

城市污水处理厂污泥处理处置技术路线

——以湖南省星沙污水处理厂设计为例

高靖雯¹ 李强² 彭红益¹

1. 中建五局土木工程有限公司; 2. 中机国际工程设计研究院有限责任公司

摘要: 随着城镇化的加快, 城市污泥的产量大幅度增长, 选取合适的污泥处理处置技术是避免污泥对环境造成污染的重要手段。^[1] 本文以湖南省星沙污水处理厂为例, 对污水厂污泥处理方案进行了分析比选并对星沙污水处理厂的污泥处理设计进行了总结。

关键词: 污水处理厂; 污泥处理; 深度脱水; 设计

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2020.11.341

引言

在当今的时代, 我国城镇化发展越来越好, 基础设施建设不断发展, 污水排放量也日益增长。污水处理越来越受到各方重视, 污水处理出水标准从全国到地方都一再提高。但与污水处理形成明显反差的是, 污泥处理处置的实际情况不容乐观^[2]。妥善地对污水厂的污泥进行处理处置, 是我们实现“绿水青山”目标的重要工作内容。

一、污水厂现状简介

星沙污水处理厂现有处理规模为 $18 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 分三期建设, 纳污范围内部分为合流制, 部分为雨污分流制。一期工程2003年6月投入运行, 设计规模 $8 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 采用厌/缺氧池+氧化沟工艺。二期工程2009年投入运行, 设计规模 $4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 采用CASS池工艺。三期工程2015年投入运行, 设计规模 $6 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 采用改良型AAO生化池工艺。经过提标改造, 目前出水水质为一级A标准。

二、现状污水厂存在的问题及建设目标

目前一二期共用污泥脱水机房, 污泥每天处理后的污泥量约16t~18t, 含水率约50%~60%, 三期原设计的污泥脱水机房暂时未运行, 新建了一座污泥脱水机房, 其处理后的污泥量约16t~18t, 含水率约50%左右。根据实际的运行情况, 由于近期地铁施工等原因, 污水的含泥量有较大的增长, 两座污泥脱水机房的运行能力不足, 难以满足目前的污泥处理能力要求。

由于污泥系统的制约, 二沉池的污泥不能及时排至污泥脱水机房进行处理, 只能通过增大污泥回流将污泥送至生化池, 这导致生化池的污泥负荷太高, 达不到原设计参数, 导致运行效果欠佳, 进而使污水厂实际运行无法达到原设计水量。因此第四期扩建工程亟须建设一套能力足够、效果好的污泥处理系统。

根据本项目情况, 本工程建设污泥脱水机房1座, 处理规模包括四期生化处理(规模 $7.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 总变化系数1.3)剩余污泥、深度处理高效沉淀池及反硝化滤池(规模 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 总变化系数1.3)污泥、外溢雨污水处理系统(规模 $50 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)污泥; 并考虑将三期污泥螺杆泵、高压板框压滤机及压榨泵等污泥处理设备搬迁至本新建污泥脱水机房。

本项目污泥脱水后泥饼最终处置为运送至生活垃圾填埋场卫生填埋或用于制砖, 因此污泥脱水后含水率要求低于50%。

三、污泥处理方案分析比选

污水处理厂典型污泥处理工艺为: 剩余污泥→污泥浓缩→污泥稳定→污泥脱水→泥饼。污泥须经过浓缩、消化稳定、脱水三个处理步骤, 含水率降至50%以下, 最后达到稳定状态。

(一) 污泥稳定及浓缩处理工艺

本工程生化段采用A²/O工艺, 污泥负荷低, 污泥龄长, 污泥已接近稳定, 可不经消化直接浓缩、脱水。

污泥重力浓缩时间过长经常导致厌氧释磷, 上清液中磷的浓度很高, 增加了除磷成本, 因此重力浓缩不适合生物除磷工艺产生的剩余污泥。气浮浓缩设备多、运行费用高, 而且上述两种污泥浓缩方式需要较大占地面积, 故本工程采用占地小、效果好的叠螺浓缩机对污泥进行机械浓缩处理。

(二) 污泥脱水工艺

城镇污泥中通常含有自由水(间隙水)、毛细水、表面吸附水和内部结合水等四种形态的水分, 后三种都是受束缚的结合水。采用常规机械方式(如离心、带式等)对城镇污泥进行脱水处理, 只能使其含水率降至80%左右, 因其剩余水分主要为结合能较高的结合水, 无法继续进行机械脱除。

根据污泥的最终处置方式要求, 污泥泥饼含水率须小于50%。为了达到这一要求, 无论是分段脱水(99.2~98%→80%→50%)还是直接脱水(99.2~98%→50%), 都存在许多弊端。其中的污泥调理环节, 石灰法存在投药量大、污泥增重较多、防腐等级高、运行费用不经济等问题, 投加菌胶团又难以达到50%含水率。热干化的高能耗问题进一步导致了高运行成本。电渗透也存在高投资、高成本、难维护的问题。

针对上述工艺存在的问题, “MCP脉冲微波调理+高压隔膜压滤城镇污泥绿色深度脱水”工艺利用高功率脉冲微波与少量无害、无腐蚀性的绿色添加剂协同对高含水污泥进行物化调理, 产生“改性”“破壁”“破乳”效果, 使得结合水的比例大大降低, 其大多转化成为自由水或使其结合能大幅降低。配套后续的常规机械压滤步骤, 可以达到深度脱水及灭活除臭的目标, 较好地实现了污泥的减量化、稳定化和无害化, 泥饼含水率可降至50%以下。

MCP脉冲微波调理+高压隔膜压滤城镇污泥绿色深度脱水”工艺主要特点如下: 1) 脱水效果优良, 兼具杀灭虫卵、微生物及除臭; 2) 不添加生石灰、三氯化铁等常规调理剂, 仅使用少量不增固、不减热值、无腐蚀的“绿色”添加剂, 为后端资源化处置奠定基础; 3) 压滤液可直返污水处理系统, 无不良影响; 4) 生产周期较常规调理、压滤脱水工艺缩短一半; 5) 系统自动化程度高, 稳定可靠; 6) 操作环境友好, 无尘无害; 7) 投资省, 运营成本低, 占地少, 工期短。

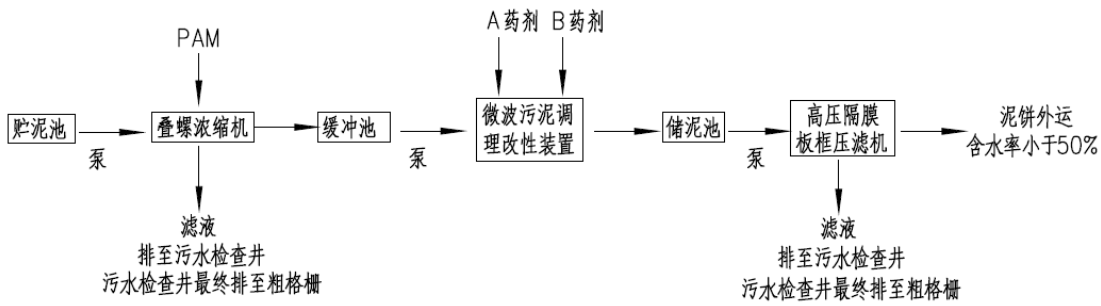
“MCP脉冲微波调理+高压隔膜压滤城镇污泥绿色深度脱水”工艺已在西安市第四污水厂污泥脱水技改工程、湘潭市污泥集中处置项目、星沙污水厂难脱水污泥之深度脱水处理与资源化处置省级示范工程等多个工程项目, 污泥含水率均可降至50%以下。综上所述, 本污泥脱水工艺选用“叠螺浓缩+MCP脉冲微波调理+高压隔膜压滤城镇污泥绿色深度脱水”工艺。本项目的污泥处理工艺流程如下:

四、污泥处理工程设计

(一) 污泥处理量

本污泥脱水机房接收四期生化处理(规模 $7.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 总变化系数1.3)剩余污泥、深度处理高效沉淀池及反硝化滤池(规模 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 总变化系数1.3)污泥、外溢雨污水处理系统(规模 $50.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)污泥。

四期生化处理最高日绝干污泥量13200kg/d, 污泥含水率99.4%, 湿泥量约2200m³/d。深度处理高效沉淀池最高日绝干污泥量1500kg/d, 污泥含水率99%, 湿泥量约150m³/d。深



污泥处理工艺流程图

度处理反硝化滤池最高日绝干污泥量4100kg/d，污泥含水率99.4%，湿泥量约683.3m³/d。外溢雨污水处理池污泥最高日绝干污泥量8400kg/d，污泥含水率97.0%，最高日湿泥量约280m³/d。

(二) 污泥处理设备配置及运行要求

本工程共设置2台同规模的叠螺浓缩机，浓缩机处理量为1200kg-DS/h，经过处理后，污泥的含水率降至约为97%。

本次四期工程选取高压隔膜板框压滤机过滤面积为400m²，设4台；三期搬迁过来的3台高压板框压滤机的过滤面积为200m²。高压隔膜板框压滤机运行周期为3.5h，其中污泥调理0.5h，进泥1.5h，压榨0.75h，卸料0.25h，其他0.5h。

污泥脱水机房设聚丙烯酰胺(PAM)一体化制备设备2台，PAM按绝干污泥量的0.2%设计计算其投加量，PAM按约1%的浓度制备溶液并进行投加，药剂投加的位置为浓缩机的预留管，储存区按PAM粉末30天的用量设计。

微波调理A药剂(主要为三氯化铁)采用液态制剂，塑料储罐容积为10m³，设4个，A药剂按绝干污泥量的8-15%计算，溶液投加至污泥调理箱，溶液当天配制，当天使用。

微波调理B药剂(主要为PAC)采用液态制剂，塑料储罐容积为10m³，设4个，B药剂按绝干污泥量的5-8%计算，溶液投加

至污泥调理箱，溶液由罐车运送至储存罐。

污泥池设1座分为2格，1格为缓冲池，有效容积64m³，置于叠螺浓缩机后，1格为储泥池，有效容积128m³，置于压滤机进泥泵前，污泥池设搅拌机和液位计，保证药剂与污泥充分反应，同时还能暂时储存部分待处理污泥。

污泥处理设备旱季时并联运行按照三班制(16h)，雨季时并联运行按照三班制(24h)。

五、结语

不同地区的污水厂污泥有不同的特性，如何经济、高效地处理污泥，需要结合各个地方、各个项目的特点确定。星沙污水处理厂的污泥最终用于卫生填埋或制砖，因此需要将污泥深度脱水至含水率降至50%以下。本工程的“MCP脉冲微波调理+高压隔膜压滤城镇污泥绿色深度脱水”工艺可作为污泥深度脱水处理的有效技术路线之一。

参考文献

[1]朱明璇,李梅,刘承芳,王永强.污泥处理处置技术研究综述[J].山东建筑大学学报,2018,33(6):63-68.
[2]胡维杰.我国污水处理厂污泥处理处置需关注的若干内容[J].给水排水,2019,45(3):35-41.

(上接第342页)

块超温报警及变频器跳闸切换工频的问题较为常见，导致问题发生的主要原因在于模块自身重量。再加之变压器运行环境不良。针对这种情况，宜通过安装制冷空调来控制温度、湿度及粉尘污染等条件，并对易发报警模块进行更换，实现对运行环境的优化。

(二) 及时处理元件老化

对于电厂中的风机、水泵等大功率高压设备，在长时间运行的背景下会出现电流波动大以及主板轻故障等问题，并且处理之后仍然发生变频器跳闸故障，这种情况下需要更换相应的插件，长期使用导致元器件老化，对于整个系统而言，性能会不稳定。因此，需要保障高压变频器所处环境的温度等因素，并且对于变频器的运行状况进行监测，及时调整、评估。

(三) 避免电磁干扰

电磁干扰会对电厂高压变频器的稳定运行带来较大的影响，同时也是导致故障发生的主要原因，甚至还会在电磁干扰下发出错误指令，出现无动作现象。因此在实际电厂系统中应用高压变频器过程中，需要对电磁干扰问题给予充分的重视，针对干扰源进行准确判断和检测，并积极采取有效的措施进行优化处理，具体可以将滤波器和电抗器等电子元件安装在高压变频器附件上，以此来达到削弱电磁干扰的目的。

(四) 优化参数设置

由于参数设置不合理时极易导致故障问题发生。因此在具

体使用风机及水泵高压变频器过程中，需要重视参数设置及对参数进行优化。具体切换时需要将风门关联至某一合适的位置处，并根据风机性能曲线，在具体风机变频器运行过程中，将机构开度调至85%，确保其运行的正常。另外，还可以通过实验和对速度基准和加减速时间进行计算，确保其设定的科学性和合理性。

五、结束语

在具体使用高压变频器过程中，其实现了辅机运行工艺的变革，不仅提高了辅机运行的效率，而且运行成本和运行过程中的能源消耗也大幅度下降。而且通过使用高压变频器，也有效的改变了风机、水泵等辅机系统的日常运行和维护方式。但在高压变频器使用过程中仍存在一些不足之处，还需要不断对其进行优化，进一步提高技术的可行性，确保达到较好的成本效益，以此来保证高压变频器运行的质量，为电厂系统的稳定性打下坚实的基础。

参考文献

[1]赵东辉,郭变清.浅析高压变频器在火电厂的应用[J].电工研究,2015(06):65-66.
[2]程中岳.高压变频器在电厂节能改造工程中的应用[J].中国标准化,2018(20):102-103.
[3]曹大军.电厂用电系统中高压变频器的应用[J].电气时代,2018(9):66-67.