

# 长春市南部污水处理厂工程除臭设计

孙卫东 衣春敏 刘绪宗

(中国市政工程华北设计研究院,天津 300074)

**摘要** 长春市南部污水处理厂周围环境敏感,考虑增设除臭设施。对生物除臭和离子除臭方案进行了详细的技术经济对比,推荐采用生物除臭方案,并对方案实施可能存在的问题进行了分析。

**关键词** 污水处理厂 除臭设计 生物除臭 离子除臭 技术经济比较

近年来经济飞速发展,城市化建设程度大幅提高,长春市南部污水处理厂附近已由郊区变成市区。为避免污水处理厂可能散发的臭味对周围环境产生不利影响,必须考虑增设必要的除臭处理设施。

在筛选设计方案阶段,曾考虑过韩国的 HBR 除臭技术,但由于国内尚无此工艺的工程应用实例,且该方案投资巨大,因此否决了该工艺。故本工程对比较成熟的生物除臭方案和离子除臭方案进行技术经济比较,以筛选出适宜本工程的方案。

## 1 生物除臭

生物除臭是将污水处理厂主要的臭气产生单元封闭起来,用鼓风机抽吸臭气至专门的除臭装置进行生物氧化分解,尾气达到标准后排入大气。其中封闭臭气的构筑物数量越多,除臭效果越好,但投资和运行成本也越高。发达国家的很多污水处理厂把所有构筑物都封闭起来进行除臭处理,效果很好。国内污水处理厂受经济能力的限制,一般选择产生臭味的重点构筑物进行封闭处理。

根据长春市南部污水处理厂实际情况,将除臭范围选择在粗细格栅间、污泥浓缩机房和运泥间,需要进行除臭的空间总体积约 5 100 m<sup>3</sup>,封闭环境的抽风换气次数按 4 次/h 计,设 2 台风机,1 台用于粗细格栅间换气,另 1 台用于污泥浓缩机房换气。

### 1.1 设计方案

(1) 采用二级生物除臭法。第一级为水喷淋洗涤,初步去除空气中的水溶性气味物质(如氨和硫化氢及有机气味物质),调节空气的物理化学性质(如温度、pH、湿度),为后续生物过滤创造条件。经喷淋洗涤后,空气的相对湿度达到 95% 以上,保证滤层中的水分满足微生物需要。采用比欧-德绍多交

叉流喷淋洗涤技术后,不需要为填料喷水。第二级为生物滤池过滤,池底部分为布气空间,空气从底部经布气板均匀地向上运动,与具有一定湿度的填料充分接触,气味物质先被填料吸附,然后被填料中的微生物氧化降解,完成除臭过程。降解过程中需要的有机碳素物质由填料本身提供,因此填料必须既能及时提供碳源,又要有足够长的使用寿命。天然填料的使用寿命一般为 5 a 以上。

(2) 气体收集采用的是面抽和点抽两种方式。面抽是将除臭的管道直接通入到房间进行臭气收集;点抽是在设备上寻找臭气的收集口用管道连接或是将设备小面积地用轻型材料罩起来,从而减小污染源。粗格栅间、污泥浓缩机房以及运泥间采用的是面抽方式,而离心机和细格栅间则采用点抽方式。因粗细格栅间和污泥脱水间有一定的距离,故采用 2 台风机分别对其进行臭气收集。

### 1.2 主要设计参数

本工程设计总气量 20 400 m<sup>3</sup>/h,总去除率 95%,环境气温大于 5 ℃,滤层温度大于 5 ℃。

### 1.3 装置组成

(1) 鼓风机:用于臭气的收集和向生物滤塔内部供气,共 2 台,电机功率 15 kW,风压 3~3.5 kPa,风量 10 000~15 000 m<sup>3</sup>/h。

(2) 喷淋洗涤湿化塔:用水对臭气进行洗涤,去除能溶于水的臭味物质,同时改善臭气的性质(温度、pH 和湿度),为后续的生物处理创造条件,设 1 座,进气能力 21 000 m<sup>3</sup>/h,工作方式为逆流式。包括循环泵(400 V,4 kW)、水位控制系统、喷淋系统、冷凝水排放系统,可开启检查窗观察。

(3) 臭气生物过滤塔:1 座,长 15m,宽 8.5 m,

布气区高 0.5 m, 总面积 127.5 m<sup>2</sup>, 滤塔负荷 160 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h), 池体为水泥砖墙砌, 填料承托/布气板采用玻璃钢支架。

(4) 生物过滤填料: 选用天然材料-松树皮复合填料, 填料层高 1.5 m, 由于填料本身是有机养分, 当滤塔暂停运行时, 微生物可以利用复合填料的有机成分继续维持生命活动。复合填料营养成分合理(N、P、K 等微量元素)、吸水性好、自身气味少、吸附性强、结构均匀孔隙率大、取材容易、使用寿命长、供微生物生长的表面积大、密度小、安装置换方便。

(5) 自动运行电气控制箱: 用于对自鼓风机至生物过滤塔的系统装置的自动控制运行。设 1 台, 外壳为 316 不锈钢材质, IP 54。控制方式: 鼓风机, 自动接通/关闭; 循环泵, 自动接通/关闭; pH, 在线监测; 电磁阀, 自动开/闭; 运行状态显示, 运行/停止/故障报警。补充水采用自来水, 水量为 1~2 m<sup>3</sup>/d, 利用管网压力, 通过开/闭电磁阀实现。

#### 1.4 运行费用

整个除臭系统中的管道均采用 PVC 管道; 系统所消耗的水主要集中在气体的洗涤部分, 约 20 m<sup>3</sup>/h, 水的来源可使用二沉池出水, 同时水还可以循环利用, 补水量为 1~2 m<sup>3</sup>/d; 系统电耗主要来自 2 台 15 kW 的风机和 1 台 4 kW 的循环水泵, 耗电量为 297 840 kW·h/a, 电价按 0.5 元/(kW·h) 计算, 则电费为 14.892 万元/a; 填料在短期内不需要更换, 一段时间内消耗减少时, 只要在填料塔的上部进行相应的补充即可, 费用约 2 万元/a。在粗细格栅间和脱水机房之间建设 20 m×16 m 的除臭间(安装风机、洗气塔以及生物填料塔), 土建投资约 45 万元。总计一次性投资约为 111 万元, 运行成本约 17 万元/a。

## 2 离子除臭

### 2.1 除臭原理

空气通过离子发生装置时, 氧分子受到具有一定能量的电子的碰撞而形成正负氧离子, 这些正负氧离子具有较强的活性, 与恶臭气体分子接触后, 能打开恶臭气体分子的化学链, 经过一系列反应后最终生成水和氧化物。正负氧离子能有效地破坏空气中细菌的生存环境, 降低室内细菌浓度。

离子净化系统借助通风管路系统向散发恶臭气体的空间送入含可控浓度的正负氧离子空气, 用离

子空气“罩住”污染源表面(如污水池等)或使离子空气充满被污染的空间, 使离子在极短的时间内与气体污染物分子发生反应, 有效地抑制气体污染物的扩散, 降低室内气体污染物的浓度。

### 2.2 离子净化法的特点及优势

(1) 形式灵活, 根据需净化空间的条件可采用送入空气的方式或送风加外排的方式, 在改善工作环境的同时, 保证外排气体达标。也可将臭气收集, 通过离子外排处理箱处理后达标排放。

(2) 送入方式和送排方式为主动消除污染方式, 采用送风方式在污染源表面形成离子层消除污染, 不是靠稀释, 而是靠分解氧化反应。

(3) 可根据实际情况开、停设备。

(4) 节能, 运行费用极低。

(5) 初期投资少, 无土建费用, 安装灵活。

(6) 系统噪声低。

(7) 独立系统, 管理、维护简便, 可无人操作。

### 2.3 各除臭单元设计

(1) 粗格栅间。通过向室内送入离子空气, 与臭气分子进行反应, 分解后达标排放。所需设备及费用情况见表 1。

表 1 粗格栅间的设备及费用

名称	处理量 /m <sup>3</sup> /h	功率 /kW	数量	单价 /万元	合计 /万元
高能离子送风系统 YZ-70	7 000	0.07	1 套	21	21
KFX-400 型风机箱(内装过滤器)	7 000	1.8	1 台	0.95	0.95
合计		1.87			21.95

注: 运输费、安装调试费、玻璃钢(或不锈钢)管道和管件制作及安装费共计 6.6 万元。

(2) 细格栅间。通过向室内送入离子空气, 与臭气分子进行反应, 分解后排放达标。所需设备及费用情况见表 2。

表 2 细格栅间的设备及费用

名称	处理量 /m <sup>3</sup> /h	功率 /kW	数量	单价 /万元	合计 /万元
高能离子送风系统 YZ-100	10 000	0.1	1 套	32.5	32.5
KFX-355 型风机箱(内装过滤器)	10 200	3	1 台	1.1	1.1
合计		3.1			33.6

注: 运输费、安装调试费、玻璃钢(或不锈钢)管道和管件制作及安装费共计 11.25 万元。

(3) 脱水机房、污泥储运间。将污泥储运间内的臭气集中收集至离子外排处理箱,处理达标后排放。排风次数按 2 次/h 设计。所需设备及费用情况见表 3。

表 3 脱水机房、污泥储运间的设备及费用

名称	处理量 /m <sup>3</sup> /h	功率 /kW	数量	单价 /万元	合计 /万元
高能离子外排处理系统 YZE-70	7 000	1.37	1 套	24.5	24.5
高能离子送风系统 YZ-100	13 000	0.135	1 套	42	42
KFX-450 型风机箱(内装过滤器)	13 800	5.5	1 台	1.5	1.5
SZA 系列噪声动叶可调轴流风机	7 080	0.55	1 台	0.8	0.8
合计		7.555			68.8

注:运输费、安装调试费、玻璃钢(或不锈钢)管道和管件制作及安装费共计 22.5 万元。

在不影响使用的前提下,为了降低成本,室内引风管道可采用 PVC 材料制造,室内送风管、室外管道及与外排箱连接件采用不锈钢或玻璃钢制造。

(4) 污泥均质池。在一个通风孔安置送风机,将新风送入池中,在另一个通风孔直接连接离子处理箱,处理后排放。所需设备及费用情况见表 4。

表 4 污泥均质池的设备及费用

名称	处理量 /m <sup>3</sup> /h	功率 /kW	数量	单价 /万元	合计 /万元
高能离子外排处理系统 YZE-22	2 200	0.68	1 套	11	11
GWF 动叶可调屋顶风机 No. 3.15	2 280	0.25	1 台	0.8	0.8
合计		0.93			11.8

注:运输费、安装调试费、玻璃钢(或不锈钢)管道和管件制作和安装费共计 2.1 万元。

#### 2.4 运行费用

(1) 电费按照 24 h/d,365 d/a, 0.5 元/(kW·h) 计算,整个厂区除臭设备总功率为 13.455 kW,计算得日耗电量为 322.92 kW·h,则日电费为 161.46 元;年耗电量为 117 865.8 kW,年电费为 58 932.9 元。

(2) 离子管(基于 24 h/d 连续运转计算)使用寿命为 3 a,离子管单价 2 000 元/根,数量为 50 根,平均每年最劣工况损耗为 33 000 元,每天工作 24 h,则运行费用为:① 3 a 之内每年运行费用只有电费,共 161.46 元/d(58 932.9 元/a);② 3 a 之后每年运

行费用为电费+离子管损耗,共 251.87 元/d(91 932.9 元/a)。

### 3 两种方案的技术经济比较

本工程生物除臭方案和离子除臭方案的比较见表 5。

表 5 两种设计方案的技术经济比较

方案	生物法	离子法
一次性投资 /万元	111	179
* 运行成本 /万元/a	17	9.2
优点	一次性投资较少; 运行维护简单; 技术成熟; 污水处理厂中应用实例较多	运行费较低; 不需另设处理间; 占地小,且对于本工程可不设室外空气管路; 噪声小(<60 dB); 安装调试简单
缺点	运行费较高; 要求单建处理间(20 m×16 m 处理间),占地较大; 处理效果受温度及湿度的影响相对较大; 换气量大,热损失过大,在高寒地区冬季运行时,室内温度无法维持; 安装调试相对复杂; 室外要求有空气收集管路	一次性投资较高; 离子管要求进口; 污水处理厂应用极少; 处理效果应进一步考证

注:\*以每天工作 24 h 计。

根据表 5 的分析,在经济方面生物法一次性投资较低,但运行成本较高;离子法运行成本较低,但投资较高。在技术方面,生物法技术比较成熟可靠,国外已有大量成功应用的实例和经验,国内也有一些较成功应用的先例,应用于本项目中风险较小;离子法属于相对较新的技术,在污水处理厂中成功应用的可靠工程实例还很少见,其技术可靠性、运行效果还有待考察,其主要部件离子管需进口,实际使用寿命也尚未可知。因此本工程推荐采用生物法除臭方案。

需要指出的是,污水处理厂的除臭在我国还属起步阶段,可供借鉴的成熟经验还不多。这里选择的生物除臭,在国外已经有较多的应用,但在国内尤其是在北方高寒地区应用很少,应用效果还难以全面评价。本项目只对污泥处理单元及粗细格栅间进行除臭处理,其他处理单元仍可能会散发少量臭气,对周围环境产生一定程度的影响。在冬季,为维持室内一定的温度,大量抽风换气很难持续进行,室内

• 工业给排水 •

# 珠绒厂印染废水处理工艺改造

高 品 刘振鸿 汪永辉 代学民

(东华大学环境科学与工程学院, 上海 201620)

**摘要** 珠绒厂印染废水成分复杂, 色度高, 含有染料、助剂、表面活性剂、纤维杂质等, 且可生化性较差。某珠绒厂原废水处理工艺出水不能达标。通过分析, 在充分利用现有设施的前提下, 采取退浆废水单独处理、新增风机、水解酸化池改为平池进水等措施进行改造。结果表明, 改造后的废水处理系统对  $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 、 $\text{BOD}_5$ 、SS、色度的去除率分别为 95.2%、94%、87.9%、92%, 出水水质达到了《纺织染整工业水污染物排放标准》(GB 4287—92) 的一级标准。

**关键词** 印染废水 水解酸化 接触氧化 工艺改造

安徽某珠绒厂主要加工各类纺织品印染。该厂在整个生产过程中, 主要使用有士林染料、活性染料、分散染料、硫化染料等, 生产过程中多个工序都要排放废水, 废水成分复杂, 色度高, 含有染料、助剂、表面活性剂、纤维杂质等, 且  $\text{BOD}/\text{COD} < 0.3$ , 可生化性较差。具体水质水量见表 1。

表 1 废水水质和水量

项目	数值	项目	数值
水量/ $\text{m}^3/\text{d}$	6 000	SS/ $\text{mg}/\text{L}$	400~500
pH	8~13	$\text{COD}_{\text{Cr}}/\text{mg}/\text{L}$	1 800~2 000
$\text{BOD}_5/\text{mg}/\text{L}$	360~500	色度/倍	500~600

## 1 原废水处理工艺

该厂在 2005 年建成了一套废水处理系统, 采用混凝沉淀—水解酸化—接触氧化工艺(见图 1), 但由于生产产品及生产工艺的改变, 原有的设施已不能满足要求, 因此被环保部门要求限期治理。

从运行情况来看, 该套废水处理系统对  $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 、 $\text{BOD}_5$ 、SS、色度等均有一定的处理效果, 但  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  仍然经常超标, 不能达到排放标准, 而且处理水量只能

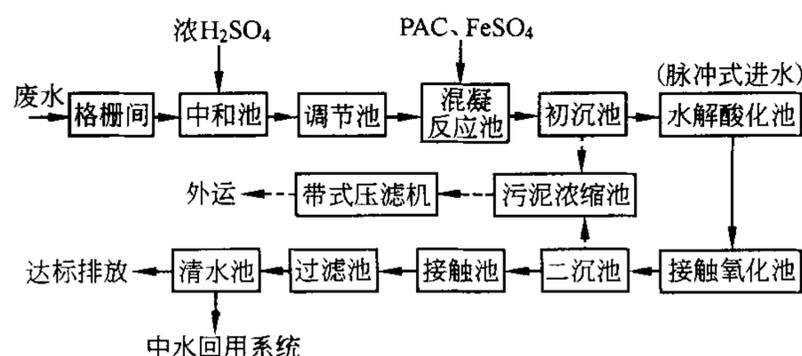


图 1 改造前处理工艺流程

达到设计流量的 60%~70%，通过现场调查及理论分析, 存在的主要问题如下:

(1) 进入废水处理站的生产废水生化性较差, 而厂区的生活污水也没有进入废水处理站, 某种程度上降低了废水的可生化性, 废水  $\text{BOD}/\text{COD}$  往往小于 0.2, C、N、P 营养比例失调, 对后续生化系统的正常运行造成了不利的影

(2) 接触氧化池的原设计气水比为 17:1, 这在处理难降解的工业废水上是不合理的, 接触氧化池中的废水都是黑色的, 表明好氧池里已经发生了缺氧

环境将较差。

## 参考文献

- 赵丽君, 范淑平, 梁力. 污水处理厂除臭技术及工程化. 中国给水排水, 2003, 19(6): 46~48
- 朱国营, 刘俊新. 污水处理厂的生物滤池除臭技术. 中国给水排水, 2003, 19(8): 23~25
- 邓铭庭, 周尚春, 郭毅. 高能离子净化系统用于污水泵站除臭. 中

国给水排水, 2004, 20(10): 103~104

✉ 通讯处: 300074 天津市河西区气象台路 99 号 中国市政华北设计研究院设计二所

电话: (022) 23545439

E-mail: swdz@163.com

收稿日期: 2006-08-24