

# 浮动型生物载体在建筑中水处理系统中的应用

范 懋 功

## 1 悬浮填料简介

建筑中水处理通常采用生物接触氧化法,氧化池中的生物载体(填料)是生物接触氧化工艺的关键。载体是微生物的生长地,生物处理效果与所选用的填料有直接关系。填料根据安装方式区分,可分为固定式和浮动(悬浮)式两种。蜂窝填料、软性填料、半软性填料、组合填料、弹性填料等都是固定式填料,他们的共同缺点是要支架,安装不便,这些填料隔几年就要更换,更换较难。浮动式填料只要倒入池中即可使用,因此安装方便,更换简单。而且在曝气池水中自由浮动,易挂膜,生物膜更新快,不会堵塞,比表面积大,氧化池所需容积较小。国内外专家认为悬浮填料是今后填料开发研究的趋向<sup>[1~2]</sup>。

德国依维优(EVU)公司生产的聚丙烯小圆柱体悬浮填料长8mm,直径5mm,比重 $0.9\text{ g/cm}^3$ ,比表面积 $800\text{ m}^2/\text{m}^3 \sim 1\ 200\text{ m}^2/\text{m}^3$ 。投加到活性污泥法曝气池中处理生活污水和工业废水。德国LINDE公司提出的城市污水和工业废水的LINPOR生物处理工艺,就是在活性污泥曝气池中加入 $10\% \sim 30\%$ 的浮动型生物载体,载体为微孔泡沫塑料小方块。回流比为 $50\% \sim 70\%$ ,曝气池加载体后可缩短水力停留时间。处理城市污水时 $\text{BOD}_5$ 容积负荷用 $2\text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 。

北欧挪威KMT公司和瑞典PRL(PURAC ROSEWATER LTD)公司<sup>[3]</sup>制造的浮动型生物膜载体是聚乙烯中空圆柱体,长5mm~7mm,直径10mm,内部有十字支撑,外部有翅片,密度 $0.95\text{ g/cm}^3$ ,空隙率 $88\%$ ,可供生物膜附着的比表面积约 $400\text{ m}^2/\text{m}^3$ 。这种填料可在曝气池中自由浮动,运行管理方便,已在欧洲许多城市和工业污水处理工程中使用,取得了很好的效果。挪威KMT公司设计建筑中水处理系统时,采用接触氧化池的水力停留时间仅为0.6h。

韩国裕守集团环境中央研究所生产的多孔小圆

柱形微生物载体(MICROBIAL-BEAD)比重 $0.88\text{ g/cm}^3 \sim 0.98\text{ g/cm}^3$ ,比表面积 $2\ 000\text{ m}^2/\text{g} \sim 5\ 500\text{ m}^2/\text{g}$ ,可在池水中浮动,用于处理各种污水。

日本也开发出各种小填料直径以mm计,作为污水处理新技术<sup>[2]</sup>。日本NIPPON OIL公司的压力式流化床生物接触氧化反应器内装聚乙烯醇凝胶小颗粒载体(PVA GEL CARRIER),用来处理酚浓度为 $400\text{ mg/L}$ 的含酚污水,反应器水力停留时间为2h。日本竹中工务店在超深层活性污泥曝气池中用聚丙烯酰胺凝胶体作为流动型微生物载体。曝气池 $\text{BOD}_5$ 容积负荷可达 $10\text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 。日本HITACHI PLANT ENGINEERING & CONSTRUCTION有限公司生产的聚合物(如聚乙烯乙二醇树脂)凝胶小方块悬浮填料(POLYMER GEL BIO-CUBES)边长约为3mm。倒入A/O活性污泥法的曝气池中,使微生物固定在小方块上,填料投配比 $7.5\%$ ,曝气池水力停留时间3h,回流比 $150\% \sim 300\%$ 。用于去除污水中 $\text{BOD}$ 和脱氮除磷,处理效果很好, $\text{BOD}_5$ 从 $210\text{ mg/L}$ 降到 $14.2\text{ mg/L}$ ,总氮从 $40\text{ mg/L}$ 降到 $10.2\text{ mg/L}$ ,总磷从 $6\text{ mg/L}$ 降到 $0.4\text{ mg/L}$ 。日本ATAKA工业株式会社生产的流动载体生物处理装置中采用蛭石烧结而成的扁平椭圆形颗粒作为流动型生物膜载体。提高曝气池中微生物浓度,高负荷去除 $\text{BOD}$ 和脱氮。该公司认为,由于固定式填料的微生物附着表面有限,装置面积大。而流动粒状生物膜载体可在池内浮游流动,微生物附着表面增大,池内维持高的微生物浓度,提高容积负荷,装置面积小。

美国KLY TECHNOLOGIES公司的FBC系列多孔自由浮动型球状填料,可快速安装,附着生物膜容量大,氧的利用率高。用于 $\text{BOD}$ 和氨氮浓度高的废水处理。

国内许多单位也开发了多种悬浮填料用于各种污水处理<sup>[4~6]</sup>。在建筑中水处理系统中,北京国贸中心和奥林匹克饭店的中水处理站,采用了日本的

多孔球形悬浮填料。

我们先采用直径为 10mm、长 7mm、比表面积为  $500 \text{ m}^2/\text{m}^3$  的聚乙烯小圆柱体浮动型生物载体倒入两个中水处理系统的曝气池中。池中已安装了泵式水下曝气机,虽然曝气机的进水口处围上孔网,池中出水管也加上了孔网以阻挡填料。但由于孔网与曝气机进水口的间隙很难密封,仍有填料进入曝气机被叶轮切割成碎片而堵塞出水管及沉淀池进水管。后不得不改用大直径球形悬浮填料。根据国外经验,采用小填料宜用鼓风机及多孔管曝气系统<sup>[3]</sup>。

## 2 工程实例

### 2.1 丰联广场大厦中水处理系统

大厦总建筑面积约 12 万  $\text{m}^2$ ,是集商场、娱乐、办公为一体的综合建筑。中水处理量  $15 \text{ m}^3/\text{h}$ ,采用下列处理流程:

洗浴水 格栅 调节池(水下曝气机预曝气)  
毛发过滤器 泵 活性污泥曝气池(水下曝气机供氧)  
沉淀过滤池 中间水箱 泵 活性炭过滤器  
消毒 中水池。

沉淀池排泥管上装有管道泵使污泥回流到曝气池。曝气池尺寸为  $2.5 \text{ m} \times 5.0 \text{ m} \times 3.3 \text{ m}$ ,水力停留时间为 2.5h。池中倒入 SNP 型球形悬浮填料,直径为 65mm,比重  $0.97 \text{ g}/\text{cm}^3$ ,比表面积  $1000 \text{ m}^2/\text{m}^3$ 。填料投加量按  $25 \text{ kgBOD}_5/(\text{m}^3 \text{ 填料} \cdot \text{d})$  计算求得约  $1 \text{ m}^3$ ,填料体积占池水容积的 3%。沉淀过滤池尺寸为  $2.5 \text{ m} \times 3.5 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ ,由斜管和双层尼龙网内装聚苯乙烯滤珠组成。PE 斜管直径为 50mm,长 1.0m,表面负荷  $4 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ 。尼龙网板尺寸为  $1.0 \text{ m} \times 1.4 \text{ m}$ ,网孔 50 目,孔径 0.297mm,表面负荷  $5 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ 。聚苯乙烯珠直径为 2mm~3mm。曝气池中装 2.2kW 泵式水下曝气机 1 台,充氧量  $1.8 \text{ kgO}_2/\text{h} \sim 2.8 \text{ kgO}_2/\text{h}$ 。该中水处理系统 1998 年 9 月经北京环境保护监测中心测定,结果见表 1。

表 1 丰联广场中水处理系统监测结果

项 目	pH	SS	$\text{COD}_{\text{Cr}}$	$\text{BOD}_5$	LAS
原 水	7.51	28	192	61	1.32
过滤池出水	7.42	6	61	13	0.50
炭滤池出水	7.9	<5	35	6	0.27

注:测定值以  $\text{mg}/\text{L}$  计。

丰联广场中水处理系统曝气池中只有 1 台泵式

水下曝气机,布置在短形池中央,把悬浮填料推向池角,填料在池中分布不均匀。今后设计宜采用 2 台曝气机对角布置,使池水产生旋流,填料在池中均匀分布(例如中银大厦建筑中水系统设计方案)。

### 2.2 华融大厦中水处理系统

大厦总建筑面积 4.6 万  $\text{m}^2$ 。南区为中国人民银行总行办公区,北区为具有 350 个床位的宾馆,中水处理量为  $7.5 \text{ m}^3/\text{h}$ ,采用下列处理流程:

洗浴水 调节池(射流式水下曝气机预曝气)  
潜水污水泵 毛发过滤器 生物接触氧化池 水箱  
泵 加 PAC 压力式砂滤器(直径为 1m,高 2m)  
加次氯酸钠溶液 静态混合器 中水箱。

氧化池采用热浸镀锌钢板装配式水箱,尺寸为  $2 \text{ m} \times 1.5 \text{ m} \times 3.2 \text{ m}$ ,水力停留时间约为 1h。池中安装 1 台日本鹤见泵行生产的泵式 8TR-2 型水下曝气机,功率 0.75kW,充氧量  $0.35 \text{ kgO}_2/\text{h} \sim 0.6 \text{ kgO}_2/\text{h}$ 。氧化池中倒入约  $1 \text{ m}^3$  SQC 型丝状球形悬浮填料,填料投加量约为池中水容积 10%。填料直径 150mm,比表面积  $130 \text{ m}^2/\text{m}^3 \sim 250 \text{ m}^2/\text{m}^3$ ,空隙率 97%。过滤器滤速为  $10.8 \text{ m}/\text{h}$ 。1999 年 3 月取出填料观察,填料上已生长黄色生物膜。但由于条件所限,未能作生物相镜检。当调节池出水也就是生物接触氧化池进水  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  浓度为  $25 \text{ mg}/\text{L}$  时,过滤器出水  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  浓度下降到  $7.2 \text{ mg}/\text{L}$ ,去除率为 71.2%。和新世纪饭店中水处理系统接触氧化池(用半软性填料)的 COD 去除率 40%~65%,进水 COD  $14 \text{ mg}/\text{L} \sim 26.5 \text{ mg}/\text{L}$ ,沉淀过滤后下降到  $6.3 \text{ mg}/\text{L} \sim 12.8 \text{ mg}/\text{L}$  相比,已提高不少。

## 3 讨论

(1) 建筑中水处理系统中所用悬浮填料投加量与原水 COD 浓度、生物处理方法、填料构造有关。一般为曝气池中水容积的 3%~10%。

(2) 当曝气池中投加小颗粒悬浮填料时,宜采用鼓风机及多孔管曝气系统。当采用水下曝气机时,宜采用大直径悬浮填料,水下曝气机宜用 2 台,在池中对角布置,产生旋流,使填料在池中均匀分布流动。

(3) 建筑中水处理系统中采用悬浮填料时,接触氧化池的水力停留时间,根据华融大厦中水处理系统的实践经验可采用 1h(根据推荐性规范“建筑

# 稳压泵的压力设定和扬程确定

黄国元 陆仲达 姜文源

**提要** 稳压泵的压力设定值决定于稳压泵扬程,稳压泵的扬程一般不另行计算,而是采用消防主泵的扬程,其原因在于设置稳压泵的目的是使消防给水管网的水压稳定。而在集中稳高压给水系统中,这样确定的稳压泵扬程及设定压力值,往往使消防给水管网始终处于较高压力工况,因而使管网内水压与管道及其接口的承压能力这一对矛盾趋于突出。从保证最不利处灭火设施水压要求这一基本前提出发,提出确定稳压泵扬程和设定压力的新思路,并按3种情况分别作出说明。

**关键词** 稳高压给水系统 稳压泵 扬程 压力设定 气压水罐

在稳高压消防给水系统这个大题目下,有许多文章要做,需要作进一步深入探讨。我们已经就稳高压给水系统与高压、临时高压给水系统的区别、特点、稳压泵的流量等方面谈了些看法,本文想着重说明稳压泵的扬程确定和压力设定,供同行们探讨。

稳压泵的扬程和压力设定值的确定,要区分3种情况:(1) 稳高压消防给水系统中,稳压泵与消防主泵共用气压水罐;(2) 稳高压消防给水系统中,稳压泵设气压水罐;(3) 稳高压消防给水系统中,有稳压泵而无气压水罐。

至于消防给水系统中设置用以替代消防水箱的气压水罐,而其水调节容量不论为 $18\text{m}^3$ , $12\text{m}^3$ , $6\text{m}^3$ ,还是《自动喷水灭火系统设计规范》(GBJ45-85)修订本送审稿中规定的 $2.4\text{m}^3$ ,都不在本文讨论范围,文章所涉及的气压水罐指水调节容量为450L及以下的气压水罐。

## 1 第一种情况

当稳压泵和消防主泵共用气压水罐,且气压水罐不用于替代消防水箱,只起满足消防主泵启动前消防所需水量和水压;以及通过水位和压力传感器以控制稳压泵启停和消防主泵启动时,在该气压水罐内主要有3个压力设定值,如图1所示。

$P_2$ 为消防主泵启动压力, $P_3$ 为稳压泵启动压力, $P_4$ 为稳压泵停泵压力,按我国有关设计院的经验 $P_3 - P_2 = 0.02\text{MPa}$ , $P_4 - P_3 = 0.05\text{MPa}$ 。相应于 $P_2$ 、 $P_3$ 和 $P_4$ 压力值的水位为 $h_2$ 、 $h_3$ 和 $h_4$ 。 $h_2$ 水位线下的水调节容积,按《高层民用建筑设计防火规范》的规定为450L, $h_2 \sim h_3$ 区段的水容积为缓冲水容积, $h_3 \sim h_4$ 区段的水容积为稳压水容积。

这种情况,稳压泵的压力设定值为 $P_3$ 和 $P_4$ , $P_3$ 为稳压泵压力设定下限值,即稳压泵启动压力; $P_4$ 为稳压泵压力设定上限值,即稳压泵停泵压力。

中水设计规范规定不应小于2h)。采用活性污泥法时,曝气池中不加浮动型生物载体, $\text{BOD}_5$  容积负荷按 $0.4 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 计算,曝气池有效容积应为 $54\text{m}^3$ ,水力停留时间约3.6h。根据丰联广场中水处理系统的实践经验,在曝气池中投加池有效容积3%的悬浮填料,水力停留时间可缩短到2.5h。因此建筑中水处理系统采用悬浮填料可节省投资及占地面积。

## 参考文献

- 1 迟玉霞. 填料在水处理中的应用. 化工给排水设计, 1998(2)
- 2 HIROAKI TANAKA et al. CURRENT SEWAGE TECHNOLO-

- GY IN JAPAN. ASIA WATER AND SEWAGE, JUL YAU G 1995
- 3 KALDNE. MOVING BIOFILM PROCESS. WATER SERVICE, 1995(5)
- 4 王建龙,等. 复合生物反应器处理废水特性研究. 中国给水排水, 1998(2)
- 5 刘霞,等. 生物粒子浮动床处理城市污水研究. 中国给水排水, 1998(3)
- 6 李清雪,等. 厌氧浮动床生物膜反应器启动试验. 中国给水排水, 1998(5)

▽作者通讯处:100088 北京新外大街甲8号22-4-8

电话:(010)62038864(H)

收稿日期:1999-4-23