

一体化气浮装置在水质净化厂改造工程中的应用

王 翼

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘 要:随着我国社会经济的发展,对环保要求的不断提高,城镇水质净化厂面临新一轮的提标排放任务。介绍了一种一体化气浮装置作为临时污水处理设备在水质净化厂不停水改造中的应用,包含了一体化气浮装置的安装、调试的实际情况,并将水质检测统计整理,证明了其工艺效果,通过对气浮装置使用过程中药耗、电耗的统计,对经济性进行了分析,为同类项目提供工程解决方案的参考。

关键词:一体化装置系统;不停水改造;水质净化厂

中图分类号: TU991.35

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)05-0217-03

0 引言

水处理工程中的气浮装置,工作原理是利用溶气系统,产生溶于水中的微小气泡,与水中的细小悬浮物絮体粘合在一起,悬浮物随微小气泡一起上升至水面,形成浮渣,使水中的悬浮絮体得到去除。同时由于水体中的有机物(COD)和总磷(TP)有一部分是以悬浮物(SS)或附着于悬浮物(SS)的形式存在的,大部分可以伴随悬浮物(SS)的去除而被同步去除。

气浮装置通过向水中通入大量微小气泡,实现固、液分离,具有自动化程度高、占地面积小、去除悬浮物效率高等特点^[1]。气浮装置可以安装在钢筋混凝土池体内,也可以安装在钢制池体内,在国内给水工程、污水处理工程、河道治理工程,已经有较多的应用,是一种成熟可靠的工艺。

近年来国家对水环境保护的要求逐年提高,从国家到各级地方政府层面都出台了一系列新的污水排放标准,从一级B标准到一级A以及更高的排放标准。排放标准的提高势必需要对现有的污水处理系统(土建、设备等)进行改造,在没有条件消纳多余污水的情况下,提标改造工程必然要满足不停水、不减产、不降低排放指标的前提条件。

本文介绍某水质净化厂提标改造工程中,一种一体化的气浮装置作为临时水处理设备,在水质净化厂不停水改造中的应用,为今后的类似工程提供

一些经验。

1 工程背景

某水质净化厂始建于1992年,经过三期工程建设,设计处理总规模为15万m³/d(目前高峰期实际为18万m³/d),污水处理工艺为A/A/O工艺。经过2008年提标改造工程,出水水质标准提高到《城镇水质净化厂污染物排放标准》GB 18918—2002一级A标准。

为满足《太湖地区城镇水质净化厂及重点工业行业主要水污染物排放限》DB 32/1072—2018的排放要求,需要对深度处理部分的V型滤池进行改造,改造期间要保证深度处理单元原设计过水能力,出水仍需满足《城镇水质净化厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级A标准。

需要改造的V型滤池共12组,每组的设计过流能力为1.25万m³/d,总变化系数1.3。改造时间为同年的6月到12月,根据工期、周边临时用地条件、改造期间的峰值流量及水质净化厂运行单位提供的单组滤池实际最大过流能力,最后按工期限制确定的滤池改造方案为每次3组,分4次进行。按上述改造方案,停掉3组滤池并充分挖掘剩余9组滤池的过流潜能,尚有有2万m³/d的污水无法通过滤池进行处理,因此在改造工程实施期间需要采用一套临时过滤设施来协助V型滤池处理多余的污水。在滤池全部改造完毕投入使用后,停用本套临时过滤设施,建设单位可以将其迁移至其余项目或地点继续使用。

2 工程方案及周边环境

本工程改造的V型滤池位于水质净化厂区内部,

收稿日期:2021-08-25

作者简介:王翼(1984—),男,硕士,高级工程师,从事总承包、结构设计工作。

临时过滤设备采用 DN700 的临时管道从滤池进水管位置取水,经过处理后的污水用管道送回滤池出水廊道,通过滤池中央出水廊道排放,考虑进出水的水头差,临时过滤设备设置在滤池东侧的施工临时用地上,见图 1。

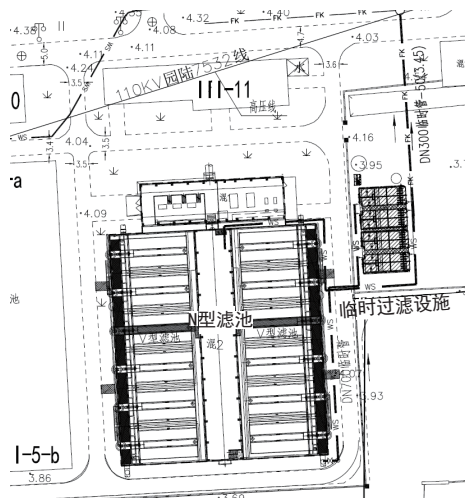


图 1 本工程项目位置示意图

污水厂设计建造年代较早,厂区内主路宽 4.5 m,支路宽 3.5 m,临时过滤设备只能通过 3.5 m 宽的支路运输至安放场地内,运输路径的上方有一根 110 kV 的高压线,因此无法采用吊车进行转运。

3 工艺方案

根据工程背景和周边条件,本次的临时过滤设备应具有以下特征:

(1)对 V 型滤池具有可替代性,能够高效的去除悬浮物(SS);

(2)整套设备应具备高度的集成性,池体结构采用钢结构,符合二次搬运和使用的要求;

(3)整套设施应占地面积小,钢结构池体应满足场地运输条件的限制条件。

根据以上要求,临时过滤设施最终选择了采用钢结构池体的高速离子气浮系统,处理能力为 2 万 m^3/d ,峰值系数 1.3。进出水水质控制要求见表 1。

表 1 设计进、出水水质要求

项目名称	SS/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	TP/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
进水/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	20~30	≤ 1.0
出水/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	< 10	< 0.2

处理工艺线的工艺流程见图 2。

工艺流程如下:

高效沉淀池出水至高速离子气浮处理单元;

在混凝剂混合区加入混凝剂,在助凝剂混合区中加入助凝剂,在高速离子气浮配水混合槽内与溶

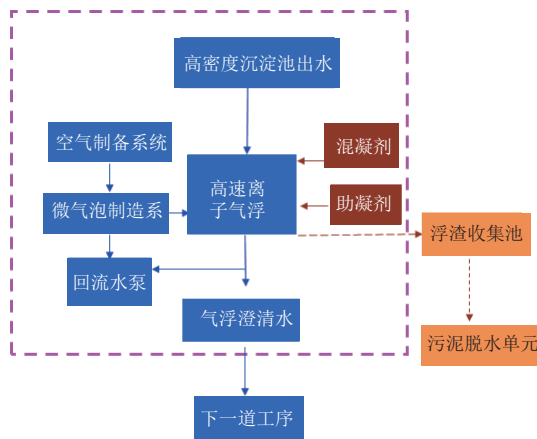


图 2 工艺流程图

气系统产生的正电荷集成微气泡吸附,桥联进入气浮布水系统;均匀分配地进入气浮池体分离区,进行固液分离;

固液分离之浮渣,自溢至收集槽后,自流至浮渣收集池,浮渣池液位到达设计高度后用排污泵排放至厂区放空管;

高速离子气浮澄清水排放至加氯接触池。

整套系统包含了 4 台高速离子气浮主机、1 套加药系统、1 套排渣系统、1 套空压机及储罐、1 套电气控制系统,安装完成后整体占地范围约 $12 \text{ m} \times 25 \text{ m}$ (包含设备周边进出水管)。

每台气浮主机外尺寸 $10 \text{ m} \times 3.8 \text{ m} \times 3.4 \text{ m}$,见图 3,包括钢结构池体、进出水调节闸阀、进水流量计、搅拌器、微气泡发生器、溶气装置、回流水泵、布水装置、集水装置、污泥排放槽、链板刮泥机、液位计等。

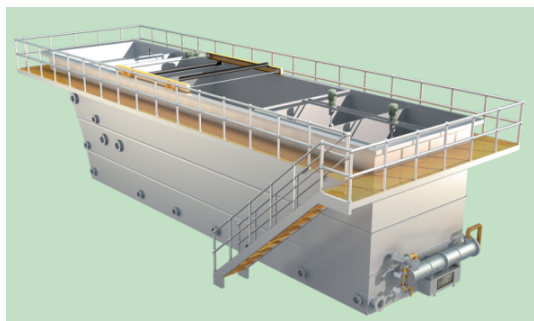


图 3 气浮主机效果图

加药系统包含了 1 台 PAM 泡药机及加药泵、1 个 20 m^3 的 PAC 储药罐、加药泵及相应的液位计、控制系统等。加药点位于 DN700 的临时管道上,在加药点后端的管道上设置了管道混合器。

4 安装、调试、检测情况

整套气浮装置从进场到安装调试完毕具备使用条件共用时约 25 d,安装完成后的设备整体效果见

图 4。气浮装置根据其工艺特点,基本不需要工艺调试,设备运行后出水清澈,对悬浮物的去除效果立竿见影,本次气浮装置的调试工作主要是用在了控制系统的优化完善使其符合运行单位的控制要求。



图 4 气浮装置安装完成整体效果

设备投运后为验证气浮装置的处理效果,设备商和运行单位分别进行了水质自检和抽检,检测结果见表 2;同时总包单位共委托了 7 次水质第三方检测,每次送检的水样是每天 11 点、13 点、15 点、17 点取四次水样组成的混合样,检测结果见表 3。

表 2 气浮系统水质检测结果一					单位:mg/L
	项目	COD	NH ₃ -H	TN	TP
07.19	进水	17	0.7	4.4	0.27
	出水	11	0.5	2.9	0.09
	去除率	35.29%	28.57%	34.09%	66.67%
07.21	进水	13.6	0.21	6.54	0.27
	出水	5.56	0.1	6.34	0.08
	去除率	51.76%	52.38%	3.06%	70.37%

表 3 气浮系统水质检测结果二						单位:mg/L
	项目	COD	NH ₃ -H	TN	TP	SS
07.19	进水	11	0.29	6.28	0.17	4
	出水	4	0.082	5.85	0.07	4L
	去除率	63.64%	71.72%	6.85%	58.82%	—
07.21	进水	16	0.243	6.55	0.27	4
	出水	5	0.046	6.70	0.07	4L
	去除率	68.75%	81.07%	0	58.82%	—
07.21	出水	15	0.025	6.27	0.13	4L
07.22	出水	18	0.148	8.66	0.12	5
07.23	出水	8	0.055	7.84	0.11	4
07.24	出水	13	0.068	9.24	0.19	4L
07.26	出水	8	0.065	9.09	0.06	4L

注:“L”表示未检出,“L”前面的数字表示是该方法的检出限值。

悬浮物(SS)检测采用的是重量法,因进水水质较好,基本检测不出悬浮物,但是 TP 和 COD 的检测结果(50%以上的去除率)可以验证气浮装置对悬浮物的去除效果是满足本项目要求的。在检测结束后

本套气浮装置正式投入运行,为后续 V 型滤池的改造提供了技术和生产上的保证。

5 经济性分析

本项目气浮装置在投运后,总包单位对其能耗(用电量)和药耗(PAM 和 PAC 用量)进行了全过程的跟踪统计。

在运行过程中发现上游高效沉淀池的 PAC 加药量较大,会有大量的剩余 PAC 进入后续的滤池和气浮装置,因此运行期间逐渐降低了气浮装置原设计的 PAC 加药量,5 个月的运行期间共用去了约 15 t 的 PAC 药剂,平均 100kg/d,是原设计 PAC 加药量的 1/6。

运行期间整套气浮系统处理水量约 1.85 ~ 1.95 万 m³/d,PAC 加药量约 100 kg/d,PAM(阳离子)加药量约 1 kg/d,电耗约 1 680 kW·h/d。每吨水的处理成本在 0.05 ~ 0.06 元之间,其中电费约占总费用的 90%以上。

气浮系统总装机功率为 130 kW,运行功率 112 kW,其中回流水泵装机和运行功率均为 74 kW,因考虑到后期继续利用,本次回流水泵的选型功率大了 1/3,也造成了使用期间电耗较高。考虑扣除多余的回流水泵装机容量后,每吨水的处理成本约在 0.045 ~ 0.055 元之间,这与目前一些气浮装置应用后约 0.05 元 /m³ 的运行费用统计结果基本吻合^[2]。

5 结 论

(1)采用钢结构池体的一体化气浮装置在水质净化厂改造工程中,作为临时过滤系统具有安装、调试时间短、处理效果好、占地面积小等优点,特别适用于不具备停(减)产条件并要保证水质的改造工程。

(2)气浮装置运行的能耗较高,但采用可移动式的钢结构一体化装置,可以在后续的工程中重复利用,稍加改造后也可作为永久性设施用于水质净化厂、河道净化工程的永久性设施,从全生命周期考虑具有可观的经济效益。

参考文献:

[1] 窦玉凤,李文献.气浮设备的应用与比较[J].陶瓷研究与职业教育,2005(3):33-36
[2] 徐晓然,孙志民,李振兴,等.新型气浮—沉淀工艺能耗研究[J].广东化工,2015,42(19):127-129.