

间歇式双向循环活性污泥法在工业废水处理中的应用

方先金 Horst A.Jeziarski 薛 平

提要 间歇式双向循环活性污泥法自 1995 年在国内工业废水处理中开始推广应用以来,已有许多成功的工程实例。分析了间歇式双向循环活性污泥法的原理和运转方式,并对该工艺在工业废水处理中的应用经验进行了总结。

关键词 间歇式双向循环活性污泥法 工业废水 应用

70 年代以来,随着自控技术和曝气设备技术的发展和运用,间歇式活性污泥法得到迅速发展。传统的活性污泥系统由曝气、沉淀、污泥回流和供氧 4 部分组成。间歇式活性污泥法则对传统的活性污泥系统进行了变革,省去了沉淀和污泥回流部分,因而大大降低了污水处理的建设投资和运行费用。系统的理论研究和工程实践表明:间歇式活性污泥法处理效果完全可以达到传统活性污泥法的处理标准,工艺简单,投资和运行费用较低。近些年来已开发出许多种间歇式活性污泥法工艺,这些新工艺也陆续引进到国内,并在国内污水处理工程中得到应用。间歇式双向循环活性污泥法是德国在 80 年代中期开发的新工艺,并在德国、法国和印度等国的工业废水处理中得到推广应用,可应用于酿酒、食品加工、制革、纺织印染、电镀等工业废水的处理,也可应用于宾馆、餐饮等生活污水的处理。

1 工艺原理和运转方式

间歇式活性污泥法最典型的工艺为 SBR 工艺,一般是在同一反应器中完成进水、曝气、沉淀、排水、闲置 5 个阶段。这种运转方式具有工艺简单、管理方便等优点,能有效地抑制丝状菌的过量繁殖,防止污泥膨胀,并能保证获得稳定的处理效果。但由于间歇式活性污泥法曝气和沉淀在一个池中进行,为了防止排水时带出悬浮污泥,通常需要特殊的排水设备(滗水器)。这给一些废水量较小的工业废水治理带来了新的问题,一方面滗水器设备的设置增加了工程投资费用,另一方面许多工厂对废水处理系统的管理和设备维护又缺乏经验,因而增加滗水器使这些厂家增加了日常设备管理和维修的困难。而采用连续流活性污泥法虽不需要特殊的排水设备,

并能保持连续进出水,但这种工艺也有许多缺点,如需污泥回流系统,从而增加了设备和工程费用,同时连续流活性污泥法运行控制不易调整。为了适应废水量较小的废水处理工程的需要,间歇式双向循环活性污泥法结合 SBR 法和连续流活性污泥法各自优点,保留了 SBR 工艺的间歇运转方式和连续流活性污泥法的排水优点,从而成功地实现在间歇式活性污泥工艺运转中无需采用特殊的排水设备。

间歇式双向循环活性污泥法是由 2 个矩形池组成,2 个池子之间水力连通,每个池子都有供氧设备、进水和出水系统。通过阀门控制原水分别在不同的周期内进入不同的反应器,在一个周期内,进水直接进入反应器,在反应器曝气并完成生物降解;另一个反应池(反应器)则在非曝气阶段,主要完成泥水分离和排水。在下一个周期中进水直接进入反应器,在反应器曝气并完成生物降解,反应器则在非曝气阶段并完成泥水分离和排水。上述过程不断重复循环从而完成废水处理的任务。这种运转方式对于每个周期来说水力流动类似于有曝气池和沉淀池组成的连续流活性污泥法,因而排水时不需要特殊的排水设备。

间歇式双向循环活性污泥工艺示意图 1。运行过程中进水是通过阀门 1 和阀门 4 来调节,使之在不同的周期内进入设定为曝气降解的反应器中。如第一个周期内,阀门 1,2,3 打开,阀门 4,5,6 关闭,这样进水进入反应器,供氧设备向反应器供氧,进水在反应器完成生物降解后流入反应器,在反应器完成沉淀泥水分离,处理后的出水通过阀门 3 排出。下一个周期内,阀门 4,5,6 打开,阀门 1,2,3 关闭,进水流入反应器,供氧设备向反应器

供氧,原水在反应器 完成生物降解后,流入反应器 并完成泥水分离,通过阀门 6 排出。反应器中的剩余污泥则在每个周期结束前,从该周期中作为沉淀池使用的反应器内排出。通过不断重复调换两个反应器的作用和剩余污泥排放控制来保证两个反应器的污泥浓度,使在废水净化过程中省去污泥回流设备。

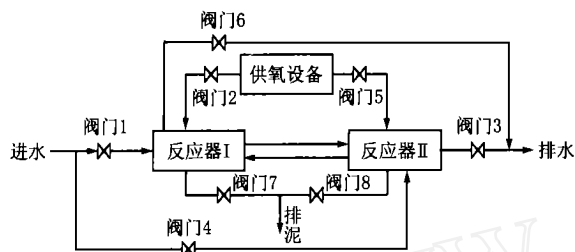


图1 间歇式双向循环活性污泥工艺示意

2 工艺特点

(1) 本工艺保留了 SBR 工艺和连续流活性污泥工艺的优点,从而省去了污泥回流设备和特殊的排水装置。在每个周期内运行方式类似于连续流活性污泥法运转方式。每个反应池在不同的周期内分别作为曝气池和沉淀池使用,保证了各池中的污泥活性和浓度,故无需污泥回流系统。

(2) 该工艺需配有自动控制系统。由于本工艺中共使用 8 个阀门,每个阀门在各个周期转换中都需要完成开关转换,因此需使用自控系统。该自控系统较为简单,根据周期设定,只需 PLC 系统即可完成进出水和供氧、排泥的转换。

(3) 工艺简单、节省费用、管理方便。由于该工艺不需要污泥回流系统和特殊的排水装置,使投资和运转费用大大节省。该工艺使用自动化控制装置,管理极为方便,无需人工操作,甚至可在无人情况下正常运转。

(4) 操作方式可以灵活调节。根据进水的水质和水量来确定周期的长短,而周期的长短可通过 PLC 系统来设定和调节,使其满足不同的处理要求。如设计时按平均日流量来确定反应器池容,在发生流量大于平均流量情况下,可以调整运行周期,使之适应水量的变化;在流量小于平均流量情况下,可增大运行周期,减少单位时间供气量,使之不会由于过度曝气而造成能量浪费。

(5) 具有脱氮除磷作用。该工艺中每个反应器在不同的周期内分别处于好氧和厌氧/兼氧状态。在好氧条件下,废水中的氮通过硝化作用被氧化成亚硝酸盐和硝酸盐,通过同化合成细胞并以剩余污泥形式排出处理系统。在厌氧条件下,反应池中的硝态氮通过反硝化作用转化成分子态氮气并逸入大气。除磷的反应过程同样也需要厌氧、好氧交替运行,在厌氧阶段积磷菌积聚的磷,一部分转化为细菌自身的合成能量,一部分在产酸菌的作用下转化为磷酸盐。在好氧状态下积磷菌大量地吸收废水中的磷,并通过排泥排出系统。该工艺对每个反应器都可以创造好氧/厌氧交替运行条件,并可根据进水水质和除磷脱氮要求,通过运行周期的调整来控制除磷脱氮效果。

(6) 该工艺主要由 2 个矩形池组成,2 个反应池可利用公共池壁。由于 2 个矩形池之间水力相通,中间池壁不受单向水压,这样一方面可节省投资,另一方面较容易设计为成套设备。

3 工程实例

自从 1995 年该工艺引进国内后,我们根据该工艺特点,已完成了成套设备的开发和加工,制成 ZWJ 系列全自动高效净化装置,并已成功地完成了近 20 个工业废水处理工程,涉及到油厂、食品加工、纺织、皮革等工业废水的治理。如安徽省寿县石集油厂、界首回族皮件厂、利辛健康奶油厂、颖上县油厂、庐江维尔油脂公司、佳乐油脂实业股份有限公司、荣兴油脂饲料有限公司、长丰县植物油厂、舒城麻纺厂等废水治理工程都采用了该工艺。现将荣兴油脂饲料有限公司废水处理工程实例介绍如下。

荣兴油脂饲料有限公司始建于 1987 年,原为一家食用油厂,经过多年改扩建后,其生产规模达到全年加工油菜籽、大豆等油料 5.35 万 t,产品为一级油 1.016 万 t,高烹色拉油 0.9 万 t,豆粕、菜籽粕 3.734 万 t,年产值达 1.99 亿元。生产过程中预处理车间、浸出油车间、精炼车间、色拉油车间等产生的废水,治理前直接排入附近的淮河支流。在淮河治理期间,该厂排放的废水得到治理,其主要治理工艺采用了间歇式双向循环活性污泥法。其设计规模为 200 m³/d,进水水质 COD 为 2 000 mg/L, BOD 为 1 000 mg/L, SS 为 500 mg/L, 油含量为 200 mg/L。设计

生物膜-活性污泥联合工艺在高浓度工业废水处理中的应用

郑育毅 廖满琼 林金画

提要 简要介绍了近年来生物膜-活性污泥联合工艺的进展,列举了该工艺在处理高浓度工业废水中应用的工程实例。总结分析了联合工艺的优点及目前应用中存在的问题。

关键词 生物膜 活性污泥 联合工艺 工业废水

活性污泥法是当今世界范围内应用最为广泛的一种生物处理工艺,它具有处理能力高,出水水质好等优点,但存在负荷低,基建与运行费用较高,管理复杂,容易发生污泥膨胀与上浮等问题。生物膜法虽然起步较晚,但它所具有的污泥负荷高,抗冲击负荷强,无污泥膨胀等优点,在实际工程中被广泛采用,特别是在工业废水处理中。

随着环境问题日益突出,人们不仅仅满足于排入周边环境的所有污水得到处理,而且要求处理程度不断提高。于是进行了大量的技术改进及工艺革新的研究与实践,提出了生物膜-活性污泥的联合工艺,并在实际生产应用中取得了较好的效果。

1 生物膜-活性污泥联合工艺的技术进展

20世纪60年代,生物膜-活性污泥联合污水处理工艺就颇受欢迎。由于当时生物膜法普遍采用的生物载体(滤料、填料)是石质材料,比表面积小、密度大,无法实现较高的有机负荷。因此联合工艺在初始费用上要高于活性污泥法而被其所取代。近年来,新型塑料填料层出不穷,高负荷填料代替了传统

的石质滤料作为通用的生物载体。有资料表明,新型填料的有机负荷率可比石质滤料高10~15倍。

联合工艺主要有两类,其一是生物膜与活性污泥同时在同一构筑物内共同生长,可称之为复合方式联合工艺;另一种是生物膜系统与活性污泥系统按串联方式联合。复合方式联合工艺的典型方式是往活性污泥曝气池中投加悬浮型填料作为微生物附着生长的载体,达到悬浮生长的活性污泥与附着生长的生物膜共同承担去除污水中有机污染物的任务。该方式的主要特征是投加载体要满足悬浮要求,即投加的载体附满生物膜后的比重接近1,目前通常采用的载体有粉末活性炭、无烟煤、多孔泡沫塑料和球型塑料等,系统中废水与生物相处于完全混合状态。串联方式联合工艺主要是针对处理废水的水质特征、处理深度要求,合理地将生物膜法与活性污泥法的单元处理工艺结合起来。该方式中的每个单元都是一个独立的处理工艺,串联方式灵活多变。串联级数可以是两级,也可以是多级;串联次序可以先生物膜法后活性污泥法,也可以是相反的。该方

出水水质为 $\text{COD} \leq 100 \text{ mg/L}$, $\text{BOD} \leq 60 \text{ mg/L}$, $\text{SS} \leq 150 \text{ mg/L}$, 油含量 $\leq 20 \text{ mg/L}$ 。因炼油废水中含有大量的浮化油,为此废水在进入间歇式双向循环活性污泥系统前先通过隔油池和气浮池,以便去除废水中的浮化油,降低悬浮物和有机物含量。气浮池的出水直接进入 ZWJ-200 型净化装置进行生物降解。通过对该厂废水治理工程监测,其平均出水水质 COD 为 88.0 mg/L , BOD 为 38.9 mg/L , SS 为 73.1 mg/L , 油含量为 3.72 mg/L , pH 为 $7.5 \sim 8.9$ 之间,均达到设计要求。

4 结论

间歇式双向循环活性污泥法保留了 SBR 工艺和连续流活性污泥法优点,不需要另设特殊的排水设备,需配有自动控制系统。该工艺操作方便,运转灵活,处理效果稳定,该工艺适用于小型工业废水和生活污水的处理,与常规活性污泥系统相比具有明显的优势。

▲作者通讯处:100035 北京市西城区大帽胡同 26 号

北京市市政工程设计研究总院研究所

电话:(010)66167142(O)

收稿日期:2001-3-30