

大坦沙污水厂二期生物反应池加盖除臭工程设计

司马勤^{1,2}, 曹晶², 姚行平², 余建恒³

(1 同济大学环境科学与工程学院, 上海 200092 2 上海市市政工程设计研究总院, 上海 200092 3 广州市大坦沙污水处理厂, 广东 广州 510163)

摘要: 随着对污水厂周边环境要求的提高, 对已建生物反应池的除臭处理成为业界关注的焦点。以广州市大坦沙污水处理厂二期生物反应池加盖除臭工程为例, 介绍了加盖设计的难点与方法、除臭工艺的选择与设计参数以及构筑物通风设计的要点, 总结了工程设计的经验, 可为类似工程的实施提供借鉴和指导。

关键词: 大坦沙污水处理厂; A²/O 工艺; 除臭工艺; 加盖设计

中图分类号: X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2007)14-0052-04

Design of Covering and Deodorization Project of Second-phase Biological Reaction Tank of Datansha WWTP

SMA Q in^{1,2}, CAO Jing², YAO X ing-ping², YU Jian-heng³

(1 School of Environmental Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China; 2 Shanghai Municipal Engineering Design General Institute, Shanghai 200092, China; 3 Datansha Wastewater Treatment Plant, Guangzhou 510163, China)

Abstract Along with improvement of WWTP surrounding environment requirement, the deodorization treatment of the built biological reaction tank becomes the focus of the industry concern increasingly. Taking the covering and deodorization project of second-phase biological reaction tank of Datansha WWTP in Guangzhou City for example, the difficulties and method for the covering design, selection and design parameters of deodorization process, and main points for design of structures ventilation were introduced, and the experience in the project design was summarized, which provides a reference and guide for implementation of similar projects.

Key words Datansha WWTP; A²/O process; deodorization process; covering design

广州市大坦沙污水厂地处城市辅中心地带, 二期工程中生物反应池紧邻厂前区、厂外道路和居民住宅区, 污水处理过程中产生的臭气对周边环境造成了不良影响, 因此需对生化池采取加盖除臭措施。

1 生化池构筑物基本概况

大坦沙污水厂二期工程采用 A²/O 工艺, 设生物反应池 1 座, 原设计规模为 15 × 10⁴ m³/d 后经挖潜改造设计规模增至 18 × 10⁴ m³/d。

生物反应池分两组, 采用合建方式。单组尺寸 (B × H) 为 48.8 m × 81.1 m, 分为 4 个廊道, 其中厌

氧、缺氧段占 1.5 个廊道, 好氧段占 2.5 个廊道。设计水位达 13.00 m, 池顶净超高为 0.70 m, 有效水深为 5.9 m, 室外设计地坪标高为 8.70 m。厌氧段、缺氧段主要设备为潜水搅拌机, 好氧段主要设备为盘式曝气器。

2 加盖设计

2.1 设计难点

生物反应池已运行 10 年, 设计时未考虑新增加盖荷载, 因此加盖需尽量选择轻质材料, 以减少对原构筑物主体结构的影响。

作为污水处理构筑物, 对加盖材料的防腐性能有较高要求。

构筑物面积较大, 尽可能减少除臭风量。

新增加盖与现有池体、管线的协调。

加盖后应满足日常的运行管理, 便于今后设备的维修。

在已建构筑物上建造大空间的加盖系统是一个新的课题, 目前国内很少有类似的工程实例可供参考和借鉴。

2.2 加盖形式的选择

针对大体积的已建生物反应池, 可采取加盖、加罩的脱臭措施, 该工程在国内尚属首例。根据生物反应池厌氧段、缺氧段、好氧段对除臭、运行管理及设备维修要求的不同而选择不同的加盖形式。

厌氧、缺氧段要求尽量减小加盖空间, 降低除臭换气量。由于厌氧、缺氧段设置的设备相对较少, 对潜水搅拌机已留出安装维修孔。因此可采用直接混凝土板加盖的方式。

好氧段要求便于运行时的观察, 考虑到盘式曝气器等曝气管道系统的维修, 可采用高加罩或轻质低加罩两种形式。其中高加罩设备的维护相对方便, 但工作环境较差, 加罩荷载和工程量较大, 除臭风量也较大; 轻质低加罩形式工作环境较好, 加罩荷载和除臭风量小, 设备维护较方便。因此推荐采用轻质低加罩形式。

2.3 设计方法

在第 1 和第 2 廊道的厌氧、缺氧段上密封加盖, 采用钢筋混凝土板直接加盖。根据通风除臭收集风管的布置要求, 并遵循尽可能减少开凿或降低损伤

表 1 废气排放标准

Tab 1 Discharge standard of waste gas in wastewater treatment plant

项目	氨 / ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	三甲胺 / ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	硫化氢 / ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	甲硫醇 / ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	甲硫醚 / ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	二甲二硫 / ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	二硫化碳 / ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	苯乙烯 / ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	臭气浓度 (无量纲)
数值	1.5	0.08	0.06	0.007	0.07	0.06	3.0	5.0	20

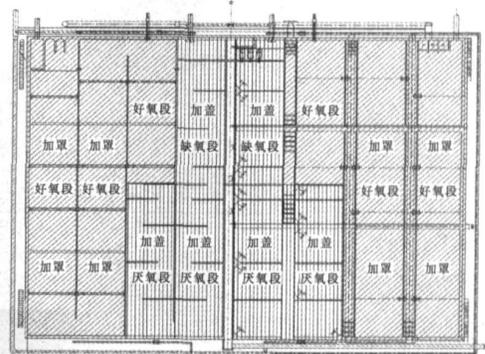
3.2 臭气量及臭气浓度的确定

生物反应池厌氧和缺氧段采用加盖形式, 好氧段采用低加罩形式, 单座生化池除臭空间约为 $8\,000\text{ m}^3$, 鼓风气量为 $750\text{ m}^3/\text{min}$ 设计脱臭气量为 $29\,000\text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{组})$ (参考值, 以通风换气频率为 $1\sim 2$ 次/h 并叠加鼓风曝气量计)。

据大坦沙污水厂现场的不完全测定: 密闭环境下格栅井的臭气浓度约为 309 旋流沉砂池臭气浓

原结构的原则, 板顶高出原池顶约 0.5 m , 顶盖与渠道的孔隙采用砖墙封堵。

缺氧段和好氧段的加盖范围相互隔断。在好氧段的 2~4 廊道上, 采用轻质低加罩形式进行加罩密封, 加罩高度比池顶高出 $0.8\sim 1.5\text{ m}$ 。采用钢筋混凝土结合轻钢龙骨夹胶玻璃坡屋面和墙面结构, 墙面一侧设置侧向进、出风平推窗, 以方便机械换气、运行管理时的观察及通风设备发生故障时的应急通风。生物反应池加盖、加罩范围见图 1。



图例: ■ 加盖范围 ■ 加罩范围

图 1 生物反应池加盖、加罩范围

Fig 1 Covering and encapsulating range of biological reaction tank

3 通风、除臭设计

3.1 除臭标准

大坦沙污水处理厂排放气体浓度需达到《恶臭污染物排放标准》(GB 14554-93)中的二级标准, 即满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002)中厂界(防护带边缘)废气排放最高允许浓度二级标准。具体数值见表 1。

度约为 232 平流式沉砂池臭气浓度约为 174。根据以上实测数据, 考虑大坦沙污水厂部分合流制污水的现状及污水厂最不利运行工况等综合因素, 并结合国外相关法规和成熟运行经验, 确定臭气浓度为 $300\sim 500$ 。

3.3 除臭工艺及设计参数

选用投资省、除臭效果稳定的生物过滤器(土壤法)除臭处理工艺, 考虑到大坦沙污水处理厂二

期工程的用地情况, 每组生物反应池单独设置 1 套除臭设备, 除臭设备配置见表 2。

表 2 生物过滤器设备配置参数

Tab 2 Parameters of biological filter

参数	数值	
过滤器面积 /m ²	≤ 380	
生物填料高度 /m	约 1.5	
生物填料密度 /($\rho \cdot m^{-3}$)	1.6	
风机	气量 /($m^3 \cdot h^{-1}$)	29 000
	功率 /kW	30
	压力 /Pa	≤ 700
进口 H ₂ S 浓度 /($mg \cdot L^{-1}$)	30	
有效接触时间 /s	60	
除臭装置压损 /Pa	950	
生物填料使用寿命 /a	≥ 20	
注: 生物过滤器介质为活性土壤, 风机数量为 2 套。		

3.4 通风设计

生物反应池总面积约为 7 685 m², 其中密闭加盖部分面积约 2 880 m², 密闭加罩面积为 4 805 m²。生物反应池通风换气频率为 1~2 次 /h, 除臭气量约 29 000 m³ /($h \cdot$ 组)。

由于生物反应池中的污水在处理过程中会散发大量有害气体(如 H₂S 等), 生物反应池加盖后, 这些有害气体会积聚在加盖、加罩建筑物内, 严重影响操作工人的身心健康, 故生物反应池加盖、加罩建筑物内须采用机械通风的方式进行臭气的收集。

第 1 廊道的厌氧和缺氧段以及第 2 廊道缺氧段的密闭加盖部分均采用自然进风、机械排风的方式; 第 2、3、4 廊道的好氧段密闭加罩部分采用机械送风、机械排风的方式。除臭风管布置在第 2、3、4 廊道好氧段的走道板下方。室外空气由 JIS 喷流导引系统的风机吸入室内, 少量空气通过缝隙进入室内, 室内的有害气体通过单层百叶排风口和排风管进入脱臭装置, 经处理后再排至室外。考虑到有害气体密度比空气的大, 故设置排风口靠近池面。由于生物反应池内较潮湿, 且有害气体具有腐蚀性, 故风管材质选用无机不燃玻璃钢。

生物反应池内设有有害气体报警装置, 当装置报警时则启动整个排风系统。

4 工程投资及运行费用

工程概预算费用为 1 623.53 万元, 其中工程费用为 1 370.07 万元(生物反应池加盖费用为 966.10 万元, 通风脱臭费用为 392.99 万元)。

运行费用包括水、电、设备维护、绿化养护等, 经测算共计 4 304 万元 /a。

5 设计经验

大坦沙污水厂二期工程中的生物反应池加盖除臭系统, 于 2006 年 4 月完成设备安装和调试, 同年 11 月正式通过验收。通过对生物反应池进行加盖、加罩, 将污水处理过程中产生的臭气密闭在有限空间内, 有效控制了臭气的散发; 臭气经生物过滤器(土壤法)处理后达标排放, 改善了周围环境。

通过工程设计及实际施工, 总结了以下几点:

a 厌氧段和缺氧段采用混凝土直接加盖、好氧段采用轻质低加罩形式是成功的。

b 厌氧段和缺氧段设备相对较少, 一般在运行时无需观察, 检修和维护可通过预留检修孔方式解决。好氧段通过轻质低加罩形式能够满足运行时的观察, 以及曝气系统检修和维护的需要。

c 轻质低加罩形式大大降低了新增荷载, 减少了对原构筑物池体结构的影响, 特别适合在原构筑物设计中未考虑相应荷载的改建工程。

d 采用混凝土及加胶玻璃进行加盖、加罩, 具有防腐效果好、设计使用寿命长的优点。

e 轻质低加罩形式在确保检修要求的情况下, 可最大限度地减小密闭空间的体积, 减少了除臭风量, 保证了除臭效果, 同时还降低了除臭系统的投资和运行成本。

f 轻质低加罩形式考虑了反应池运行时的巡检和对设备的维护, 改善了运行管理时的工作环境, 并对除臭、通风设备发生故障时提供了应急方案。

除臭效果的好坏在很大程度上取决于通风、臭气收集系统的设计。工程实施后, 开启除臭风机, 打开好氧段低罩侧面平推窗, 能明显感到吸风效果, 确保了除臭风管对大量臭气的收集。但除臭风管末端的风压较小, 吸风效果不够明显, 同时由于密闭环境, 罩内温度比罩外高, 内外温差造成罩内有水汽凝结。建议强化罩内的通风设计, 优化除臭风管的布置, 确保吸风均匀, 若条件允许可加大罩内换气次数至 2~4 次 /h, 使除臭效果达到更佳。

轻质低加罩形式采用了钢筋混凝土结合轻钢龙骨夹胶玻璃坡屋面和墙面结构。轻钢龙骨夹胶玻璃坡屋面不仅便于观察生物反应池的运行情况, 还有利于屋面排水, 且美观大方。配合侧面的平推玻璃窗, 方便对生化池的检修及巡视, 也能在应急情

况下打开通风。但由于罩内外的温差较大, 在吸风效果不好的区域, 易在罩内侧面玻璃上形成水汽凝结和污垢, 加之玻璃较大, 使角落处的清洁难度加大, 影响美观。

采用生物过滤器(土壤法)除臭工艺, 虽然占地面积较大, 但运行管理方便, 效果较好, 适于大型污水处理厂的除臭。此外, 在其表层还可种植草皮, 美化环境。如果构筑物荷载条件允许, 建议将土壤除臭设置在生物反应池厌氧、缺氧段平盖的上方, 这样不仅节约用地, 便于风管的布置, 节省工程的投资, 同时池顶还可增加大面积的绿化。

由于该除臭工程是在已运行 10 年的原有构筑物上进行的, 在结构方面需作出较大改动, 故需对原来构筑物配套的设备、电缆、仪表、排水等设施作大量繁琐的迁改工作。由于在设计阶段与污水厂的运行管理人员有了充分的沟通, 使该项目因设计而遗漏或更改的工作量大大减少, 对污水厂的生产影响也大为降低, 这一点也是今后设计中需要继续坚持与总结的。

大坦沙污水厂二期生物反应池加盖除臭工程已建成运行, 取得了明显的处理效果。随着对污水处理厂环境要求的提高, 类似已建生物反应池的加盖除臭工程也会越来越多, 该工程的实践经验将为今后类似工程提供借鉴和指导。

参考文献:

- [1] 赵丽君, 范淑平, 梁力. 污水处理厂除臭技术及工程化 [J]. 中国给水排水, 2003, 19(6): 46-48.
- [2] 赵忠富, 张学兵. 生物除臭在污水处理厂中的应用 [J]. 给水排水, 2005, 31(1): 44-46.
- [3] 洪弢. 生物除臭技术在污水处理中的应用 [J]. 甘肃科技, 2006, 22(8): 93-96.

电话: (021) 51298318

E-mail sina_qir@163.com

通讯地址: 上海中山北二路 901 号 上海市政工程设计研究总院 第三设计研究院

收稿日期: 2007-04-16

· 技术交流 ·

即墨市宋化泉水厂工程介绍

为实现泉水先观后用, 充分利用地表水, 实现水资源合理开发和利用, 即墨市决定在宋化泉水的出流河道下游建设宋化泉水厂, 供水规模为 $2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

宋化泉水厂的取水量与泉水出流量相比甚小, 不影响泉水景观以及与农业部门争水源的问题。经过方案比选, 选择了过滤+消毒的传统工艺流程。

旋转滤网。选用机械旋转滤网, 滤网孔径为 $0.246 \sim 1.651 \text{ mm}$ 。

取水口及提升泵房。取水口设在宋化泉出水口北, 河段转弯处。在取水口修建钢筋混凝土坝, 坝顶标高根据现有泉水出流标高确定, 并设置拦污装置及底部泄砂孔, 采用顶部溢流方式, 可形成小瀑布景观, 用管道取中层水, 截流至提升泵房。提升泵房设 4 台潜水泵 (3 用 1 备)。

滤池。采用普通快滤池 (大阻力配水系统), 6 座, 单排布置。

清水池。设 2 座, 为钢筋混凝土半地下式结构, 有效池容为 4000 m^3 。

吸水井、二级泵房。吸水井接纳清水池的出水, 分成 2 格, 中间隔墙上安装闸板用于连通。

二级泵房负责将清水送至城区各用户, 设置 5 台 S 形单级双吸离心泵 (4 用 1 备)。

加氯系统。采用 CD_2 消毒, 设计有效加氯量为 2.0 mg/L , 设 2 台二氧化氯发生器 (1 用 1 备), 单台产氯量为 5 kg/h 。

即墨市宋化泉水厂水源为泉水, 将水厂作为公园的一部分, 形成小瀑布景观, 使泉水得以先观后用, 实现了水资源合理开发和地表水资源的合理利用。由于原水水质相当稳定, 采用传统过滤消毒工艺, 出水水质能够满足《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-85), 处理成本低。

(即墨市建筑工程质量监督站 刘思习)