电动控制盘组成,具体见图 1。

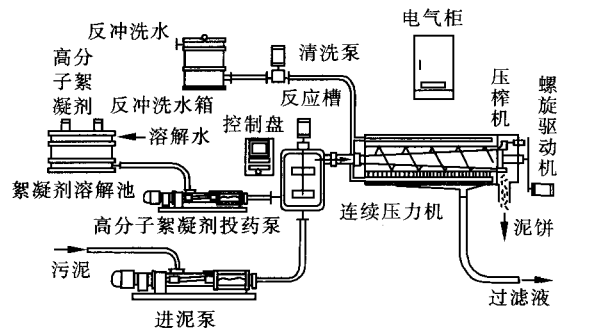


图 1 螺旋压榨式脱水机中试装置

Fig. 1 Pilot-scale experiment setup of screw press dehydrator

该螺旋压榨式脱水机的干泥处理能力为 10 ~ 35 kg/h,螺杆直径为 200 mm,螺杆转速为 0. 2 ~ 2 r/min,主体驱动电动机功率为 0. 75 kW。

螺旋压榨式脱水机的工作原理:将圆锥状螺旋轴与圆筒状金属外筒形成的间隙作为滤室,将金属制的外筒滤网作为滤面,其内部设有圆锥状螺旋轴,

以 0. 2 ~ 2 r/min 低速旋转;在密封的絮凝混合槽内用高分子絮凝剂对污泥进行絮凝,然后将其从螺杆的轴芯部向浓缩区压入,设定的压入压力 ≤ 100 kPa;从污泥入口到出口,过滤、压榨区的过滤容积逐渐减小,使内部压力逐渐上升,以此对污泥进行压榨脱水;在脱水的最终部位由挤出口承受最大 500 kPa 的背压,在螺杆承受挤出压力进行压榨的同时,施加剪切力进行强力脱水,排出端的脱水泥饼从挤出口处不断被排出机外。经过以上工序,污泥被连续地加压脱水。

1.3 试验方法

试验地点设在高碑店污水处理厂的脱水机房,每天利用潜污泵将当天的新鲜污泥从储泥池抽至试验装置自带的储泥罐中进行脱水试验,试验为期两个月,每天连续运转 8 h。

1.3.1 絮凝剂筛选试验

向 1 L 的烧杯中加入 600 mL 的待脱水泥样,然后分别加入 6 mL 不同的絮凝剂溶液,搅拌 10 s,然后观察污泥絮体大小、沉降速度及上清液的清澈程度。

试验结果表明,对于消化污泥,高碑店污水处理厂所用的某阳离子聚丙烯酰胺絮凝剂具有絮凝效果好、絮体稳定等优点,所以将其用作消化污泥的絮凝剂;剩余污泥则采用某新型高分子絮凝剂。

1.3.2 污泥脱水试验

通过测定污泥处理量、泥饼的含水率以及固形物回收率等,考察了螺旋压榨式脱水机在不同絮凝剂投配率、螺杆转速、压入压力、挤出口压力等条件下的处理效果,以寻求其最佳工况。

2 结果与讨论

2.1 絮凝剂投配率对污泥脱水效果的影响

考察了不同的絮凝剂投配率对污泥脱水效果的影响,其中处理消化污泥(含水率为 97. 9%)时,螺杆转速设为 0. 25 r/min;处理剩余污泥时,螺杆转速设为 0. 75 r/min。结果表明,提高絮凝剂投配率会对螺旋压榨式脱水机的脱水性能有一定改善:当消化污泥的絮凝剂投配率从 0. 3% 提高到 0. 5% 时,泥饼含水率从 73. 5% 下降到 70. 3%,对污泥的处理量从 18 kg/h 提高到 25 kg/h,且相应的固形物回收率也有所提高;但是如果絮凝剂投配率过高,又会增加相应的运行费用。综合考虑各方面因素,建议实际生产时将絮凝剂投配率定为 0. 45% 左右。对于该

厂的剩余污泥,该脱水机对其处理效果不是十分理想,主要表现为泥饼含水率较高、处理量较低,当絮凝剂投配率为0.9%时,泥饼含水率为82.5%,这主要是因为剩余污泥的含固率低且含纤维物质少,不易絮凝成大颗粒的絮团,故脱水性能较差。

2.2 螺杆转速对污泥脱水效果的影响

对螺旋压榨式脱水机而言,螺杆转速是一个重要的控制参数。适当提高螺杆转速,可加快污泥在螺压机滚筒内的传输速度,从而提高处理量;但是如果转速过快,又会引起出口压力下降,从而导致泥饼含水率升高。试验考察了不同螺杆转速对泥饼含水率、处理量等的影响,结果见图2。

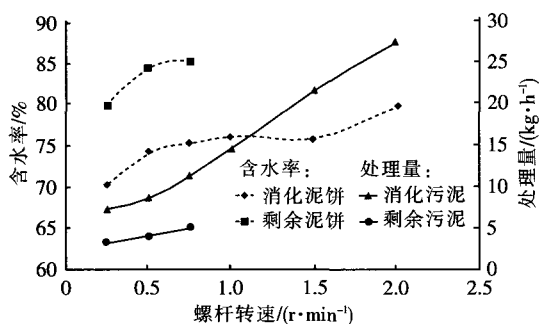


图2 螺杆转速对污泥处理效果的影响

Fig.2 Effect of screw speed on treatment efficiency of sludge

由图2可知,对消化污泥来说,在确保泥饼含水率 $<80\%$ 的情况下,将螺杆转速从0.25 r/min逐步提高至2 r/min,污泥处理量可从7 kg/h提升至28 kg/h;而对剩余污泥来说,由于其脱水难度较大,泥饼含水率高,所以螺杆转速最大只调到0.75 r/min,该工况下的污泥处理量为5 kg/h,泥饼含水率为85%。由此可知,无论是消化污泥还是剩余污泥,增大螺杆转速都会使其处理量有不同程度的提高,但是同时也会导致泥饼含水率升高。另外发现,随螺杆转速的升高,固形物回收率会有所降低,且剩余污泥的降低程度要大于消化污泥的。

2.3 压力对污泥脱水效果的影响

螺旋压榨式脱水机可以调节污泥压入的压力和外筒挤出口的压力,从而可以在一定程度上提高污泥处理量、降低泥饼含水率。试验分别考察了压入压力和挤出口压力对污泥脱水效果的影响,由于剩余污泥的脱水效果不理想,故只对消化污泥进行试验。结果表明,随着压入压力的提高,对污泥的处理量会有一定程度的增加,泥饼含水率有所降低,固

形物回收率也有所下降;随着挤出口压力的提高,泥饼含水率逐步降低,固形物回收率逐步提高。

2.4 经济分析

在螺杆转速为0.25~2 r/min、絮凝剂投配率为0.3%~0.59%的条件下,采用螺旋压榨式脱水机处理消化污泥,结果泥饼含水率为70.3%~78.0%、固形物回收率为90.9%~98.9%、处理泥饼量为34.1~100.6 kg/h。

依据上述试验结果,以处理干污泥量为30 kg/h(约相当于规模为60 000 m³/d的污水处理厂产生的污泥)的螺旋压榨式脱水工艺技术与目前常用的脱水工艺技术相比较,比较条件:污泥的种类为混合生污泥,污泥含水率为98.5%,纤维含量为20%。比较结果如下:

① 螺旋压榨式脱水机:质量为13.8 t,尺寸为7 590 mm×4 300 mm,脱水后的泥饼含水率为77%,能耗为88.8 kW·h/d,冲洗水用量为4 m³/d。

② 离心脱水机:质量为19.3 t,尺寸为7 700 mm×2 250 mm;脱水后的泥饼含水率为79%,能耗为2 529.6 kW·h/d,冲洗水用量为128 m³/d;维修费是螺旋压榨式脱水机的6倍。

③ 带式压滤机:质量为26.8 t,尺寸为6 000 mm×4 000 mm;脱水后的泥饼含水率为79%,能耗为178.8 kW·h/d,冲洗水用量为648 m³/d;维修费是螺旋压榨式脱水机的2倍。

综上可知,螺旋压榨式脱水机与同规模的离心脱水机相比,节能为2 440.8 kW·h/d,若电费按0.65元/(kW·h)计,则每年节约电费约为58万元;节水为124 m³/d,若再生水费按1.0元/m³计,则每年节约水费为4.5万元;每台节约钢材5.5 t,节省占地6.7 m²。与带式压滤机相比,螺旋压榨式脱水机节能为90 kW·h/d,每年节约电费为2.1万元;节水为644 m³/d,每年节约水费为23.5万元;每台节约钢材13 t,节省占地15.3 m²。当达到相同的泥饼含水率时,螺旋压榨式脱水机较同规模的离心脱水机、带式压滤机可节约20%以上的絮凝剂量。

3 结论

① 调节螺旋压榨式脱水机的絮凝剂投配率、螺杆转速、压入压力、压出压力等参数,可使其达到最佳的脱水处理效果。对于消化污泥,当絮凝剂投配率为0.51%时,脱水后泥饼含水率为70.3%、固

(下转第72页)

的去除率最高,达到84.5%以上。这说明当含铁率为6%时,污泥活性最高,因此,生物铁法中三价铁的投加量可按污泥含铁率为6%计。

2.3.2 水力停留时间

生物铁反应器稳定运行后,考察了水力停留时间对处理效果的影响。结果表明,出水COD浓度随HRT的延长呈直线下降的趋势,至最后趋于稳定;当HRT为12 h时,出水COD降至178 mg/L,去除率为83.8%;当HRT>12 h时,对COD的去除率基本稳定,说明维生素B₁生产废水中含有极难生物降解的有机物,或是生物铁活性污泥法对有机物的去除是有限的,并非HRT越长则去除效果越好。

另外,对NH₄⁺-N、NO₃⁻-N和NO₂⁻-N的监测结果显示,NH₄⁺-N浓度随HRT的延长呈明显下降的趋势,当HRT为12 h时,出水NH₄⁺-N降至3 mg/L,去除率为97.3%;与此同时,出水的NO₃⁻-N和NO₂⁻-N浓度一直维持在10 mg/L以下,并未随NH₄⁺-N的减少而大量增加。这可能是由于生物铁反应器中大量好氧颗粒污泥的存在,形成了有利于实现同步硝化反硝化的微环境。

2.3.3 溶解氧(DO)浓度

当HRT=12 h时,考察了不同的溶解氧浓度对生物铁反应器去除污染物的影响。结果表明,出水COD浓度随DO浓度的升高而呈现先降后升的趋势。当DO浓度为3 mg/L时对COD的去除效果最好,出水COD为171 mg/L,去除率为84.5%;当DO

浓度>3 mg/L时,对COD的去除率逐渐降低。这说明,当DO浓度>3 mg/L时,氧的转移速率降低,生物铁活性污泥中的部分微生物进入了自身氧化阶段,从而使其处理有机物的能力受到了较大影响。

3 结论

① 硝基苯类化合物是该维生素B₁生产废水中主要的有机污染物。

② 厌氧复合床/生物铁串联系统的最佳运行参数:厌氧复合床的HRT为12 h,反应温度为35℃,pH值为7.5;生物铁反应器中污泥含铁率为6%,HRT为12 h,DO浓度为3 mg/L。

③ 在最佳运行条件下,当进水COD和SO₄²⁻浓度分别为2 836、1 250 mg/L时,出水COD和SO₄²⁻浓度分别降至171、137 mg/L,满足《污水排入城市下水道水质标准》(CJ 3082—1999)的要求。

参考文献:

- [1] 李军,杨秀山,彭永臻. 微生物与水处理工程[M]. 北京:化学工业出版社,2002.
- [2] Silva A J, Varesche M B, Foresti E, et al. Sulphate removal from industrial wastewater using a packed-bed anaerobic reactor[J]. Process Biochem, 2002, 37(9): 927-935.

电话:(021)65985675 15900810933

E-mail:fengleiyu2001@yahoo.com.cn

收稿日期:2008-12-25

(上接第68页)

形物回收率为98.89%;对于剩余污泥,当絮凝剂投配率为0.94%时,脱水后泥饼含水率为82.5%、固形物回收率为92.46%。螺旋压榨式脱水机对污泥的处理效果较带式脱水机有很大提高。

② 螺旋压榨式脱水机具有以下优点:可以改变螺旋转速以调整泥饼含水率与处理量;动力小且节能;结构简单且轻便;低速旋转,无噪音和振动;滤网为不锈钢制,不易堵塞,容易清洗恢复;结构密闭,臭气问题易解决;清洗用水量少。

参考文献:

- [1] 任铁,孙晓,张晓东. 螺旋脱水机在污水处理中的应用[J]. 环境工程,2008,26(2):84-85.
- [2] 李文岩. 螺旋脱水机与带式压滤机的比较[J]. 工业用水与废水,2007,38(4):112-113.

电话:13810881375

E-mail:bjlitong@foxmail.com

收稿日期:2008-12-17