

## 小型污水处理设备

在一些小型的城市、乡镇及工厂,污水处理装置的设计和建造一直是一件麻烦事。因为这些设施的规模通常达不到要求,无法为一些必须处理的项目建立提供保证,因而最终的处理指标也无法达到日益严格的环保法规要求。

传统的污水处理厂,为进行全方位的废水处理,并有效地处置处理中产生的副产品(如生物污泥),需要涉及广泛的基建工作、耗时的建设过程、大面积的规划设计用地和联合处理设备。针对这些问题,希腊的德维兹工程公司(Devise Engineering SA)采用先进技术和创新设计,建立了新的紧凑型污水处理系统,可对城市污水和工业废水进行一体化处理和管理。

### 分级处理

目前,一般污水处理装置的处理效果已超过欧盟或其它国家污水处理的标准。现在,越来越多的行业要求对废水进行回用,这需要高度安全可靠技术的支撑,使回用水安全地用于灌溉、地下水富集、卫生间冲刷、工业用水和其它用途等,但饮用水除外。

Devise 公司的组装式污水处理装置(Package plants)是一套全自动、独立的预制式设备,具有处理高效,结构紧凑,安装快速,即装即用的特点。

所有污水处理设施必须的分级处理工序有:

- 预处理;
- 二级处理——通常是生物处理;
- 三级处理——出水达到高品质;
- 生物污泥处理。

Devise 公司的组装式污水处理装置为废水的每一级处理都提供了解决方案,根据设备尺寸和出水水质要求,可进行单独或联合处理(图1)。

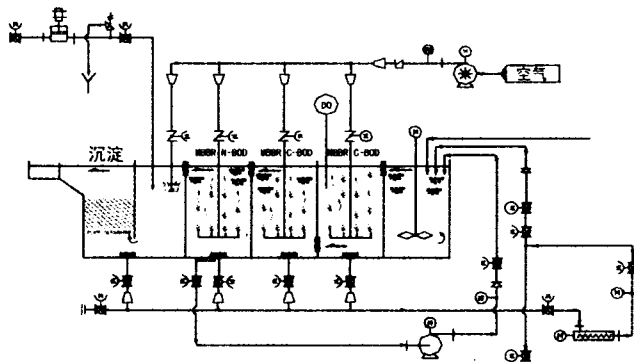


图1 MBBR 组装式设备设计流程图

### 废水预处理(处理的第一部分)

紧凑型预处理单元可提供多重功能,如:

- 筛滤;
- 粗滤渣压实与脱水;
- 砂砾清除、洗涤与脱水;
- 去除油脂与油类物质。

这些设备的材料均为不锈钢,使用寿命长,密封性好,任何对环境的不利影响可降至最小。

### 二级生物处理

工业废水的生物处理是在高速箱式单元中进行的(图2和图3),每个箱式单元的外形和大小像一个集装箱。生物处理单元包括所有必需的组件,如生物反应器,电气和机械设备,以及控制设备,是自支撑、装配式的。



图2 菌种群当量 600 PE 的组装式单元

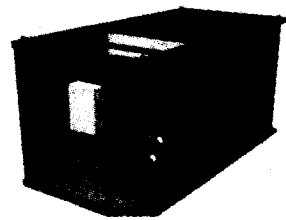


图3 组装式生物处理设备的外观

高速组装式污水处理装置采用移动床或流化床技术。这种方法基于“生物膜”和“活性污泥法——好氧处理”两种处理工艺。这两种工艺高度可靠,并已经过多次试验。

MBBR(移动床生物膜反应器)方法吸取了上述两种工艺的优点,摒弃了二者的缺点。该项技术是中小型工厂的理想选择,它可以在一个比较小的反应池中高效地处理废水,应用性能优良,并体现了小型组装式处理装置的性能特点。

MBBR 技术是一项极好并有效的处理方法,已被约 45 个国家广为安装和应用。MBBR 技术与一般的生物膜反应器的不同之处在于它利用了整个池容,这与活性污泥法类似;而与活性污泥法相比,它不需要大规模的污泥回流。

MBBR 技术的关键是要将一种特殊的生物填料置于生物反应器中,用作生物繁殖的载体。在好氧反应器中,这种填料(生物膜载体)通过曝气作用在反应池内移动;在厌氧和缺氧反应器中,则通过机械搅拌作用移动。特殊的隔离装置将生物载体圈在反应器内。

Devise 公司根据应用的不同而使用相应的载体填料,如载体 AMB(一种趋磁细菌),WOI(一种酵母菌)以及其它菌种。生物载体填料的总接触面积为  $850 \text{ m}^2/\text{m}^3$ ,有效的“受保护”的表面积为  $560 \text{ m}^2/\text{m}^3$ 。根据不同的应用,调整载体填料的填充率,因此活性表面积也会随着不同,从而确保了处理系统极大的灵活性,这是该法的突出特点之一。

该方法的灵活性使其非常适合对现有设备进行扩充。例如,通过提高“填充”的比例,可以增加设备的处理容量。在以前的设备中,这一比例不会超过 70%,而高填充比例可使反应器中载体的流动和混合更加有效。

该方法生物载体膜的生成过程,同其它方法一样,是一种“附着-生长”的过程。具体是通过有机物各种组分的扩散,进入生物层(生物膜)而发挥作用。由于培养基(有机组分)的扩散深度可达 100 μm,因此,载体表面生长的生物薄膜薄且均匀。为此,反应器中必须保持强烈的湍流。这样一方面有助于各种组分迁移到生物膜;另一方面,通过内聚力的作用,可使在载体上生成的生物膜层较薄。

高速组装式污水处理装置采取了一系列构造模式,处理能力从 200 PE(菌种群当量)到 2 000 PE,当处理单元并列排布时(图 4),处理能力可高达 6 000~8 000 PE。

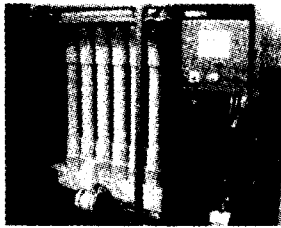


图 4 组装式设备中运行的移动床生物膜反应器

表 1 中列出了几种污水处理方法的运行参数。

表 1 几种处理方法运行参数的对比

运行参数	MBBR-IFAS	活性污泥循环	延时曝气	SBR
填充体积/(kg/m <sup>3</sup> )	0.91	0.32~0.64	0.16~0.4	0.08~0.24
滞留时间/h	1~2	4~8	18~36	8~36
污泥循环/%	0~25	50~100	50~150	-
MCRT/d	N/A	3~15	20~30	N/A
MLSS/(mg/L)	0~2 000	1 000~3 000	1 500~5 000	1 500~5 000
生物膜/(mg/L)	2 500~5 000	N/A	N/A	N/A
F/M/(1/d)	1.1	0.2~0.5	0.05~0.15	0.05~0.3
污泥产量/(kg/kg BOD)	0.54	0.4~0.5	0.4~0.5	0.4~0.5
曝气需氧量/(m <sup>3</sup> /kg)	60~70	45~90	90~125	45~90

注:①IFAS(Integrated Fixed-film Activated Sludge Technology,固定生物膜活性污泥技术);②SBR(Sequencing Batch Reactor Activated Sludge Process,序批式活性污泥法);③MCRT(细胞平均停留时间);④MLSS(曝气池污泥浓度)。

Devise 公司的组装式独立高速生物处理设备具有以下特点:

- 高速和高效;
- 负载可提高至常规处理的 10 倍,而处理时间仅为以前的 1/5;
- 安装快速简便;
- 自动控制,操作简便;
- 运行成本降低 30%~40%;
- 可远程监测运行情况。

### 三级处理——废水利用技术

如果要求对处理过的污水作进一步处理,或者将处理的污水重新用于灌溉、工业用水、地下水富集或其它方面时,必须进行三级处理。

如果有些行业对处理水的质量要求较高,Devise SA 公司建议采用微滤或超滤膜对污水进行三级处理。进行三级处理超滤时,设备需要配备独立的组装式单元,可在生物处理和净

化阶段之后,或与生物处理和微滤处理联用,称为 MBR(膜生物反应器)技术。MBR 系统采用了最先进的技术,出水水质远超过现有其它技术处理的废水水质(图 5)



图 5 MBR 组装式设备

MBR 系统能确保出水水质 BOD(生化需氧量) < 5 mg/L, TSS(总悬浮固体物) < 1 mg/L, TN(总氮量) < 2 mg/L。该方法是将膜组件浸没在盛有活性混合液的独立的容器里,其固体质量浓度高达 15 000~16 000 mg/L,这种方式不会影响主要的生物处理阶段。

Devise 公司设计和建立的箱式 MBR 系统,采用知名公司的膜组件产品,这些公司在膜生产和应用方面拥有丰富的经验,从而保证设备运行的高效和稳定。MBR 系统可以独立装配式单元供应,处理能力从 300 PE 至 6 000~8 000 PE。

### 污泥脱水系统

污水处理中产生的多余生物污泥,是废水处理厂在副产物管理中最大的问题之一。生物处理系统所产生的污泥,固体含量不超过 1.0%~1.5%。将污泥贮存在反应池中,只是临时解决办法,需经常排空液体污泥,并运输到其它处理设施中。

Devise 公司的创新设计“新型螺旋压榨式污泥脱水系统”,可按照 ISO 标准的集装箱来建造配套的脱水装置。集装箱式污泥脱水设备(CSDP)包含所有必需的设备和系统,在同一个废物回收箱内可以对污泥进行收集、浓缩、供应、絮凝、脱水以及清理等操作。该设备还包括聚电解质溶液的制备系统,以及整个设备的控制系统(图 6)。

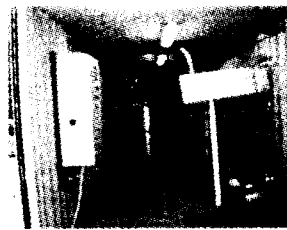


图 6 CSDP 设备的内部构造

CSDP 可以独立单元交付,也可按需要加入照明、通风以及除臭系统。该集装箱式污泥脱水设备可满足大部分组装式废水处理设施对污泥管理的要求,处理能力可达 9.6 m<sup>3</sup>/h。

现代废水处理技术,如流动床生物膜反应器(MBBR)和膜生物反应器(MBR)的运用,使紧凑型组装式设备的设计者可以建造完全而又高效的废水和污泥处理装置。这类组装式设备占地面积少,方案项目投产快,运行成本低,废水回用能力高,推动了废水的分散管理,进而保护了环境。

摘译自英国《国际染印漂整工作者》  
2009, No. 1/2: 18~20  
车映红译 陈颖校