

热干化工艺处理工业区污水处理厂剩余污泥

孙启元^{1,2,3}, 江娟^{1,3}, 郭绍英⁴, 汪清环^{1,3}, 刘建津⁵, 郑育毅^{1,2,3},
谢蓉蓉^{1,2}

(1. 福建师范大学 环境科学与工程学院, 福建 福州 350007; 2. 福建师范大学 环境技术开发与工程设计所, 福建 福州 350007; 3. 福建师范大学 环境科学研究所, 福建 福州 350007; 4. 武夷学院 生态与资源工程学院, 福建 武夷山 356300; 5. 福建清道夫环保科技有限公司, 福建 福州 350005)

摘要: 采用热干化工艺处理福建某开发区污水处理厂的剩余污泥, 处理能力为 12 t/d。一年多来的稳定运行结果表明, 该技术能快速降低污泥含水率至 30% 以下, 污泥减量率达 71%, 且干化过程中尾气的恶臭及二噁英指标均符合国家标准。该工程总投资为 226.67 万元, 运行成本为 195.62 元/t 污泥。

关键词: 剩余污泥; 热干化; 含水率; 减量

中图分类号: X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)12-0094-03

Treatment of Excess Sludge from Industrial Wastewater Treatment Plant by Thermal Drying Process

SUN Qi-yuan^{1,2,3}, JIANG Juan^{1,3}, GUO Shao-ying⁴, WANG Qing-huan^{1,3}, LIU Jian-jin⁵,
ZHENG Yu-yi^{1,2,3}, XIE Rong-rong^{1,2}

(1. College of Environmental Science and Engineering, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China; 2. Institute of Environmental Technology Development and Design, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China; 3. Institute of Environment Science, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China; 4. College of Ecology and Resource Engineering, Wuyi University, Wuyishan 356300, China; 5. Fujian Qingdaofu Environmental Protection Technology Co. Ltd., Fuzhou 350005, China)

Abstract: A sludge thermal drying process is adopted to treat excess sludge in a wastewater treatment plant in a development zone in Fujian Province. The treatment capacity was 12 t/d. The treatment result over one year shows that the thermal drying process could quickly reduce the water content of sludge to below 30%, and reduce the amount of sludge to 71%. The odor and dioxin index of exhaust gas in the drying process met the national standard. The total investment of this project is 2.266 7 million Yuan, and the operation cost is 195.62 Yuan per ton of sludge.

Key words: excess sludge; thermal drying process; sludge water content; sludge reduction

巨大的污泥产生量加之在政府环境治理需求面向效果服务的导向下, 污泥处置前的预处理工艺受

到了社会各界的高度重视。目前污泥预处理的主流方向有厌氧消化和干化技术。然而,由于政策法规与标准的滞后,以及资金短缺和技术瓶颈等因素,我国80%的污泥仍不能得到无害化处理。目前,我国65%的剩余污泥采取土地填埋手段,技术落后,不仅占用土地资源,还极易造成二次污染。众所周知,固体废物处理与处置遵循“减量化、无害化、资源化”的原则,当前污泥减量化是亟待突破的技术瓶颈。

污泥减量首要是提高脱水效果,目前公认较为有效可行的方法是污泥干化,而技术最成熟、应用最广泛的工艺是热干化技术^[1]。

1 工程概况

福建某开发区是以汽车制造为主导的工业园区,主要发展汽车、机械、电子等产业。工业园区配套建设了1座处理量为 $1.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的污水处理厂,采用“物化预处理+改良型 Carrousel-2000 氧化沟+化学除磷”的组合工艺处理园区工业废水和生活污水。污水厂至今已投产十余年,运行稳定,出水水质达标,但是伴随着产生了大量的剩余污泥,以脱水后含水率为80%计,泥量达4 000 t/a。

由于工业园区污水中含有Cr、Ni、Cu、Zn等多种重金属,污水处理厂所产生的污泥被定性为危险固废,处置出路受限和处置费用高使得大量污泥滞留暂存在厂区危险固废仓库。为此,污水处理厂在常规的污泥脱水基础上,在厂区内建设了一套处理量为12 t/d、含水率为80%的污泥热干化系统,将污泥含水率降至30%以下。

污泥热干化系统依托污水厂,建设用地为120 m^2 ,包括热干化系统、冷却造粒系统、供热系统、尾气净化系统和集中控制系统等。

工艺流程见图1。

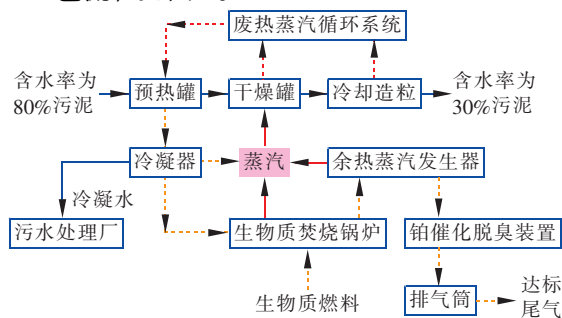


图1 污泥热干化工艺流程

Fig. 1 Flow chart of sludge hydrothermal drying process

2 主体工程

2.1 热干化系统与冷却造粒系统

热干化系统由热尾气预热、干化造粒两个单元组成。含水率为80%的污泥经计量后定量进入热尾气预热罐,在此,由干化造粒系统循环利用的废热蒸汽对污泥进行预加热,为后续干化缩短加热时间,并进一步降低泥饼含水率。当后续的干燥罐排空时,预加热到一定温度的泥饼会由无轴螺旋送料器自动送入干燥罐,预热罐排放的废气进入废气处理系统。预热罐直径为1.2 m,有效高度为2.0 m,装配动力为22 kW,泥饼预热时间 $\geq 60 \text{ min}$ 。

干化系统为立式干燥罐,罐内安装有高速气旋刀片和搅拌提升叶片,罐外通入165 $^{\circ}\text{C}$ 蒸汽。经预热的污泥进入干燥罐后,被气旋刀片甩到蒸汽加热的罐体侧壁上,形成薄膜状污泥,污泥中水分被迅速加热、蒸发。蒸发变轻的污泥会从罐壁滑落,提升搅拌叶片将罐底污泥又一次送到气旋刀片上,并甩到罐壁,实现高速循环的热干化过程。在含水率接近50%的临近胶团状态时,污泥在高速循环中破碎,进而以污泥颗粒形式在干燥罐内高速不断与热壁接触、碰撞,彻底完成热干化脱水过程。干化系统为序批式运行,每个运行周期为150 min。干燥罐直径为1.2 m,有效高度为2.4 m,装配动力为30 kW,高速旋转的主轴设计转速为200 r/min,旋切后污泥离心速度为10~30 m/s。

预计干化造粒系统出料的污泥含水率 $\leq 30\%$,干燥罐废气引到污泥预加热系统,充分利用余热,节约能耗,降低运行成本。

2.2 尾气净化系统

在热干化系统运行过程中,由于将干燥罐热尾气循环到预热罐中利用,因而只在预热系统排放恶臭尾气。在整个体系中,最高温度是干燥过程保持在180 $^{\circ}\text{C}$ 以下,即污泥未直接与高温热源接触,可有效控制干化过程二噁英的产生,因此排出的尾气主要是水蒸气,含有少量粉尘和恶臭气体。尾气引风机抽出冷却,冷凝分离为污泥蒸馏水和臭气。

臭气引入项目配套的生物质锅炉炉膛,以10 m/s的速度在850 $^{\circ}\text{C}$ 高温下燃烧,形成的高温烟气经余热蒸汽发生器回收余热后,由铂催化脱臭装置进行脱臭处理,达标后经12 m排气筒高空排放。

2.3 供热系统

热干化过程所需的热蒸汽由1台45万卡(1 cal

=4.2 J)生物质锅炉供应。生物质燃料主要成分为木屑,经高压造粒而成,该燃料硫分极低,清洁、环保,而且价格便宜。蒸汽系统配套的设施还有余热蒸汽发生器、循环水水箱、热循环控制柜、尾气引风机和 $\varnothing 250$ mm的12 m烟囱。

3 运行效果与成本、效益分析

3.1 污泥干化效果

该工程设施建成并投入运行已有1年多,根据生产需要,设施可间歇或连续运行,进料、干化、热蒸汽等系统运行自动化程度高,干化后污泥含水率达到设计要求。对于处理前含水率为80%的污泥,经热干化脱水,出料污泥含水率保持在20%~30%,减量比例高达71.4%,效果非常稳定。干化前后的污泥对比见图2。

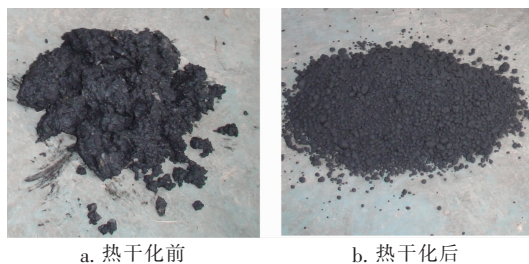


图2 污泥热干化前后的对比

Fig. 2 Comparison of sludge before and after thermal drying

3.2 废气处理效果

污泥热干化过程主要污染物是臭气尾气,成分复杂,尤其是含有二噁英。干化臭气处理经生物质锅炉850℃高温焚烧,再由铂催化脱臭装置处理后高空排放。由具有二噁英指标检测的CMA资质单位监测结果显示,排放尾气的二噁英浓度为0.051 ng-TEQ/Nm³,低于当前全球最严格标准(0.1 ng-TEQ/Nm³)。由此可见,该热干化系统技术先进,污泥热干化过程中排放尾气污染可控,二噁英完全达标。

3.3 成本分析

该项目利用了污水处理厂空地和供电、供水系统,节约了一定的建设费用。该工程直接总投资为226.67万元,其中土建工程费为26.64万元,设备费为155.20万元,安装工程费为16.12万元,包括管理费、调试费、设计咨询费、建设监理费及预备费

等的第二部分工程建设其他费为28.71万元。平均运行成本为196.62元/t污泥(含水率为80%),其中生物质燃料费为84.45元,水电费为48.17元,人工费为44.44元,日常维护费为19.56元。

3.4 效益分析

该项目实现了污泥的减量化,热干化将污泥从含水率为80%降至30%以下,即每吨80%污泥干化后质量仅余约300 kg。由于该污水厂剩余污泥定性为危险固废,外协处置费用单价为1500元/t。热干化减量后,12 t/d污泥的处置费用可节省1.025万元/d,全年共可节约374万元。

4 结语

从已建成并运行一年多的12 t/d剩余污泥热干化工程案例可知,该技术安全可靠、效果稳定、效益良好,可作为各类废水污泥的深度脱水处理工艺。但从196.62元/t污泥的运行成本分析,它除了在特种污泥(如危险固废)处理中可表现出一定经济效益之外,对于市政污泥,应考虑通过处理规模大型化来降低运行单位成本,保证工程具有一定的经济可行性。

参考文献:

- [1] 丘锦荣,吴启堂,卫泽斌,等. 城市污泥干燥研究进展[J]. 生态环境,2007,16(2):667-671.



作者简介:孙启元(1986-),男,黑龙江双鸭山人,博士,硕士生导师,主要从事水污染控制与固废处理研究工作。

E-mail:minglei_2008@126.com

收稿日期:2017-03-20