

## ICEAS 工艺启动及活性污泥培养驯化应用实例

毛祚财

(福州市洋里污水处理厂 350014)

**摘要:**结合福州市金山污水处理厂工艺及活性污泥培养驯化实例,分析总结 ICEAS 工艺启动及活性污泥培养驯化经验。

**关键词:**污水处理厂 ICEAS 工艺 活性污泥 培养驯化

**中图分类号:**[TU992.3]

**文献标识码:**A

**文章编号:**1004-6135(2008)01-0084-03

## Commissioning and activated sludge culturing of ICEAS in wastewater treatment plant

Mao Zuo cai

(Fuzhou Yangli wastewater treatment plant 350014)

**Abstract:** The purpose of the article is to supply experience for activated sludge culturing and domesticating and start running for wastewater treatment plant with ICEAS type of SBR process.

**Keywords:** wastewater treatment plant ICEAS craft activated sludge culture and domesticate

SBR 是序批式间歇活性污泥法 (Sequencing Batch Reactor) 的简称。它是近年来在国内外被引起广泛重视和研究日趋增多的一种污水生物处理新技术,在我国应用了 20 多年的时间。ICEAS 工艺是传统 SBR 的改良,它在原有的 SBR 池的基础上增加了进水隔墙,将 SBR 池分成了预反应区和主反应区,实现了连续进水。

本文以金山污水处理厂 ICEAS 工艺启动及活性污泥培养驯化的工作体会及工艺特点总结如下:

## 1 金山污水厂概况

福州市金山污水处理厂采用 SBR 的改良工艺 - ICEAS 污水处理工艺,出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)。

## 1.1 设计进出水水质指标

该污水厂设计进出水水质如表 1 所示。

表 1 设计进出水水质一览表

Tab.1 Influent and effluent quality of designed

| 项 目                                 | 进 水 | 出水 <sup>[1]</sup> |
|-------------------------------------|-----|-------------------|
| BOD <sub>5</sub> (mg/L)             | 150 | 20                |
| COD(mg/L)                           | 300 | 60                |
| SS(mg/L)                            | 200 | 20                |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L) | 25  | 8<br>(水温不低于 12℃)  |
| TN(mg/L)                            | /   | 20                |
| TP(mg/L)                            | 3   | 1.5               |
| 粪大肠杆菌(个/L)                          | /   | 10000             |

## 1.2 工艺流程

该厂污水及污泥处理工艺流程如图 1 所示。

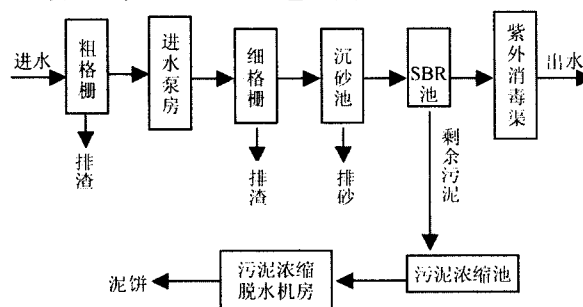


图 1 金山污水处理厂工艺流程图

Fig.1 Flow chart of Jinshan wastewater treatment plant

## 2 培养驯化前的准备工作

## 2.1 进水水质水量监测与分析

根据 2005 年 8 月 - 9 月进水水量监测的情况,预计此次活性污泥培养期间进水量在 10000 - 12000m<sup>3</sup> 左右,8 月 - 10 月进水水质监测结果如表 2 所示:

表 2 培养初期进水水质一览表

Tab.2 Influent quality during cultivation

| 项 目                          | 设计值 | 8 月   | 10 月  |
|------------------------------|-----|-------|-------|
| BOD <sub>5</sub>             | 150 | 61.1  | 44    |
| COD                          | 300 | 133.3 | 139.2 |
| BOD <sub>5</sub> /COD        | 0.5 | 0.45  | 0.32  |
| SS                           | 200 | 61    | 42.1  |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | 25  | 17.3  | 18.4  |
| TN                           | /   | 25    | 21.9  |
| TP                           | 3   | 2.5   | 1.9   |

**作者简介:**毛祚财,男,汉族,1975 年 12 月生,机械电子工程专业,本科学历,工程师。

**收稿日期:**2007-11-29



从进水水质化验分析数据,可以得出以下初步结论:

(1)进水有机污染物浓度偏低, $BOD_5$ 和COD平均浓度仅为设计进水浓度的41%和44%,初步分析该污水采用生物处理时,活性污泥培养驯化周期较长。

(2)污水的可生化性一般,平均 $BOD_5/COD$ 为0.3-0.4,据了解,本地区工业废水比例较大,在0.6-0.7之间,大量工厂排出一定量不可生化降解的有机物,给现有工艺条件生物降解带来一定的难度。

(3)进水成分复杂,存在个别进水重金属指标超过有毒物质对生物硝化抑制浓度限度,尤其是进水Zn含量超高,为0.8-1.98mg/L。有文献报道,Zn对生物硝化作用抑制浓度限值为0.5mg/L<sup>[2]</sup>。

## 2.2 设备、自控系统的调试准备

### 2.2.1 设备调试

该厂技术改造前已投运,大部份设备前期已完成联机调试和带负荷试车。由于GB8978-1996(旧标准)与GB18918-2002(新标准)的更替,出水对TP、TN有了更高的要求,因此该厂于2005年9月完成增补项目技术改造,增加SBR池搅拌器及尾水紫外消毒系统。此次增项技改在每组SBR池增加了两台搅拌器,工艺阶段也相应增加了搅拌阶段,这对于污泥的硝化反硝化作用及生物除磷能力有较大的提高。

### 2.2.2 自控系统的调试

为了便于活性污泥培养期间工艺调控更加合理、工艺参数选择更加灵活,以及工艺的优化运行,2005年9月在进行增项技术改造的同时,该厂进一步完善了工艺过程监控与自动控制方案。改造后的自控方案允许对所有机械设备的控制方式和运行模式分别进行24小时开放式时间设定,根据设备开启、停止、运行、滞后时间的不同设定,实现自由灵活的多种工艺运行组合模式。

## 3 活性污泥培养的驯化

金山污水处理厂于2005年10月8日启动实施活性污泥的培养驯化工作,全过程采用自然培菌法进行。

### 3.1 启动处理单元

此次培养预计进水量在10000-12000m<sup>3</sup>左右,水量基本上满足单池处理能力,但一方面考虑到培养初期,单池进水量较少,之后逐步递增,因此若只开启单池,影响污水的更新,可能造成有机物质沉淀管网中而使进水水质浓度下降,不利于污泥增殖;另一方面由于鼓风机的风量只能在4000-8000m<sup>3</sup>/h内调节,启动两池可利用鼓风机同时对两池曝气,起到灵活控制单位气量的作用,因此此次培养启动时采用3#、4#两组SBR池进行活性污泥同期培养,培养后期视水量增减情况决定是否转为一组SBR池运行。

### 3.2 污泥培养与驯化

活性污泥驯化培养工作从10月9日开始,前期启动两组

处理系统,历时近4个月,经历了闷曝、二周期运行、四周期运行、六周期运行几个阶段,至2006年1月活性污泥培养工作基本完成。此次污泥培养与驯化过程出现的问题及解决对策如下:

(1)污泥培养先进行闷曝,由于水中含有表面活性物质,在曝气环境下形成大量白色化学泡沫,这属污泥培养过程中的正常现象,3-5天后随着污泥慢慢形成而自然消失。

(2)闷曝后池中形成少量絮状污泥,工艺运行模式调整为进水期搅拌-曝气-后搅拌-静沉-滗水。由于进水水质低,污泥增殖缓慢,曝气阶段DO上升较快且长时间DO维持在9.0mg/L左右,这种过度曝气影响污泥成絮,因此采取逐步加大处理水量、减少周期曝气量的工艺控制措施,控制系统气水比在5.5:1以下;同时通过二段曝气、二段搅拌交替运行的模式调整使池中形成适宜的好氧-兼氧环境,曝气阶段峰值DO控制在6mg/L左右。工艺调整后污泥过氧化的现象得到抑制,污泥开始增殖。

(3)污泥培养第一个月,由于进水有机物浓度低,水量较少,池内污泥在短时间内无法快速增殖,工艺周期曝气造成污泥自身氧化速率快,污泥逐步老化。污泥曝气系统的管路离池底有30cm,而静沉期污泥层厚度仍在20cm左右,因此污泥培养2周左右,池底局部发生污泥厌氧,3#、4#SBR池相继出现块状黑色污泥上浮,现场采取人工清捞方式,2-3天后上浮污泥现象消失。工艺随即采取周期排泥的措施,控制泥龄在30天左右。

(4)2005年11月初,进水 $BOD_5$ 、COD浓度逐步由原先的30mg/L、120mg/L上升到90mg/L、200mg/L,工艺上采取了加大处理水量的措施,单池处理水量由原先的6000m<sup>3</sup>逐步增加到8000m<sup>3</sup>。水量水质的保证促进了污泥的快速增殖,MLSS快速的原先的不足1000mg/L上升到2000mg/L,污泥负荷F/M由0.22 $BOD/kgMLSS \cdot d$ 降至0.09 $kgBOD/kgMLSS \cdot d$ ,观察生物相污泥黄褐色,出现大量新生菌胶团,菌丝长,形态好,丝状骨架多,以钟虫、累枝虫、楯纤虫为主。此阶段活性污泥处理系统得以快速建立,并显示出较好的处理效果,出水 $BOD_5$ 、COD、SS等指标稳定达标,但硝化作用尚未发生。

(5)受到日进水量1.3万吨的限制,工艺采取集中对4#SBR进行活性污泥培养,3#SBR池逐步减少水量至停止运行,以确保微生物增殖与水量水质的平衡。4#SBR池处理水量逐步增至设计的12500m<sup>3</sup>满负荷水量,4#池污泥继续增殖,MLSS逐步增加到3500mg/L,SV30增加到20%,静沉期污泥层厚度相应增加到1m。此时SBR池MLSS、SVI等工艺控制指标已达到设计要求。

(6)2005年12月底,4#SBR池污泥浓度已稳定在3000mg/L以上,工艺运行模式为前搅拌-曝气-后搅拌,控制泥龄在25天左右,硝化作用及反硝化作用逐步发生。经过

一个多月的驯化培养,至 2006 年 1 月,系统生物脱氮除磷功能建立,出水全面稳定达标排放,至此活性污泥驯化工作顺利完成。

### 3.3 处理水质情况

2006 年 1 月,活性污泥培养及驯化工作完成,出水全面达标,此次污泥培养期间处理水质情况见表 3。

表 3 处理水质情况一览表

Tab. 3 Influent and effluent quality after cultivation and acclimation

| 项 目                                   | 2005. 10 | 2005. 11 | 2005. 12 | 2006. 1 |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|---------|
| 进水值 mg/L                              | 139.2    | 205.7    | 212      | 237     |
| COD 出水值 mg/L                          | 40.3     | 40.8     | 40.8     | 45.2    |
| 去除率%                                  | 71.03%   | 80.18%   | 80.77%   | 80.9%   |
| 进水值 mg/L                              | 44       | 82       | 129      | 149     |
| BOD <sub>5</sub> 出水值 mg/L             | 9        | 5        | 4.9      | 13.5    |
| 去除率%                                  | 79.01%   | 94.45%   | 96.16%   | 90.9%   |
| 进水值 mg/L                              | 42       | 99.9     | 71       | 52      |
| SS 出水值 mg/L                           | 14       | 6        | 6        | 9       |
| 去除率%                                  | 66.74%   | 93.58%   | 91.49%   | 82.7%   |
| 进水值 mg/L                              | 18.4     | 22.3     | 28.8     | 31.6    |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 出水值 mg/L | 18.1     | 21.8     | 19.7     | 6.9     |
| 去除率%                                  | 1.44%    | 2.27%    | 31.39%   | 78.2%   |
| 进水值 mg/L                              | 22.2     | 32.85    | 36.5     | 38.8    |
| TN 出水值 mg/L                           | 21.9     | 29.03    | 26.1     | 16.2    |
| 去除率%                                  | 1.35%    | 11.64%   | 28.49%   | 58.3%   |
| 进水值 mg/L                              | 1.90     | 3.99     | 3.86     | 4.85    |
| TP 出水值 mg/L                           | 0.58     | 1.04     | 0.72     | 1.07    |
| 去除率%                                  | 69.63%   | 73.89%   | 81.34%   | 77.9%   |

## 4 结论与建议

### 4.1 进水水质水量是污泥培养的关键

活性污泥培养驯化的方法大致可以分为自然培菌法和接种培菌种两大类。自然培菌法是利用废水中原有的少量微生物,逐步繁殖的培养过程,而接种培菌法则是利用类似污水的剩余污泥接种<sup>[3]</sup>。对于中大型的污水处理厂污泥培养而言,由于处理水量大,接种需要的菌种量也大,因此往往采取自然培菌法进行污泥培养。自然培菌法历时较长,而且由于是靠污水中少量微生物在人为创造环境中增殖,因此启动前期的进水水质水量是保证污泥培养成功的关键因素。培养前应做好水质水量的调查工作,确定启动处理单元的数量,同时对于进水水量少而进水水质较低的 SBR 工艺污水厂,活性污泥培养驯化时注意尽可能的提高水量和水质,一方面采用满载培养方法,即达到单个处理单元水量尽可能缩短培养进度,经前期闷曝后可视情况在短期的时间内按设计处理单元水量连续运转。另一方面,选择污泥培养的时间,这也是提高进水水质

的一种途径。对于南方污水处理厂,冬季水温平均在 15℃ 以上,对污泥培养及硝化作用发生基本上影响不大,而冬季进水有机污染物浓度高,适合污泥的快速增殖及处理系统的稳定,因此南方污水处理厂,冬季进行污泥培养也是一个合适的时机。

### 4.2 培养前期的曝气量调节是工艺控制的重点

受到进水量水质的影响,污泥培养的启动阶段往往容易出现污泥增殖缓慢的情况,如果短期内进水营养源不足,过度的曝气可能使已开始形成的污泥絮体被打碎,污泥细小松散,同时污泥在曝气过度的情况下自身氧化速率提高,污泥易老化,甚至局部厌氧上浮。因此培养前期,对曝气量的及时调节是工艺控制的重点。曝气量的调节途径最常用的是曝气时间设置长短和单位曝气量在设备允许范围内改变两种方式。污泥培菌较合适的 DO 范围在 4~6mg/L,因此利用曝气与搅拌的交替运行及分段曝气分段搅拌的灵活组合也可以达到控制反应池 DO 的效果,这种调节在污泥形成期较为有效。还有就是运行前期,启动两组以上的处理单元,利用两池同时曝气分配气量的方式也可以起到在鼓风机设备供气量范围以下的气量调节。

### 4.3 大型 ICEAS 工艺启动需要完善的自控系统

由于 ICEAS 工艺运行是基于时间控制的完全自动化的运行模式,因此自控系统控制的准确程度是正常运行的可靠保证。一旦自控系统出现错误,设备未按时启停或偏离设定时间范围,可能造成某个工艺阶段的破坏,如曝气不足、静沉时间不够等情况,从而影响出水水质;严重时造成滗水期搅拌或曝气,产生混合液外排等严重后果。因此在污泥培养期间,除了及时调整工艺参数,营造微生物增殖的培养环境外,对自控系统的调试以及各设备时间设置参数的经验设定也是一个重点。

### 4.4 ICEAS 工艺不易出现污泥膨胀

与普通的活性污泥法相比,ICEAS 工艺是集初沉池、曝气池、二沉池于一体的工艺,因此 ICEAS 工艺活性污泥中挥发性悬浮固体 (MLVSS) 所占比例较低<sup>[4]</sup>。从对金山污水处理厂的污泥培养情况来看,MLVSS/MLSS 基本稳定在 50~60%。由于 MLVSS 占比例少,活性污泥指数 SVI 一般在 50~70ml/g。因此 ICEAS 工艺污泥不易出现污泥膨胀等异常情况。

## 参考文献

- [1] GB18918-2002,城镇污水厂污染物控制标准[S].
- [2] 王洪臣.城市污水处理厂运行控制与维护管理[M].北京:科学出版社,1997.120.
- [3] 卜秋平.城市污水处理厂的建设与管理[M].北京:化学工业出版社,2002.191-192.
- [4] 张统. SBR 及其变法污水处理与回用技术[M].北京:化学工业出版社,2003.38.