

污泥薄层干化技术在炼厂剩余污泥处理中的工程应用

任发林

中海油惠州石化有限公司健康安全环保中心

DOI:10.12238/eep.v8i1.2487

[摘要] 为持续降低固体废物产生量,积极助力推进“无废城市”建设,探索固体废物减量化技术,结合南方某炼油厂新建三泥处置及余热利用装置实际应用工程案例,通过分析炼厂剩余污泥来源、脱水方式、干化方式和污泥干化工艺类型,经过对剩余污泥脱水方式选择与污泥干化设备选型优缺点对比,分析炼厂脱水剩余污泥选择薄层干化减量化技术特点、实际运行效果和处置成本优势。该技术在炼厂应用实践证明,污泥薄层干化技术能在炼厂显著降低污泥含水率至35%以下,污泥减量化达78%以上,实现固体废物资源化利用,有效降低企业处置成本,并确保现场“零”污染事故发生,有效降低操作人员劳动强度。在城市生活污水处理过程中,该技术同样值得推广与应用。

[关键词] 薄层干化; 炼厂; 剩余污泥; 减量化

中图分类号: S141.6 **文献标识码:** A

Engineering application of sludge thin-layer drying technology in refinery surplus sludge

Falin Ren

Health, Safety and Environmental Protection Center of CNOOC Huizhou Petrochemical Co., Ltd.

[Abstract] In order to continuously reduce solid waste production, actively promote the construction of “Waste-free city”, explore the reduction technology of solid waste, combined with a new refinery in South China three sludge disposal and waste heat utilization plant practical application engineering case, by analyzing the source, dewatering mode, drying mode and the type of sludge drying process, the advantages and disadvantages of the dewatering mode selection and the type selection of sludge drying equipment were compared, this paper analyzes the technical characteristics, practical operation effect and disposal cost advantage of dewatered excess sludge reduction by thin layer drying. The application of the technology in the refinery has proved that the sludge thin-layer drying technology can significantly reduce the water content of the sludge to less than 35% and the sludge reduction to more than 78% in the refinery, thus realizing the resource utilization of solid waste, effectively reduce the cost of enterprise disposal, and to ensure that the site “Zero” pollution accidents, effectively reduce the labor intensity of operators. In the process of urban domestic sewage treatment, this technology is also worthy of promotion and application.

[Key word] Thin layer drying; Refinery; Excess sludge; Reduction

引言

炼油厂在原油炼制过程中产生的污水经污水处理场预处理、生化处理、深度处理等净化后达标排放。含油污水在进行各项处理过程中产生的调节罐、事故罐底部沉积油泥,各种气浮装置产生的浮渣,生化池脱水剩余污泥等被俗称为“三泥”^[1]。“三泥”一般具有成分复杂、含水率高、含油、恶臭等特点,不易进行深度处理,往往采取填埋或焚烧等方式进行处置,造成企业经济成本增加,环保风险加大。南方沿海某炼厂通过新增三泥焚烧装置对该企业自身产生的“三泥”进行减量化处置,极大降低了企业的经济成本和环保风险。但因脱水剩余污泥其含水

率高,热值较低,不适宜直接焚烧处置,新增一套污泥薄层干化系统对剩余污泥进行干化,干化后污泥含水率降低至35%以下送至焚烧炉焚烧。通过对薄层干化系统投用一年的运行参数进行研究,分析薄层干化技术在炼厂剩余污泥减量化方面的实际应用效果^[2]。

1 炼厂剩余污泥来源

炼油污水场剩余污泥来源于生化处理单元。含油污水经过预处理后进入污水处理场生化处理段,在此过程中利用曝气池中悬浮生长的各种微生物分解污水中各种有机污染物,对污水进行净化。在污水净化过程中微生物自身得到增殖,为维持活性

污泥系统的稳定运行, 增殖的微生物从二次沉淀池排出系统外形成剩余污泥。该部分剩余污泥含水率较高, 一般为99%~99.5%, 相对密度接近于1, 挥发性固体含量高, 几乎都是有机物^[3], 如图1所示。

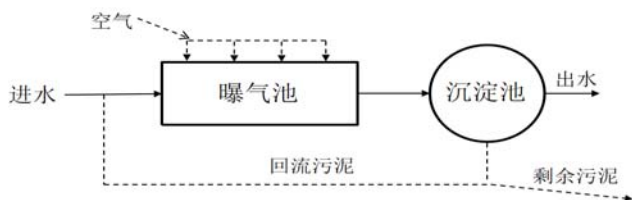


图1 剩余污泥来源示意图

为降低剩余污泥的含水率, 一般剩余污泥自沉淀池排出后进入污泥浓缩池。污泥浓缩常用的方法有重力浓缩、气浮浓缩等。污泥浓缩是通过缩减污泥的间隙水, 达到降低污泥含水率、减少污泥体积的有效方法。一般用作污泥机械脱水前的预处理, 主要目的是初步降低污泥含水率, 浓缩后的污泥呈糊状, 仍保持较好的流动性, 含水率一般为95%~97%^[3]。该炼油厂分为一期、二期建设, 一期设置有重力浓缩池, 二期设置有气浮浓缩池, 剩余污泥经浓缩后泵送至离心脱水机进行脱水处理。

2 剩余污泥脱水方式

剩余污泥脱水是污泥浓缩后的下一步工艺。该工艺是将呈流体状态的浓缩污泥再进一步进行处置, 使污泥转化为半固态或固态, 使用不同的脱水方式和设备, 脱水后污泥的含水率可降低至55%~85%。污泥脱水后一方面缩小了污泥体积, 便于污泥运输和处置, 另一方面降低了企业处置成本。污泥脱水根据是否需要外力介入, 可分为机械脱水和自然脱水两类^[3]。

自然脱水是利用阳光、风力等自然因素使污泥中的水分自然蒸发。这是一种简便经济的脱水方法, 适用于气候干燥、用地不紧张的地区。污泥在自然条件下蒸发水分, 但这种方法脱水周期较长, 受气候条件影响较大, 不便于大规模及连续生产的企业。

机械脱水的方法有真空吸滤法、压滤法、离心法, 主要设备有真空过滤器、板框压滤器、带式过滤器、离心机等。这种方法适用于各种类型的污泥, 具有连续运行、操作平稳、自动化程度高等优点。机械脱水是石油化工企业常用的污泥减量化技术。

该炼厂污泥脱水采用离心脱水机方式进行连续生产, 具体工艺流程为经过沉淀浓缩以后的污泥与稀释成一定浓度的高分子絮凝剂在管道混合器中混合后, 污泥中的悬浮固体微粒絮凝成絮状团块, 并分离出自由水。悬浮液通过空心螺旋杆中央的进料管进入转鼓, 转鼓转速通常设置在3000r/min左右, 进入转鼓后的密度较大的污泥颗粒被高速旋转的转鼓产生的离心力甩贴在内膜上形成固环层, 密度较小的水分在固环层外侧形成液环层。转鼓和转子由于差速器的作用实现不同的速度, 利用转子和转鼓的相对运动将污泥从混合区向输送区推送, 最终从转鼓喷嘴排出。液环层的澄清液体由转鼓圆柱端的液位调节堰板溢流

出来, 通过管道收集至滤液储池。离心脱水后的剩余污泥含水率约80%~85%, 通过螺杆泵或柱塞泵输送至污泥料仓暂存。

3 剩余污泥干化方式

3.1 污泥干化工艺类型

剩余污泥干化是为了进一步去除污泥中的水分, 增加污泥热值。干化工艺根据干化产品含水率的不同划分为: 全干化和半干化。

全干化要获得很高的干度, 污泥含水率越低, 水分蒸发越困难, 所需设备蒸发面积越大, 能源投入随之增加。半干化最终产品含固率低, 干燥器内部湿度大, 因此在处理效率、能耗、安全性等各方面比全干化具有一定优势。在实际工程中, 污泥最终处置方式对污泥含固率的要求是不同的, 应根据产品处置要求确定干化程度。该项目采用半干化法对污泥进行干化处理, 干化后污泥含水率约为30%~35%。

3.2 污泥干化设备类型

污泥干化设备根据加热介质与污泥接触的方式的不同, 污泥干化可分为直接加热式和间接加热式^[4]。

直接加热式是将加热介质与污泥直接进行接触混合, 使污泥得以加热, 水分得以蒸发并最终得到干污泥产品, 是对流干化技术的应用。间接加热是将蒸气、导热油等介质传递加热器壁, 从而使器壁另一侧的湿污泥受热、水分蒸发而加以去除, 是传导干化技术的应用^[5]。目前石油化工行业主要采用间接加热技术对污泥进行干化, 主要的干化设备有: 桨叶式干化技术、带式干化技术及薄层干化技术等。该项目剩余污泥属于炼油污水处理剩余污泥, 考虑到安全性问题, 选用薄层干化技术。

3.3 薄层干化设备工艺流程

污泥薄层干化装置分为三部分: 污泥干化、干污泥输送及贮存、尾气冷凝处理。

3.3.1 污泥干化

该项目薄层干化机规格型号为NDS-4000, 外壳材质选用欧标P265GH的耐高温锅炉钢, 与污泥接触部分内壁采用Naxtra-700高强度结构钢覆层材料, 具有较高的耐磨、防腐性能, 转子和叶片采用SS316L材质^[6]。首先污泥进料泵将含水率85%的湿污泥送入干化机入口端, 进入卧式薄层干化机的湿污泥被转子上的叶片迅速卷起并连续分布于热壁表面形成薄层, 转子上安装的不同类型和角度的叶片实现了污泥在热壁表面的布料、摊附、搅拌、破碎、输送等功能。叶片在对热壁表面的湿污泥不断翻动的同时, 转子上安装的带有输送功能的叶片伴随着转子的圆周转动, 使半干污泥颗粒向前运动到薄层干化机的污泥出口处, 将其向前推送到出泥口。在此过程中, 污泥中水分被加热蒸发为水蒸汽, 水蒸汽在干化机内部与污泥逆向运动, 最终由污泥进料口上方的乏汽箱排出^[7]。

3.3.2 干污泥输送及暂存

自干化机产出含水率35%的污泥进入干污泥冷却器, 干污泥冷却器为带夹层的双轴螺旋, 主体材质为SS30408, 电机功率7.5kw, 采用变频控制。干污泥冷却器壳程通入循环冷却水, 进入干污泥

冷却器的污泥和循环冷却水间接接触后温度由90℃冷却至50℃以下,然后干污泥进入星型卸料阀。卸料阀实现干化系统与后续输送系统隔离,均匀给料,同时由于其特殊设计具备自清洁功能。干污泥自卸料阀排出后进入刮板输送机,通过刮板输送机及输送螺旋将干污泥输送至焚烧炉的回转窑的进料螺旋口,当焚烧炉停运时可送至干污泥料仓暂存后装车外运处理。

3.3.3 尾气冷凝处理

污泥中蒸发的水蒸汽从薄层干化机顶部排出进入冷凝器,冷凝器为SS30408材质的下粗上窄直筒型容器,底部补充有新鲜水。通过循环喷淋方式进行冷却洗涤,冷凝液与循环液经循环喷淋泵提升进入板式换热器冷却后,大部分返回喷淋冷却器重复使用,少部分排出至污水场废水池,排出量由喷淋冷却器内液位计连锁调节阀自动控制。板式换热器以循环冷却水为冷却介质对冷凝液进行降温。经洗涤后的不凝气体,进入凝液分离器,经不凝气风机加压后送至焚烧炉焚烧,当焚烧炉停运时可送污水场废气处理设施。

4 薄层干化运行效果分析及污泥处置费用对比

通过对污泥薄层干化系统近一年的运行情况跟踪,该工艺运行稳定。正常运行时系统氧含量均在1%以下,整体呈负压运行状态,有效避免了干化过程中的臭味产生,污泥干化产生的尾气经水洗冷凝后废气产量极低。利用DCS系统可进行全自动化控制,系统运行后只需日常巡视即可。每年仅需要一次抽芯检查,检修周期约7天。

2023年该项目污泥薄层干化机共计处置剩余污泥约8000吨,产出干化后污泥约1700吨,干化污泥平均含水率均在30%以下,减容率达78.57%,减量化效果明显。因污泥干化使用蒸汽均为焚烧系统副产蒸汽,可不计入运行成本,结合当前脱水污泥外运处置价格,仅2023年当年剩余污泥干化处置后即节省成本近566余万元。脱水剩余污泥经干化处置后达到减量化和稳定化的目的,有效降低了现场操作人员的劳动强度^[8]。

5 薄层干化运行注意事项

薄层干化机由于其自动化运行程度高,在设计时通过将启停机程序写入DCS系统设置为一键启动,运行现场无异味产生,整体运行故障率极低。但在运行过程中也应注意以下事项:

5.1 严格按照设备操作规程进行操作

严格按照干化机启停机要求进行操作,在预热阶段、保温阶段、加热阶段要确保时间充足,避免产生因预热不足导致的干化机内部刮刀片和外壁因受热不均匀导致的刮蹭、异响或干化机电机无法启动等情况。

5.2 严格控制进料污泥含水率

严格控制干化机入口污泥含水率,确保进口污泥含水率在工艺要求范围内。如因入口污泥含水率过高可导致出口污泥含水率增加,蒸汽消耗加大,后续输送系统水汽过大,导致输送系统出现异常故障。

6 总结

通过对污泥薄层干化工艺在炼厂实际工程应用的跟踪调查,其在减容率、安全性、自动化控制程度、设备运行周期等均能满足炼化企业脱水剩余污泥减量化的需要,符合国家产业化政策,积极助力“无废城市”建设。但应充分考虑其污泥干化后配套的焚烧系统的建设,通过和焚烧系统合建,利用焚烧系统产生的余热蒸汽方能最大发挥其经济效益。同时,积极开展污泥危险性鉴别,实现污泥减量化、资源化综合利用。

[参考文献]

[1]穆亦欣,李开红,聂春梅.工业污水处理混合污泥与浮渣的药剂量评价[J].炼油与化工,2023,3(34):36-38.

[2]杨榕榕.铁修饰污泥生物炭对城市剩余污泥调理-脱水-热解的影响研究[D].重庆三峡学院,2021.

[3]朱南文,徐华伟.国外污泥热干燥技术[J].给水排水,2002,8(001):16-19.

[4]郭淑琴,孙孝然.几种国外城市污水处理厂污泥干化技术及设备介绍[J].《给水排水》,2004,06(10):34-37.

[5]程俊梅.石油化工剩余活性污泥干化技术探讨[J].《安全、健康和环境》,2016,16(7):38-41.

[6]时永前.天津石化污泥干化装置运行分析[J].石油化工安全环保技术,2014,30(04):45-47+7.

作者简介:

任发林(1979--),男,汉族,四川遂宁市人,本科,中海油惠州石化有限公司健康安全环保中心环保管理工程师,中级,从事环保管理以及固体废物治理和信息化建设等研究方向。