

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.

DU J. Application case of deodorization project in large WWTP in Chongqing[J]. Water Purification Technology, 2022, 41(6): 162-169.



扫我试试?

重庆大型污水处理厂除臭工程应用案例

杜 炯

(上海市市政工程设计研究总院<集团>有限公司, 上海 200092)

摘 要 重庆鸡冠石污水处理厂为重庆市规模最大的污水处理厂。厂中臭气性质复杂, 布局分散, 缺少针对性的除臭装置, 对周边环境造成了不利影响。改造工程采取系统性理念, 通过组合加盖模式进行臭气收集、等距同程风管进行输送、高效除臭工艺灵活应用, 结合多种创新手段精准施策, 实现优于预期的除臭目标。除臭改造工程自投入运行以来, 产生的臭气经处理后均实现达标排放, 即满足《恶臭污染物排放标准》(GB 14554—1993) 二级标准, 恶臭源得到有效控制, 除臭效果显著, 为大型污水处理厂除臭设计提供了很好的借鉴。

关键词 污水处理厂 除臭处理 拱形玻璃钢加罩 反吊膜加罩 风量指示器

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-0177(2022)06-0162-08

DOI: 10.15890/j.cnki.jsjs.2022.06.022

Application Case of Deodorization Project in Large WWTP in Chongqing

DU Jiong

(Shanghai Municipal Engineering Design Institute <Group> Co., Ltd., Shanghai 200092, China)

Abstract Chongqing Jiguanshi wastewater treatment plant (WWTP) is the largest WWTP in Chongqing City. Odor in this WWTP is complex and dispersed. And this WWTP is lack of specific deodorizing device, which has a negative effect on the surrounding environment. The transformation project adopts the systematic idea, through the combination of covering mode for odor collection, the same distance air duct for transportation, and the flexible application of high efficiency deodorization technology, combining with various innovative means and precise measures, which achieves better than expected deodorization goals. Since the deodorization project has been put into operation, all the odors produced have been treated and meet the second class criteria of *Emission Standards for Odor Pollutants* (GB 14554—1993), the odor sources have been effectively controlled, and the deodorization effect is remarkable. It provides a good reference for deodorization design of large WWTPs.

Keywords wastewater treatment plant (WWTP) deodorization treatment arched glass fiber reinforced plastic cover reverse hanging membrane cover air volume indicator

近些年,随着我国经济的快速发展及城镇化率的快速提升,很多当初位于郊区的城市污水处理厂被“中心化”,居住区与污水处理厂的距离越来越近,污水处理厂的臭气扰民问题日益突出,臭气的治理逐渐成为人们关注的焦点。

臭气治理工程一般在新建污水处理工程中配套实施,近些年,很多地方为了解决臭气扰民问题,逐

渐开始除臭专项工程。苦于没有先例,很多除臭专项工程往往盲目建设除臭设施,而在设计上忽略了加罩收集和输送环节,导致实施后除臭设施进气浓度很低,大量臭气未能有效收集散发入大气中,扰民问题依旧。本文以重庆市最大的除臭专项工程为例,用系统性思维解析除臭项目设计中各环节的要点,以期对我国污水处理厂臭气治理项目的设计提供指引。

1 项目概况

重庆市鸡冠石污水处理厂位于南岸区鸡冠石

[收稿日期] 2021-12-27

[作者简介] 杜炯(1976—),男,高级工程师,硕士,从事给排水工程设计工作,Email:dujiong@smedi.com。

镇,历经多次改扩建,2010 年达到规划规模,为 165 万 m^3/d (雨季)和 80 万 m^3/d (旱季)。其中,2008 年建成的二期工程(60 万 m^3/d)执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级 B 标准,2010 年建成的三期工程(20 万 m^3/d)执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级 A 标准(SS 的质量浓度 = 18 mg/L),现出水均优于设计排放标准,为重庆市的环境保护和 COD 减排做出了巨大贡献。

但是,鸡冠石污水处理厂内现有除臭设施并不能满足除臭要求,对周边环境造成了一定的危害。粗格栅及进水泵房、细格栅及旋流沉砂池、初沉池、生物反应池厌氧段、好氧段、污泥处理区等构筑物均为敞开式,臭气无组织排放。大部分盖板无法有效密封,仍有大量臭气无组织排入大气。随着市民环境意识的加强,人们对污水处理厂飘散的恶臭污染更加关注,仅 2020 年 12 月全国的恶臭投诉事件就有 15 952 件,占大气污染投诉的 44.1%。重庆市为消除鸡冠石污水处理厂臭气对周边环境的不利影响,缩减影响范围和卫生防护距离,提高厂区周边土地的利用价值[可开发面积约为 2 564 亩(1 亩 $\approx$ 666.67 m^2)土地,地区经济效益达百亿元],确保厂区周围良好的环境空气质量,对厂区中产生臭气的构建

筑物进行针对性的改造,采取切实有效的环保措施,以实现经济效益、社会效益和环境效益的统一。

根据工程平面布置,本工程拟对初沉池、生反池厌氧段、污泥处理区进行加罩密封,并针对构筑物单体上的盖板增加密封措施,总投影面积共计 92 560 m^2 。后续实现负压吸引、集中除臭,处理能力达到 13.8 万 m^3/h 。

2 项目难点

2.1 臭气成分复杂

鸡冠石污水处理厂是国内少见的工艺非常全面的污水处理厂,既有常规的预处理和生化处理段,也有不常见的污泥厌氧消化池和污泥热干化工艺,如污泥处理区有污泥重力浓缩、机械浓缩、机械脱水、污泥消化、污泥热干化等。流程不同,产生的恶臭气体成分也有很大差异^[1],如污水处理工艺臭气以硫化氢和氨为主,污泥干化采用苏伊士两段法,处理规模为 450 t/d (80% 含水率),出泥含水率为 10% 以下,其产生臭气为干化臭气,以酚醛类多环芳烃为主,体现为硫化氢和氨浓度不高。整体工艺臭气浓度较高,故需要充分分析其中的主要成分,并选择针对性的处理方式。各单体的臭气设计值如表 1 所示。

表 1 主要单体臭气浓度
Tab. 1 Odor Concentration of Main Structure Unit

单体名称	硫化氢/($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$)	氨/($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$)	臭气(无量纲)
旋流沉砂池	20~50	1.0~5.0	3 000~5 000
初沉池	20~40	1.0~3.0	2 000~4 000
生反池(厌氧区)	10~20	0.5~2.0	3 000~4 000
污泥浓缩池	50~80	1.0~5.0	20 000~50 000
污泥干化机房(干化废气)	5~50	50.0~500.0	5 000~20 000
污泥干化机房(室内)	1~5	1.0~5.0	1 000~5 000

2.2 规模大、源强高、臭源多、叠加效应强

鸡冠石污水处理厂为重庆市最大规模的污水处理厂,总处理规模为 165 万 m^3/d (雨季),污水处理量为 80 万 m^3/d (旱季)。该厂在十余年内多次建设,现有处理构筑物近 60 座,其中,初沉池 3 座,每座散发臭气的敞开水面面积约为 0.45 万 m^2 ,3 座初沉池散发臭气总面积为 1.35 万 m^2 左右;AAO 生反池 4 座,每座厌氧区面积约为 1.00 万 m^2 ,4 座

生反池散发臭气总面积为 4.00 万 m^2 左右。

污水处理厂现有处理构筑物近 60 座,分散在 $4.67\times 10^5 \text{m}^2$ 范围内。臭气浓度较高的预处理区和污泥处理区与厂外敏感点距离仅 200 m 左右,除臭难度大。工程要求排气筒出口臭气浓度需低于 200,为国家标准值的 1/10,该标准也仅为上海市最新的地方臭气标准最高允许值的 1/3,达标难度大。

3 项目技术特点

3.1 分散收集、处理

鸡冠石污水处理厂除二沉池及之后的深度处理区之外,预处理区、污泥处理区、污水深化处理区均有产臭构筑物分布,分散的布局给臭气收集带来很大不便。结合不同工艺臭气浓度及成分的差异性,给出的解决方案是适度集中、分散收集处理。按“大集中”“小集中”分别给出布置方案,比较管道投资及处理设施的投资。“大集中”总共采用 3 套除臭装置方案,即预处理区 1 套、生反池 1 套、污泥处理区 1 套。该方案可节省除臭装置投资,但管路投资大且风机电耗增加。“小集中”采用 7 套除臭装置,预处理区 4 套(含初沉池 2 套)、生反池 2 套、污泥区 1 套。该方案针对收集面积大、臭气负荷高的初沉池和生反池区域均采用了 2 套除臭装置,收集系统的缩小对区域内臭气的均匀收集非常有利。经

综合比较,最终确定采用“小集中”方案(7 套除臭装置),总除臭风量为 $13.8 \text{ 万 m}^3/\text{h}$ 。

3.2 运用系统化思维、关注全流程

以往的除臭工程往往只关注送至除臭装置的臭气要达标排放,而忽视了臭气收集和输送的有效性。臭气的“收集-输送-处理”是整个除臭系统的三大环节,任何一个环节出现问题都会导致除臭“功亏一篑”,效果大打折扣。收集指如何对产臭构筑物进行加罩,要点是兼顾运行管理的便利性;输送指臭气管路系统,要点是保证各个构筑物或构筑物内各点臭气收集的均衡性。

4 臭气收集

4.1 加罩材料的选择

鸡冠石污水处理厂现有水池基本均为敞开设,故除臭的第一步是选择合适的加罩材料对现有水池进行密闭加罩,表 2 为目前国内常用的加罩形式。

表 2 3 种加罩形式对比

Tab. 2 Comparison of Three Types of Cover Form

项目	钢筋混凝土加罩	钢支撑反吊膜加罩	拱形玻璃钢加罩
加盖型式	小跨度,不需在池体内另设支撑柱;跨度在 5 m 以内	采用钢防腐结构骨架张拉进口膜;跨度为 8~30 m	跨度为 3~20 m
单价/(元·m ²)	800~1 000	800~1 000	800~1 200
防腐能力	较强	较强	最强
外观	一般	很美观	较美观
对土建影响	大,需停水施工	需有金属支柱立土建侧壁上,受力较大	重量轻,对土建影响小
安装	简单且安装费较高	较复杂,安装费较高	简单且安装费低
使用寿命	可达 50 年	较长,可达 15 年	较长,可达 15 年

综上,结合鸡冠石污水处理厂规模大、不能长时间停水施工、景观绿化视觉效果要求较高的特点,将以上 3 种加盖模式进行组合,在适当的地方采用合适的加盖方式,为本工程的最优选择。

巡检人员密切观察区域,如粗格栅间、粗格栅出渣间、沉砂池细格栅等处采用便于观察的透明加罩形式,采用双层钢化玻璃加不锈钢框架的加罩形式,使用寿命长、外观整洁美观。

设备故障率高且臭气浓度高、需经常放空检修的大面积构筑物,比如初沉池,采用高强度拱形玻璃钢滑动盖板加罩,该种罩采用高低盖设计,可双向实现 100% 面积开启,方便链板刮泥机的更换检修。

鸡冠石污水处理厂厌氧段和好氧段单格尺寸

大,跨度均达到 15 m 以上,好氧区大部分位置跨度达 25 m。AAO 生物反应池池壁较薄,混凝土加盖盖板重量大,且需停水施工,工期长,对现有运行影响大,对于本工程来说不适宜采用。反吊膜和高强度玻璃钢盖板具有自重轻、视觉美观的特性,适合较大跨度的生物反应池的加盖。经多方案比较,最终选用反吊膜和高强度玻璃钢盖板协同加罩方案。经环评单位论证,考虑将来除臭标准进一步提高的可能性,在厌氧区采用高强拱形玻璃钢盖板加盖,加盖跨度为 15 m;好氧区采用反吊膜加罩,跨度达 25 m,罩体下部有 2 m 腾空段近期不封闭,远期除臭标准进一步提高时可通过增加腾空段膜材实现快速封闭。

两者结合的效果是“各取所长、互补其短”,臭气散发浓度较高的厌氧区采用大跨拱形盖,15 m 跨度时最高处仅有 1 m,有效降低了除臭风量;好氧区不除臭,采用反吊膜加盖既美观又实用。本工程反吊膜加盖和拱形大跨度玻璃钢加盖面积均为 4.5 万 m²。

4.2 除臭风量的确定

目前,国内除臭设计中均采用换风次数法确定各单体除臭风量,该方法简单易行,但由于换风次数可取值范围很大,同一个单体规范上允许的换风次数低值和高值可相差一倍,导致投资也有一倍的差距,实际应用时设计人员按自我习惯取值,实际应用效果无法保障。

从加罩除臭机理角度分析,好的加罩换风次数应使加罩后所有缝隙中往罩内吹的风速不低于 0.3 m/s,一般取 0.4 m/s^[2]。此种风速下臭气不会从缝

隙中逸散到罩外,从而达到加罩目的。故换风次数应该和罩子的缝隙比(缝隙面积和加罩总面积的比值)相对应,缝隙比越低,换风次数越少,除臭风量也越小,除臭装置投资越省,也越节能。

本工程在换风次数确定中,首次进行了加罩缝隙的计算,通过缝隙计算确定除臭风量值。

缝隙法计算的原理是认为混凝土现浇板不存在气体散发可能,所有臭气均从盖板缝隙漏出。故统计水池加罩后盖板的边缘长度作为缝隙的长度,缝隙的宽度按盖板边固定方式经验选用。为便于滑动,采用双向滑动盖时其缝隙偏大,一般取值为 10 mm 左右;玻璃钢盖板为膨胀螺栓加橡胶垫固定,其缝隙宽度一般取值为 2 mm 左右;一般的活动盖板和反吊膜加罩区域缝隙宽度居中,一般取值为 5 mm 左右。具体如表 3 所示。

表 3 除臭风量缝隙法计算
Tab. 3 Calculation of Deodorization Air Volume by Gap Method

除臭构筑物	缝隙平均 宽度/mm	单座缝隙 长度/m	单座孔口 面积/m ²	计算孔口 风速 /(m·s ⁻¹)	孔口面积法 计算气量 /(m ³ ·h ⁻¹)	构建筑物 数量	相当于换 风次数 /h ⁻¹	合计	单套除臭设 备风量 /(m ³ ·h ⁻¹)
总进水井	10	38	0.38	0.4	547.2	1	2	11 880	12 000
粗格栅及出渣间	20	385	7.70	0.4	11 088.0	1	3		
汇水井	10	17	0.17	0.4	244.8	1	2		
细格栅及旋流沉砂池	10	120	1.20	0.4	1 728.0	4	6	6 912.0	7 000
初沉池	10	1 350	13.50	0.4	19 440.0	3	4	58 320.0	40 000(1) 20 000(2)
AAO 池(二期)	2	3 100	6.20	0.4	8 928.0	3	2	26 784.0	27 000
AAO 池(三期)	2	4 100	8.20	0.4	11 808.0	1	2	11 808.0	12 000
配泥井	5	8	0.04	0.4	57.6	1	7	57.6	20 000
污泥浓缩池	5	360	1.80	0.4	2 592.0	4	6	10 368.0	
污泥均质池	5	150	0.75	0.4	1 080.0	2	7	2 160.0	
除磷池	5	440	2.20	0.4	3 168.0	1	3	3 168.0	
除磷池泵房	5	54	0.27	0.4	388.8	1	3	388.8	
湿污泥池	5	400	2.00	0.4	2 880.0	1	5	2 880.0	
污泥浓缩机房集泥池	5	44	0.22	0.4	316.8	1	7	316.8	

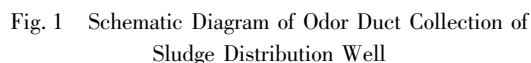
初沉池采用双向滑动除臭罩,为便于滑动,其缝隙较大,故折算后换风次数需达 4 次/h。反应池采用固定盖加罩,盖子与池面采用橡胶垫及膨胀螺栓固定,可控制平均缝隙宽度为 2 mm 左右,此时只需换风次数为 2 次/h,相比于常规的 3~6 次/h 换风次数,计算得到的除臭风管及除臭装置的投资均大幅

降低。

5 臭气输送中的风管设计

每个吸风口与总管的距离尽量相同是风管布置中的一个基本原则,这个原理无庸赘述,但实际应用中,同程布置导致管路不可避免地出现绕路等现象,很多设计人员舍弃了同程设计理念,且存在“有风

试验表明,气体输送与液体输送存在很大差异,气体输送对阻力差异更敏感,也就意味着除臭风管风量的调节难度比水输送管路更大。除臭风管布置的首要原则是同程原则,即每个吸风口与总管的距



离尽量相同,从而大幅降低风阀调节的难度,使每个吸风口风量相同。实际应用中,由于大部分单体外形不规则,且风管还需考虑与人员通道、生产管线的避让,吸风口距离总管不可避免地会存在远近,无法实现完全同程,此时就需要通过风管上的风阀对风管阻力进行调节。一个收集系统中最近和最远风管的阻力差如小于单个风阀最大阻力,则可通过风阀进行调平,如大于风阀最大阻力,则靠



风阀无法实现调平,此时管路的同程布局就显得尤为重要。

根据以上分析,在风管无法完全同程的情况下,只能靠风阀对远近风管的阻力进行调平,如何准确地实现调节是一个重要的问题。污水处理厂除臭风管一般均采用玻璃钢或不锈钢等不透明材质,风管的输送量无法通过肉眼直观看出差异。鉴于此,鸡冠石除臭项目中采用了上海市工程设计研究总院(集团)有限公司创新设计的风量指示器,内部风量值直观显示在外部刻度上,结合调节风阀可实现各支管风量的调平,如图3所示。该风量指示器采用类似加药管路转子流量计原理,通过对不同形式盘片的试验,最终选用特定开孔比及开孔斜度的镂空等距盘片,在极小的风阻下(最低风速为1 m/s)可将盘片在不同位置悬停并匀速转动,通过转动将一些杂质拨开,防止盘片被卡。为防止长时间运行后里面有污物,在盘片上设置了再生水接口,可接入再生水对内部进行冲洗。

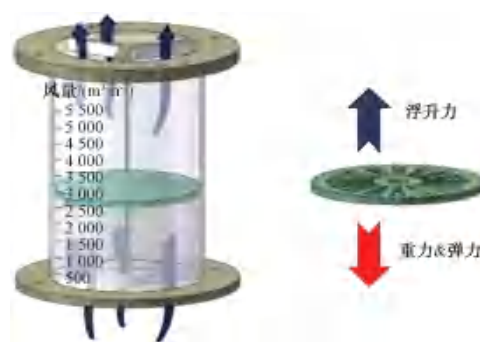


图3 风量指示器示意图

Fig. 3 Schematic Diagram of Air Volume Indicator

6 臭气处理中的除臭装置设计

化学洗涤法、生物除臭法、离子除臭法、活性炭(化学过滤)吸附法、除臭剂喷淋法、全过程除臭法是目前较常用的除臭处理工艺^[4],几种工艺各具特点。针对不同的臭气含量,采用不同的除臭设计参数,在确保达标的前提下节省投资^[5-6]。常用除臭工艺优缺点如表4所示。

表4 常用除臭工艺综合比较

Tab. 4 Comprehensive Comparison of Common Used Deodorization Processes

除臭工艺	优点	缺点
生物滤池法、土壤除臭法	运行成本低、效果稳定可靠、实施简单、管理方便	占地面积较大(土壤滤池较生物滤池大)
化学洗涤法	效果稳定、占地面积较小	运行费用较高、药剂为危废;附属设施多、防腐要求高
离子除臭法、光化学除臭法	设施轻便、占地面积小、运行费用低、管理方便	适用于低浓度臭气、无组织臭气
活性炭吸附除臭法	广谱除臭、处理效果好、设施简单、占地面积小	成本高、处理量小、饱和后再生不易,适用于低浓度臭气或应急使用;吸附后为危废,处置费用高
除臭液喷淋除臭法(非植物液)	投资低、管理维护简单、操作灵活、占地面积小,是无组织臭气有效处理方法之一	运行成本较高
全过程除臭法	从源头消除致臭物质,投资和运行费用较低,运行稳定	市场份额较少,对预处理部分除臭效果较差

根据以上分析,考虑到预处理部分和生反池部分实测硫化氢体积质量均低于50 mg/m³,为生物滤池可有效发挥作用的范畴,且化学法需使用氢氧化钠和次氯酸钠,运输使用不便,故确定本工程采用生物滤池法为主的除臭工艺^[7]。针对高浓度区域,如初沉池和污泥浓缩池、浓缩机房等设施,采用高效靶向型生物滤池,内部含两个不同的生物滤池模块,分别采用不同的内部设计和停留时间,培养嗜酸性细菌(停留时间为25 s)和嗜中性细菌(停留时间为15 s)的优势种群,分别以臭气中的硫化氢等无机酸性气体和甲硫醇等醇类臭气成分为靶向目标进行高效

去除。两者联合可将臭气的去除效率从常规的90%提到95%~99%。

生物滤池采用的填料不同,其除臭效果及使用寿命也有很大差异,生物滤池常用的填料及特性如表5所示。

根据以上分析,鉴于本工程对除臭效果要求高,且要求设施使用寿命长,经多方位比选最终确定选用竹炭填料。竹炭填料价格较高,但其比表面积大、单位体积承载生物量大、强度高、不宜破碎,且其具有一定吸附作用,可在没有挂膜的时候吸附臭气发挥除臭功能,对于急于发挥效用的应急项目尤其适用。

表 5 生物滤池常用填料比较
Tab. 5 Comparison of Common Used Packings in Biological Filters

填料形式	优点	缺点
竹炭	具有一定吸附作用,可立即发挥除臭效果;材质寿命长达 15 年;比表面积大($\geq 260 \text{ m}^2/\text{g}$);耐酸碱	价格较高(4 000~6 000 元/ m^3)
火山岩	材质寿命长达 8~10 年	比表面积小($10\sim 20 \text{ m}^2/\text{g}$)
贝壳	价格低廉,仅为竹炭的 1/4~1/6	比表面积小($10\sim 20 \text{ m}^2/\text{g}$) 材质强度低,易破碎、易被酸腐蚀
塑料球	价格低廉,仅为竹炭的 1/3~1/2,材质寿命约为 5 年	比表面积小($150\sim 200 \text{ m}^2/\text{m}^3$)
树叶、树皮	提供微生物养料、运行初期效果好	寿命短(3~5 年)、易板结造成阻力增加

生物滤池设计中还有个关键性指标,即停留时间。停留时间越长,除臭效果越好,但投资和运行成本越高,一般单级生物滤池停留时间为 15~40 s。本工程考虑到不同设施臭气浓度不同,故在停留时间上进行了精细化考量,对于浓度较低的粗格栅进水泵房、生反池区域,设置生物滤池填料区停留时间为 25 s,对于浓度较高的细格栅旋流沉砂池、初沉池、污泥浓缩池,设置生物滤池填料区停留时间为 40 s。

一般除臭微生物需要一定的温度才能保持活性,如在北方地区需要增设加热器对喷淋水进行加温,而重庆地区尚不需要,且臭气来自于污水池,在冬天臭气的温度也不会低于 10 ℃。生物滤池采用玻璃钢外壳,玻璃钢本身的低传热效率也有利于保温。

另外,鸡冠石污水处理厂内建有一座污泥干化机房,设计规模为 450 t/d(进泥含水率为 80%),采用苏伊士的两段法干化工艺(薄层+带式干化)。该工艺共产生两种臭气,一种为干化过程中产生的高温高浓度臭气(50 ℃左右);另一种为房间内的低浓度臭气,其中薄层干化机密闭性好,房间内无需除臭,带式干化机无法做到完全密闭,房间内有明显臭味,且带机型大,整体加罩实施难度大。干化机房紧邻厂界西侧围墙,围墙外 200 m 即住宅小区,故本次对干化机房重点除臭。

鉴于此,针对干化机房的除臭方案如下:高温、高浓度干化废气采取洗涤降温+化学除臭+生物滤池+活性炭吸附(可超越)的组合除臭工艺,其中活性炭吸附作为保障措施,在进气异常波动或设备检修造成出气超标情况下短期使用,化学除臭填料区接触时间不小于 3 s,生物滤池填料区停留时间不少于 40 s;房间内的低浓度臭气为厂房内无组织散发臭气,采用离子送新风除臭工艺。

7 处理效果

2019 年 7 月,除臭改造工程完成安装调试工作。同年 9 月,市级环境保护部门通过验收,处理后达到《恶臭污染物排放标准》(GB 14554—1993)二级标准(表 6)。其中排气筒的实测臭气值也始终低于 200。

表 6 排放臭气检测结果
Tab. 6 Test Results of Odor Emission

项目	厂界排放标准	厂界检测结果	排气筒出口
臭气(无量纲)	≤ 20	10	<200
硫化氢/($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$)	≤ 0.06	0.03	-
氨/($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$)	≤ 1.5	1.0	-

8 结论

鸡冠石污水处理厂除臭专项工程为西南地区首个大型除臭专项工程,采用了大量创新性的技术和理念。如在风量计算上采用缝隙面积法,在确保除臭效果的基础上降低了风量,节省了投资;在除臭工艺选用上对设计参数进行了精细化设计;生物滤池选型上创新地采用了高效靶向型生物滤池,提高除臭效率到 99%;收集管路上创新地应用了同程管路技术及可视化技术,提高了运行管理质量,从而实现了“收集-输送-处理”全流程,对除臭技术进行了全面升级。本工程为大型污水处理厂的除臭改造工程提供了可复制、可借鉴的经验。

参考文献

- [1] 袁晟宇,何义亮,李彭. 城镇污水处理厂主要处理单元臭气释放特征与控制效果[J]. 净水技术, 2019, 38(5): 103-108, 127.
- [2] 羊寿生,张辰. 污水处理设施中的脱臭技术[J]. 给水排水, 1996, 22(2): 14-15.

- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城镇污水处理厂臭气处理技术规程: CJJ/T 243—2016[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016.
- [4] 王建明, 袁武建, 陈刚, 等. 污水处理厂恶臭污染物控制技术的研究[J]. 安全与环境工程, 2005, 12(3): 33-34.
- [5] 国家环境保护总局, 国家质量监督检验检疫总局. 城镇污水

处理厂污染物排放标准; GB 18918—2002[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.

- [6] 国家环境保护局, 国家技术监督局. 恶臭污染物排放标准: GB 14554—1993[S]. 北京: 中国标准出版社, 1994.
- [7] 唐霞, 肖先念, 李碧清, 等. 城市污水厂除臭组合新工艺的优化及应用[J]. 净水技术, 2020, 39(8): 124-130.

(上接第 161 页)

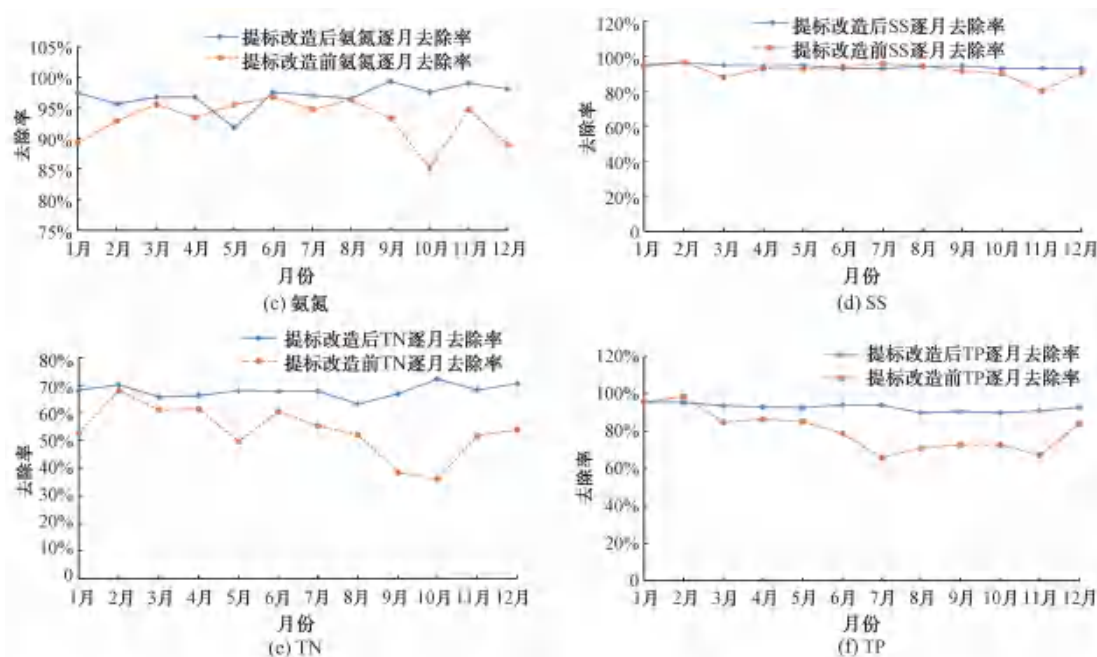


图 5 提标前后各项指标去除率对比

Fig. 5 Comparison of Removal Rate of Various Indices before and after Upgrading and Reconstruction

5 结论

孝感市城区生活污水处理厂基于提标需求并结合用地现状,在现有百乐卡生物池前端增设厌氧/缺氧反应池,重新构建高效二级生物处理系统的工艺设计独具匠心,通过精心设计将提标障碍逐一击破,使污水处理厂的提标得以顺利完成。解决方案简单而高效,经过实践检验合理、可行。

(1)强化生物脱氮效果,不仅可以在系统后端设置反硝化生物滤池,也可借鉴本设计,在系统前端生化段增设缺氧反应池强化脱氮效果。

(2)通过调整生物脱氮除磷的运行条件可以获得较好的脱氮除磷效果。出水 TN 平均质量浓度为 7.9 mg/L,去除率为 63.0%~72.0%;出水 TP 平均质量浓度为 0.2 mg/L,去除率为 90.0%~96.0%。

(3)对于生活污水处理厂, TN、TP 以生物处理系统为主的工艺效果稳定、无二次污染、能耗低,提标

改造的全部新增处理单元电耗为 0.096 kW·h/m³。

(4)提标方案简单、高效,用地节约,建设成本低,提标用地仅为 1.3×10⁴ m²,吨水投资仅为 640 元。

参考文献

- [1] 刘亦凡, 陈涛, 李军. 中国城镇污水处理厂提标改造工艺及运行案例[J]. 中国给水排水, 2016, 32(16): 36-41.
- [2] 徐立然, 周晓莉, 朱光灿, 等. 多点交替进水阶式 A²/O 工艺强化脱氮除磷[J]. 环境科学研究, 2015, 28(9): 1466-1473.
- [3] 杨雪莲, 陈莹, 杨文娟, 等. 改变缺氧池容积强化 A²/O 工艺脱氮除磷效率[J]. 水处理技术, 2021, 47(1): 125-129, 133.
- [4] LUO W H, PHAN H V, XIE M, et al. Osmotic versus conventional membrane bioreactors integrated with reverse osmosis for water reuse: Biological stability, membrane fouling, and contaminant removal[J]. Water Research, 2017, 109: 122-134. DOI: 10.1016/j.watres.2016.11.036.
- [5] 钱林, 薛哲骅, 王首都. 城市污水厂一级 A 排放标准提标改造工艺设计[J]. 净水技术, 2020, 39(4): 39-44.