

全地下式污水处理厂除臭系统设计探讨

郑贤正

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘要:随着全地下污水厂的兴起,全地下污水厂具有全封闭性的特点,对全地下污水处理厂进行除臭显得尤为重要。结合上海嘉定南翔污水处理厂除臭系统的设计,分别从全地下污水处理厂除臭分区划分、除臭工艺选择、生物滤池原理、设计参数选取及计算方式、除臭风管布置等几个方面进行介绍,以期同类型的全地下污水处理厂提供设计参考案例。其中重点分析了全地下污水厂中除臭分区的划分方式、除臭工艺的选择和设计计算。上海嘉定南翔污水厂进行生物除臭的总风量为 96 000 m³/h,离子除臭风量为 11 000 m³/h。

关键词:全地下污水处理厂、除臭分区划分、设计计算、生物除臭、臭气收集

中图分类号: X703.1

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)06-0169-03

0 引言

随着我国城镇化进程不断的发展,居民对环境要求的逐渐提高,能够与周边环境相协调、封闭性、无二次污染的全地下式污水厂正在逐渐兴起^[1]。传统的城镇污水处理厂采用的建设形式为地上式分散式建设,占地面积大,且地上式污水处理厂散发的恶臭气体对周边居民生活产生了严重的影响。根据《城市排水工程规划规范》(GB 50318—2007)中的条文规定,城镇污水处理厂正常的卫生防护距离为 300 m。

随着国内一、二线城市高速发展和居民环境意识的提高,已建成的地上式污水处理厂周边逐渐被居民区“包围”,污水处理厂与城镇居民的矛盾日趋激烈^[2]。为协调城市生活污水处理和人民群众之间的关系,卫生防护距离为零、景观效果好、与景观公园融合打造的地下污水处理厂逐渐成为城市污水处理厂建设的主流。

为解决城市市区内污水处理厂与厂区周边居民的矛盾,国内一、二线城市建设全地下污水处理厂成为行业共识。例如:上海白龙港污水处理厂、上海泰和污水处理厂、苏州新区第一污水处理厂迁建工程等^[2]。由于全地下式污水处理厂箱体埋设于地下,地面与景观公园进行融合建设,具有全密闭性的特点,因此在进行全地下污水处理厂设计的过程中,需要设计行之有效的臭气处理系统^[3]。

1 工程概况

上海嘉定南翔处理厂远期设计规模 15 万 m³/d,分两座箱体进行建设,一期工程实施 10 万 m³/d 箱体,远期再增加 5 万 m³/d 地下箱体。一期工程规模为 5 万 m³/d(土建规模 10 万 m³/d,设备 5 万 m³/d)。污水处理厂采用 AAO 生物反应池+高效沉淀池+高速过滤器+紫外消毒池,出水水质达到国标一级 A 标准。工艺流程如图 1 所示。

上海嘉定南翔污水厂地下箱体平面形状为矩形,所有处理构筑物采用一体化设计,各构筑物之间布置紧凑,地下箱体平面布置图如图 2 所示。车行道横跨地下箱体,污水处理构筑物分别位于车行道的两侧,故箱体内臭气适合进行集中收集处理,宜划分除臭分区,进行分区除臭。

根据相关文献,地下式污水处理厂产生恶臭气体的区域分为预处理区、生化区和污泥区,臭气主要成份为 NH₃ 和 H₂S,其中污泥区臭气浓度最高,臭气浓度达到 1 000~100 000。其次,其预处理区臭气浓度为 100~500,生化区臭气浓度最低,臭气浓度为 100~3 000^[4]。综合考虑地下箱体内的空间、不同构筑物产生臭气浓度的不同、管线距离和运行管理情况,该工程共分为四个除臭子系统^[5],如图 2 所示。粗格栅、细格栅及曝气沉砂池和应急沉淀池为预处理区域,臭气浓度较高,且与两构筑物相邻,故划分成系统 1。生物反应池需对生反池中的厌氧、缺氧和好氧三个区域全部进行除臭,除臭风量较大,且有近远期之分,因此

收稿日期: 2023-06-12

作者简介: 郑贤正(1990—),男,硕士,工程师,从事给排水工程设计工作。

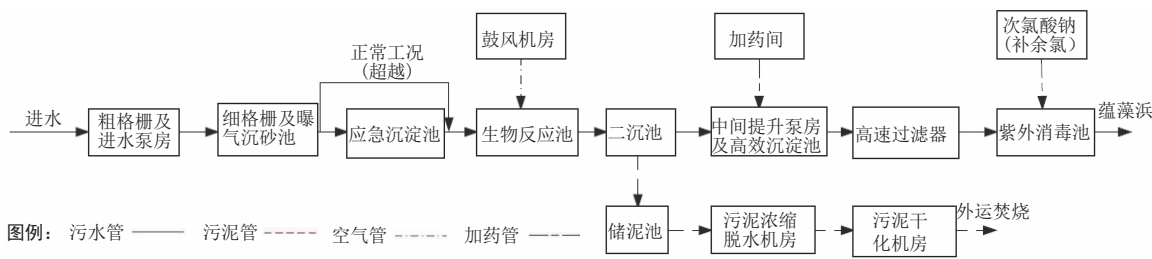


图 1 工艺流程图

将生反池(近期)划分成系统 2,生反池(远期)划分成系统 3。储泥池、脱水机房、干化机房位于车行道另一侧,三个构筑物相邻,且产生臭气浓度是整个地下箱体中臭气浓度最高区域,为缩短管线输送距离,且不横跨车行道,故将污泥区域划分成系统 4。二沉池和深度处理区域臭气浓度不高,无需进行除臭。

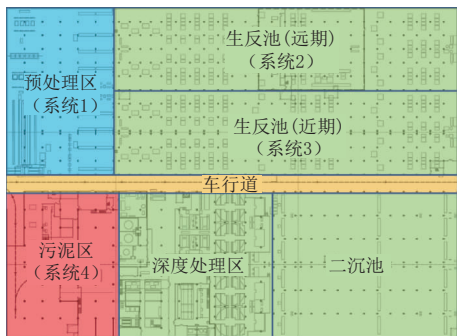


图 2 地下箱体平面布置图

2 除臭工艺选择

目前应用于城市污水处理厂除臭的技术较为成熟。其常用的方法有以下几种:生物滤池除臭法、离子除臭法、活性炭吸附法、土壤除臭法、化学洗涤法、全过程除臭工艺。

根据不同除臭原理,该工程对各种除臭方法进行了比选,见表 1 所列^[6]。

表 1 除臭工艺比较表

工艺类型	优点	缺点
生物滤池法、土壤除臭法	费用低、除臭效果好	占地面积较大
离子除臭法、光化学除臭法	管理方便、运行费用低,占地面积小	投资较高、系统相对较复杂,对高浓度臭气处理效果差些
活性炭吸附法	效果好,适用于应急处理	成本高,处理量小
化学洗涤法	效果好,适用于高浓度臭气	流程长、运维复杂
全过程除臭法	将除臭菌种投加进污水中进行除臭,效果好	维护复杂、需停水放空方能安装

该工程属于大型项目,且整个污水处理厂为全地下模式,为了运行安全、方便维护、节省投资及上部景观要求,采用生物过滤除臭方法。

考虑整个地下厂各构筑物的平面分布,四座生

物滤池布置如图 3 所示。在污水处理区域,将三座生物除臭装置放置于生物反应池池顶,这样既能有效地利用生反池池顶的空间,又能够有效地缩短除臭风管的距离,使整个除臭系统能够更高效地运行。在污泥处理区域,由于有污泥外运的需要,箱体负一层没有多余空间放置生物除臭装置,故本次将生物滤池与地下箱体相结合,将生物滤池的箱体调整为混凝土结构,从而可以将生物滤池放置于箱体负二层(见图 3)。污泥干化车间虽然对干化设备及管道进行了严格的密封,但在污泥的输送、造颗粒的环节不可避免地会有臭气散发到空间中。干化机房为人员出入空间,单靠抽气除臭无法有效降低工作人员工作环境的臭气浓度,故此次考虑对干化机房进行离子除臭。

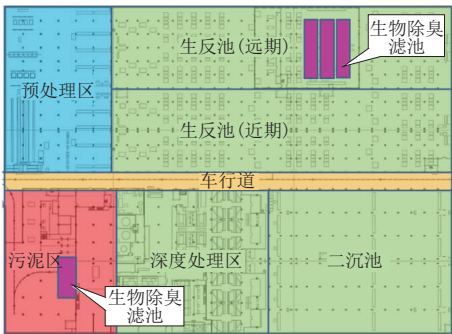


图 3 生物滤池布置图

3 除臭系统设计

3.1 臭气收集方式

上海嘉定南翔污水处理厂为全地下结构(双层加盖),构筑物和操作层分层设置,构筑物在下层,操作层位于上层,箱体顶部为景观公园。因此,对于构筑物无需进行二次加盖处理,在土建施工时,顶板上直接预留孔洞,预留孔作为臭气收集孔并与除臭风管进行连接,臭气通过除臭风机进行负压抽吸,将臭气抽至除臭装置进行处理。对格栅等散发恶臭臭气的成套设备,我们对设备进行加罩除臭,加罩方式为不锈钢骨架+钢化玻璃罩子。为减少除臭风量,该工程选择设备本体密闭性好的离心浓缩脱水一体机,故只需将除臭管道设备排气管连接即可。干化机房

采用加罩(不锈钢骨架+钢化玻璃)除臭,同时辅助离子送新风。

3.2 除臭风量计算

3.2.1 预处理区域

- (1)进水井:10.0 m³/m²·h,气量 355 m³/h。
- (2)粗格栅:7次/h,气量 980 m³/h。
- (3)进水泵房:10.0 m³/m²·h,气量 1 010 m³/h。
- (4)细格栅:7次/h,气量 1 008 m³/h。
- (5)曝气沉砂池:5次/h,气量 6 706.8 m³/h。
- (6)应急沉淀池:5次/h,气量 9 785.16 m³/h。

考虑 10%的漏风系数,预处理区的臭气风量为 21 829.46 m³/h,设计取值为 22 000 m³/h。

3.2.2 生物反应池(一期)区域

- (1)生反池缺氧区+厌氧区:4次/h,气量 9 339.81 m³/h。
- (2)生反池好氧池:曝气量的 1.1 倍,气量 13 860 m³/h。

考虑 10%的漏风系数,预处理区的臭气风量为 25 519.79 m³/h,设计取值为 26 000 m³/h。

3.2.3 污泥区域生物除臭风量

- (1)储泥池:7次/h,气量 810 m³/h。
- (2)脱水机房:2次/h,气量 4 760 m³/h。
- (3)外运装料间:8次/h,气量 3 370 m³/h。
- (4)干化机房:12次/h,气量 10 700 m³/h。

考虑 10%的漏风系数,预处理区的臭气风量为 21 604 m³/h,设计取值为 22 000 m³/h。

3.2.4 污泥干化机房离子除臭风量

污泥干化机房:12次/h,11 000 m³/h。

3.3 除臭收集管道

该工程将除臭系统分为四个子系统。各自不同除臭子系统的臭气通过除臭风管分别输送至对应的除臭装置,除臭风管布置采用同程原理。除臭风管采用耐腐蚀效果好的有机玻璃钢管道,从内向外有内衬防腐层、结构层、外表层组成,输送管道采用有机玻璃钢(FRM)材质^[7]。

根据《城镇污水处理厂臭气处理技术规程》确定,风管的管径应根据风量和风速确定,一般干管宜为 6~14 m/s,支管宜为 2~8 m/s^[8]。

因此,该工程对除臭风管的风速控制如下:

干管:10.0 m/s。

支管:8.0 m/s。

3.4 该工程设计配置

根据以上风量计算的结果,该工程最终采购安装三套生物除臭设备和一套离子除臭设备。系统 1 配置一套生物除臭装置(风量为 22 000 m³/h),系统 2 配置一套生物除臭装置(风量为 26 000 m³/h),系统 3 暂时不配置(远期),系统 1 和 2 的两套生物除臭装置全部置于生反池中好氧池池顶,同时预留好系统 3 的除臭装置基础。系统 4 配置一套生物除臭装置(风量 11 000 m³/h),除臭装置置于污泥区。污泥干化机房配置一套离子除臭设备(风量 11 000 m³/h)。

4 结 语

结合该工程设计情况,全地下污水厂进行除臭系统设计有如下注意事项:

- (1)针对构筑物内臭气浓度不同,除臭系统应分区设计。
- (2)对产生臭气的粗格栅、细格栅等设备加罩除臭时,尽量做贴身罩,从而减少除臭风量。
- (3)除臭风管应该主动避让地下厂内通风管,一般位于通风管下方且除臭风管选用方管比较合适。
- (4)除臭风管穿越污水厂内防火分区的时候,应在进出口处安装防火调节阀。

参考文献:

- [1] 丁超,贾卫宏.地下式污水处理厂除臭系统思考与研究[J].科技展望,2016(36):125
- [2] 周益洪,张丽,黄天地.传统 A²/O 工艺在临沂市青龙河全地下污水处理厂中的应用[J].给水排水,2018,2(44):27-29.
- [3] 刘绪为,尤颖.正定新区全地下污水处理厂生物除臭设计计算[J].中国给水排水,2015,31(4):69-71.
- [4] 王灿,王佳易,韩梦非.地下污水处理厂的恶臭污染特征与技术需求分析[J].给水排水,2023,49(4):44-48.
- [5] 宋晋,郑沁沁,李延华.污水处理厂除臭系统设计[J].西南给排水,2015,37(6):6-9.
- [6] 杜炯.重庆大型污水处理厂除臭工程应用案例[J].净水技术,2022,41(6):162-169.
- [7] 张日霞,关江,高荣宁,等.西安市高新区草堂污水处理厂除臭系统工艺设计[J].环境保护工程,2015,4(33):112-115.
- [8] CJJ/T 243—2016,城镇污水处理厂臭气处理技术规程[S].