



海口车站污水处理厂水解好氧工艺

何晓斌

(铁道第二勘察设计院给排水环境工程处,四川 成都 610031)

摘要:随着城市建设的发展,对环保要求的提高,各省市地区对污水排放的要求也越来越规范和严格。本文主要介绍水解好氧工艺处理污水的机理、工艺特点、设计要点,及首次在铁路工程运用情况。通过工程实际的运行,说明水解好氧工艺可以合理的结合厌氧工艺的特点和好氧工艺的优点,并有效的在铁路工程污水处理中加以了运用,其处理污水的原理在工业生产污水及类似的生活污水同样适用。

关键词:水解;好氧;厌氧;生物接触氧化;水解好氧

中图分类号:X792

1 水解—好氧(H/O)工艺

生物接触氧化是属生物处理技术的生物膜法。生物接触氧化处理技术的实质是在池内充填填料,已经充氧的污水浸没在全部填料中,并以一定的流速流经布满生物膜的填料,污水与生物膜广泛接触,在生物膜上的微生物新陈代谢功能的作用下,去除污水中有机污染物,使污水得以净化。水解—好氧工艺就是在此基础上将生物接触氧化工艺的初沉池改造为调节池,在接触氧化池前增加了水解池。由于原污水处理站排放的废水中磷、氮超标,无法满足污水排放更高的要求,采用水解—好氧工艺,可有效解决以上问题。

1.1 水解机理

污水处理工艺中的生物化学(生化)处理法,是处理有机污水的主要方法。本文所述水解工艺是利用我们在工程中使用过的厌氧工艺的前两段,即水解和酸化段,把反应控制在第二阶段,不进入第三阶段酸性衰退和第四阶段甲烷化。为区别厌氧工艺,定名为水解(Hydrolyzation)工艺。水解反应器实际上完成水解和酸化两个过程,在水解阶段,固体物质、溶解性物质,大分子物质降解为小分子物质,难生物降解物质转化为易生物降解物质。在酸化阶段,有机物降解为各种有机酸。水解和产酸进行得较快,难以把它们分开,因此简称为“水解”。

水解工艺系统中的微生物主要是兼性微生物,它们在自然界中的数量较多,繁殖速度较快。而厌氧工艺系统中的产甲烷菌则是严格的专性厌氧菌,

它们对于环境的变化,比水解菌和产酸菌要敏感得多,并且生长缓慢(世代期长)。最重要的是水解工艺和厌氧工艺中的两类不同菌种的生态条件差异很大,水解工艺是在缺氧条件下反应,而厌氧工艺则是在厌氧条件下反应。

正因为水解工艺是在缺氧条件下完成,因而在工程实施中,可将工艺后续好氧工艺串连组合在一个反应器中完成,实现水解(H)—好氧(O)工艺,定名为H/O法。

常见主要有机污染物的水解反应经路:

(1)多糖类物质淀粉在水解作用下的水解经路为:淀粉→糊精→麦芽糖→葡萄糖

缺氧条件葡萄糖会通过糖的酵解过程分解成2个丙酮酸。进一步的彻底降解,需在有氧条件下丙酮酸进入三羧酸循环,达到完全的氧化:
$$2\text{CH}_3\text{COCO}_2\text{H} + 4\text{H} + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$$

(2)蛋白质不能被微生物利用,在进入细胞组织之前,需经蛋白质水解酶的作用,使其水解成氨基酸。其水解经路为:蛋白质→多肽→二肽→氨基酸。蛋白质水解到二肽阶段就可作为底物,被微生物细胞所利用。

(3)脂肪(类脂肪)物质的水解。脂肪的降解也是首先在细胞外,通过脂肪水解酶发生水解,生成丙酮酸和脂肪酸。在有氧条件下水解产物脂肪酸、西酮酸的进一步降解达到完全的氧化。

1.2 水解—好氧工艺的特点

(1)污水经水解处理后,BOD₅/COD_{CR}比值,有



明显升高。例如制药厂土霉素生产废水,进水 BOD_5/COD_{CR} 的比值 0.34,经水解后,比值上升为 0.43,可生化性得到了提高。(2)对厌氧处理而言,水解反应的水力停留时间较短。对工业污水中的有机污染物来说,根据其分子结构、分子量大小,水解反应一般在 4—18 小时完成。(3)用膜法水解工艺,由于生物量大、容积负荷高,能适应进水 COD_{CR} 负荷变化。一般说,进水 COD_{CR} 浓度升高 3—4 倍,而出水 COD_{CR} 的去除率,非但不下降,反而升高,即进水浓度越高, COD_{CR} 去除率高。水解工艺有较大的耐冲击负荷能力。(4)工艺运行稳定,受外气温变化影响小。一般说水温在 3—40℃ 之间,因为水解菌种由中温和低温菌种协同作用。(5)水解池不产生如厌氧反应那样的臭味,水解池可设计成敞口式的。敞口的水解池,池子越深,效率越高,在地基耐力许可的条件下,池深可达 8.5—9m,可节省用地,适于用地紧张的城市内的污水站。特别是对化工企业,在消防距离不能满足要求的情况下,水解工艺比厌氧工艺更有实际应用价值。(6)正因为水解菌种在自然界中存在的量较多,而且存在的面亦较广,在工程实施时,容易培菌。一旦污水中有机污染物(底物)发生变化,处理装置也能很快适应。对厌氧处理中的甲烷菌,由于它是单一性菌种,只要底物发生变化,甲烷菌就在衰亡。

1.3 水解—好氧工艺的设计要点

(1)控制进水 PH 值。水解工艺的兼性菌种对 PH 值的适应范围很宽(PH 值 5.5—10 之间)。但最佳值,应与后续处理条件一并考虑。(2)控制溶解浓度,一般来说,DO 值应控制在 $<0.3-0.5\text{mg/l}$ 。(3)池形设计要造成良好的水力工况。应控制池深、池长、池宽的比例。池内分格。造成上下推流、水平推流、减少“死区”,水解池是否加盖,可视进水温度,水力停留时间及地区冬季室外温度等诸因素而定。(4)根据不同有机污染物的分子结构、分子量,设计前最好先小试,确定有机污染物的水解速率(水力停留时间),工程实施时,作适当放大。(5)控制 C、N、P 比例。例如上海冠生园食品总厂污水缺 N 素,而临安化工厂(生产染料)污水中富 C 素和 N 素。有条件的话,将生活污水引入处理系统,对平衡的环状分子结构可边续串联水解—好氧 2 至 3 次(即两段 H/O 法或三段落 H/O 法)。此时,应控制水解和好氧反应水力停留时间的最佳比例。

1.4 水解—好氧工艺性能指标

水解池的 COD_{CR} 去除率为 30—50%(某些工程

可达 60—80%);固体悬浮物的水解率为 $60\pm 6\%$;水解—好氧工艺(H/O 工艺)的 COD_{CR} 总去除率可达到 96—98%。

1.5 水解—好氧工艺脱磷

在好氧、兼厌氧交替条件下,产生的“聚磷菌”在好氧条件下可超出其生理需要而从污水中过量摄取磷,形成多磷酸盐作为贮藏物质。排去脱落的生物膜,也即从污水中去除了磷。

2 工程概况

海口车站为我国第一个跨海铁路轮渡的车站,位于海口市郊,是整个粤海通道的机务段、车辆段所在地。站区附近无城市污水处理系统可利用,排入水体为 GB3097 中的二类海域。海口市环保局要求铁路自建污水处理厂,污水排放需达到《国家污水综合排放标准》(GB8978—1996)的一级标准。

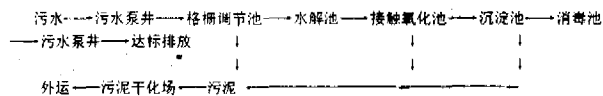
3 工程设计简介

3.1 设计基础数据

根据海口车站和轮渡港区规模,设计污水排放量近期 $1500\text{m}^3/\text{d}$ 。设计进水水质为:SS:300mg/l; BOD_5 :220 mg/l, COD :400 mg/l,石油类:100 mg/l,氨氮 42 mg/l。《国家污水综合排放标准》(GB 8978—1996)的一级标准要求出水水质为:SS:20mg/l; BOD_5 :20 mg/l, COD :60 mg/l,石油类:10 mg/l,氨氮 15 mg/l。海口站区温度为:最热月 32.5~33.2℃,最冷月 12.9~14.6℃。海口站区地形平坦,为八度地震区,砂土液化 20 深。

3.2 设计工艺流程如下

机务段、车辆段的含油、洗涤废水分别经隔油、沉淀、过滤予处理后,与海口车站和轮渡港区生活污水一并进入污水处理厂生化处理。



3.3 设计处理工艺说明

整个污水处理厂地基进行强夯处理,主要构筑物均为地上式,池顶为敞开式。水解池、接触氧化池、沉淀池、消毒池四个池子合建,减少用地。

(1)污水泵井。污水泵井采用钢筋混凝土结构。因海口站区地形平坦,重力排水管道末端埋深为一 4.0m,,污水前端提升泵井设计为 $D=3\text{m}, H=7\text{m}$,污水排放提升泵井设计为 $D=3\text{m}, H=5\text{m}$ 。

每个污水泵井采用潜水排污泵两套,一用一备,



并带自藕和自动启泵装置。

(2)格栅调节池。格栅调节池采用钢筋混凝土结构,长宽高尺寸为 20mx15mx7.9m,宽边方向分为四格,内加纤维填料,每格上部设一个进出水堰,进出水采用推流方式,起到除砂、沉淀、均匀水质的作用。末端出水采用潜水排污泵两套,一用一备;起提升和超越的作用。格栅采用机械设备,拦截可见的污染物。

(3)水解池。水解池采用钢筋混凝土结构,长宽高尺寸为 20mx6.6mx5.1m。宽边方向分为三格,内加纤维填料,每格上部设一个进出水堰,进出水采用推流方式。设水解催化器 16 个,便于污水更快的完成水解酸化,为进一步的降解创造好条件。在这种缺氧条件下,污水进行反硝化反应生物脱氮。

(4)接触氧化池。接触氧化池采用钢筋混凝土结构,长宽高尺寸为 20mx8.8mx5.1m。内加纤维填料,设曝气器 220 个。对污水进行接触氧化,在这种好氧条件下,污水进行 BOD₅ 去除和硝化反应污水去除磷。

(5)沉淀池。沉淀池采用钢筋混凝土结构,长宽高尺寸为 5mx5mx6.6m。设污泥泵两套,一用一备。沉淀池与水解池、接触氧化池低部相联通,减少了污泥回流所增加的设备。沉淀池残留的剩余污泥直接由泵提升至污泥干化场。

(6)消毒池。消毒池采用钢筋混凝土结构,长宽高尺寸为 5mx5mx5.1m。消毒采用二氧化氯发生器两套,一用一备。二氧化氯液可有效杀死污水中的病毒,达到出水要求。

(7)污泥干化场。污泥干化场采用混凝土结构,长宽尺寸为 5mx4.5m,四格。海口站区温度变化不大,较暖,污泥干化效果好。

4 经济技术比较

(1)技术上 H/O 工艺继承了生物接触氧化处

理技术的优点:

对冲击负荷有较强的适应能力,在间歇运行条件下,仍能够保持良好的处理效果,对排水不均匀的企业,更具有实际意义。

操作简单、运行方便、易于维护管理,勿需污泥回流,不产生污泥膨胀现象,也不产生滤池蝇。

污泥生成量少,污泥颗粒较大,易于沉淀。

H/O 工艺另一个突出的优点是,随运行时间的推移,COD_{CR}的去除率呈明显的增长趋势。工程实施中利用调节池,内加分格及纤维填料,作膜法水解池用,实现一池多用,节省基建投资。由于水解池本身有较高的 COD_{CR}去除率,因而可作为去除 COD_{CR}的一级构筑物。使整个污水站的 COD_{CR}总去除率提高 30%左右。氨氮可由原水 299mg/l 降至 5mg/l 以下,实现生物脱氮。

(2)经济上总体投资省,为传统工艺的 60%~80%。

能耗低,气水比仅为 2:1~5:1,系统处理费用为一般生化法的 40%~50%。占地面积小,为一般处理法的 1/2~2/3。

5 结论

H/O 工艺、多段 H/O 工艺等在下列工业废水处理站:食品生产厂废水,啤酒废水,涂装废水、含油废水、生物制药废水、石油化工废水、制革废水、特种化工废水、化工染料废水、发酵酿造工业废水、医院含菌废水、机械加工废水及类似的生活污水处理上加以使用。可适用的工业生产污水及类似的生活污水,目前能处理 COD 进水浓度 200—10000mg/l 废水,对高速铁路旅客列车集便污水的处理也是行之有效的。

截止目前海口站区污水处理厂 H/O 工艺处理设施运行正常,处理后污水水质如下表:

污水主要水质指标	SS	BOD ₅	COD	石油类	氨氮
一级标准出水水质	20mg/l	20mg/l	60mg/l	10mg/l	15mg/l
是际监测出水水质	11.7mg/l	4mg/l	15mg/l	0.27mg/l	0.53mg/l

处理后污水水质达到《国家污水综合排放标准》(GB 8978—1996)的一级标准要求。

参考文献:

[1] 生物接触氧化废水技术(北京:中国环境科学出版社 1992 年)

[2] 高浓度有机废水厌氧处理技术(北京:中国环境科学出版社 1992 年)