

优化分段进水生物脱氮工艺设计参数

祝贵兵¹, 彭永臻¹, 周利², 马勇¹, 张新兰³

(1. 哈尔滨工业大学 市政环境工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150090; 2. 青岛建筑工程学院 环境与市政工程系, 山东 青岛 266033; 3. 中国市政工程华北设计研究院, 天津 300074)

摘要: 结合实际处理工艺, 采用模型探讨了分段进水生物脱氮工艺设计中需考虑的参数(如进水流量分配、回流污泥量、溶解氧控制、碳源和碱度的投加)对脱氮效果的影响。

关键词: 分段进水; 生物脱氮; 影响因素

中图分类号: X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2004)09-0062-03

Optimization of Operating Parameters in the Design of Step Feed Biological Nitrogen Removal Process

ZHU Gui-bing¹, PENG Yong-zhen¹, ZHOU Li², MA Yong¹, ZHANG Xin-lan³

(1. School of Municipal and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China; 2. Dept. of Environmental and Municipal Engineering, Qingdao Institute of Architecture and Engineering, Qingdao 266033, China; 3. North China Municipal Engineering Design and Research Institute, Tianjin 300074, China)

Abstract: In accordance with the practical treatment process, a model was used to discuss parameters to be considered in designing step feed biological nitrogen removal. These parameters include influent flow distribution, returned sludge rate, dissolved oxygen control, and external carbon and alkali dosing.

Key words: step feed; biological nitrogen removal; affecting factors

为了除磷脱氮的需要, 一些污水处理厂将原有的推流式活性污泥工艺改造为分段进水形式。典型的分段进水生物脱氮工艺如图1所示。与传统前置反硝化工艺相比, 该工艺具有脱氮效率高、基建投资和运行费用省、操作管理方便等优势^[1-3], 但实际应用尚少, 故有必要结合实际处理工艺利用模型对运行参数进行探讨。

运用 BiowinTM 模型对运行参数进行评价。采用四段进水形式, 初沉池出水流量为 2 240 m³/d, 污泥回流比为 50%, 水力停留时间为 6 h, 每一段好氧区与缺氧区容积比为 3:1。进水 COD、TKN、TP 和惰性悬浮固体浓度分别为 250、25、4、15 mg/L。为

便于运算, 其他参数采用模型的设定值, 在 20 ℃ 下进行仿真。

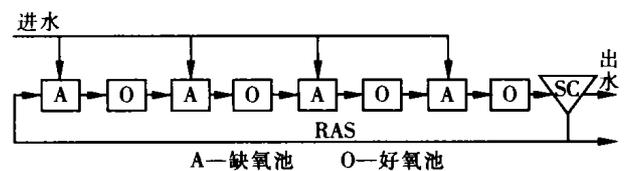


图1 典型分段进水生物脱氮工艺流程

Fig. 1 Flow chart of step feed biological nitrogen removal process

1 进水流量分配

污水以分段的形式进入反应池内而污泥回流至

反应池首段,对比于传统前置反硝化系统,在反应池容积不变的情况下,增加了固体停留时间 SRT。而 SRT 的增加并未增大曝气池出流混合液悬浮固体浓度,因此二沉池的固体负荷并未增加。不同进水分比对 MLSS、SRT 及出水总氮的影响见表 1。纽约市环保局进行的中试表明,在冬季运行期间将进水比例从 10/30/30/30 调整至 10/40/30/20 能够降低出水氨氮值。硝化反应进行完全时,调整流量分配以最大程度地利用有机碳源能够增加总氮去除率。

表 1 流量分配对总氮去除效果的影响

Tab. 1 Influence of influent flow distribution on total nitrogen removal

工况	段数	进水比例 (%)	MLSS (mg/L)	平均 MLSS (mg/L)	SRT (d)	出水总氮 (mg/L)
1	A	25	4 619	3 324	12.0	9.1
	B	25	3 493			
	C	25	2 817			
	D	25	2 367			
2	A	50	3 525	2 960	10.6	10.0
	B	0	3 527			
	C	50	2 395			
	D	0	2 391			
3	A	100	2 424	2 425	8.6	10.8
	B	0	2 427			
	C	0	2 426			
	D	0	2 423			

准确控制每段的进水流量是比较复杂的,这取决于反应池和分段数以及可利用的水头。纽约市 Ward 污水处理厂进行改造时就出现了初沉池和终沉池间可利用的水头不足的情况,在曝气池入口处无法提供给溢流堰。为控制流量分配,在改造过程中可安装额外的过水门和自动门以控制流量,并且在曝气池出口处设置出水堰可控制流量分配。纽约市 Cumberland 污水厂为控制出水 TN < 10 mg/L 而将原有工艺改造为分段进水形式,由于缺少可利用的水头,故采用了淹没式进水滑道的形式控制流量。

2 回流污泥

一般情况下污泥回流至首端。回流量较低能够导致最初区域 MLSS 增高、SRT 延长。假设系统达到完全硝化,则在高回流量情况下增强了第一缺氧区中回流污泥带来的硝酸盐的反硝化反应,也能够降低出水 TN。在进水比例为 25/25/25/25 的情况下,回流污泥对出水 TN 的影响见表 2。

表 2 污泥回流量对总氮去除效果的影响

Tab. 2 Influence of return sludge rate on total nitrogen removal

回流污泥比 (%)	段数	MLSS (mg/L)	平均 MLSS (mg/L)	SRT (d)	出水总氮 (mg/L, 20 °C)	出水总氮 (mg/L, 14 °C)
100	A	3 062	2 440	8.0	5.6	19.3
	B	2 558				
	C	2 202				
	D	1 936				
75	A	3 716	2 834	9.5	5.4	7.5
	B	2 979				
	C	2 493				
	D	2 149				
50	A	4 812	3 442	11.9	5.5	6.2
	B	3 616				
	C	2 905				
	D	2 435				
25	A	7 108	4 580	16.0	6.0	6.4
	B	4 749				
	C	3 580				
	D	2 883				

3 溶解氧控制

减少前一好氧池至下一缺氧池的 DO 携带量可减少剩余 DO 消耗易生物降解有机碳源,这是在推流式生物脱氮除磷工艺中必须考虑的因素,在分段进水生物脱氮工艺中由于段数较多因而显得尤为重要。在进水流量分配比例为 25/25/25/25 的情况下 DO 的携带对反硝化反应的影响见表 3。纽约市 Ward 污水厂中试运行期间通过对好氧池末端中 DO 浓度进行控制使出水 TN 从 11 mg/L 降至 6 mg/L。Cumberland 污水厂在每一段好氧区(除最后一段)后设置一个脱氧区以减少剩余 DO 对反硝化反应的影响。脱氧区的容积可以在一定的所需 DO 浓度、系统流量和每一段内污泥浓度的情况下,利用比好氧呼吸速率 SOUR 确定。脱氧区的容积会因系统构成、出水要求和运行条件的不同而有所差异。

表 3 剩余溶解氧对总氮去除效果的影响

Tab. 3 Influence of residual DO on total nitrogen removal

进入缺氧区混合液 DO 浓度	出水硝酸盐氮	出水总氮
4	7.6	9.3
3	7.0	9.1
2	6.3	8.4
1	4.9	7.7
0	3.8	7.2

4 化学物质的投加

在分段进水生物脱氮工艺中外加碳源投加点的选择会大大影响碳源的投加量。例如,在进水分配比例为10/40/30/20、投加点选为初沉池出水处时,由于大部分碳源进入第二段缺氧区而硝酸盐含量最少,因而会浪费碳源造成运行费用增高。为此在进水比例为25/25/25/25的情况下对不同投加点的碳源投加量进行了比较(控制出水总氮 $<5\text{ mg/L}$),结果见表4。可见,从投加量和操作角度看,投加点选在最后一段为最佳方案。

表4 碳源投加点对投加量的影响

Tab. 4 Influence of external carbon resource dosing point on the total dosage required

碳源投加点	投加量 (tCOD/d)	出水硝酸盐氮 (mg/L)	出水总氮 (mg/L)
不投加	0	5.9	7.5
初沉池出水	417	3.2	5.0
D段	259	3.2	5.0
C段和D段	250	3.2	5.0

由于分段进水工艺中,反硝化反应产生的碱度直接进入硝化区进行补充,故在进水碱度不是特别缺少的情况下无需补充,如需要可直接投加至回流污泥或首段中。

5 结论

对比于前置反硝化工艺,分段进水生物脱氮工

艺可在总反应池容积减少的情况下保持着较高的总氮去除率。进水流量分配比例影响系统的优化运行,尤其是在温度和进水水质、水量变化较大的情况下;控制回流污泥量也可以提高系统的总氮去除率;对溶解氧的控制显得尤为重要,也可采用在曝气池后设置脱氧区的方法来实现;若需进行碳源投加和补充碱度,投加点可分别选在最后一段和回流污泥中。

参考文献:

- [1] John Fillos, Vasil Diyamandoglu, Luis A Carrio, *et al.* Full-scale evaluation of biological nitrogen removal in the step-feed activated sludge process [J]. *Water Environ Res*, 1996, 68(2): 132 - 142.
- [2] Shigeo Fujii. Theoretical analysis on nitrogen removal of the step-feed anoxic-oxic activated sludge process and its application for the optimal operation [J]. *Water Sci and Tech*, 1996, 34(1~2): 459 - 466.
- [3] Gorgun E, Artan E, Orhon D, *et al.* Evaluation of nitrogen removal by step feeding in large treatment plants [J]. *Water Sci Tech*, 1996, 34(1~2): 253 - 260.

电话:(0451)82291884

E-mail: zhuguibing@sina.com

收稿日期:2004-03-12

· 技术交流 ·

泵房高压电机操作过电压的解决措施

扬州自来水总公司现有三相交流高压(6 kV)异步电动机28台,由10 kV高压出线柜来控制、保护。在实际运行过程中,有些高压出线柜内的断路器主触头氧化,造成接触电阻增大,有些机泵的电机还出现绕组损坏等现象,影响了安全生产。经分析发现,这些故障现象均为操作过电压引起的。

在对万福源水厂变电所进行技术改造时,对电机操作过电压的问题给予了高度重视,新增了避雷器和其他保护措施,从2002年5月投运至今设备一直完好,每年对断路器的接触电阻测试结果均正常。第三水厂先后有过几次泵房电机的损坏现象,在1998年对变电所进行技术改造时加置了氧化锌避雷器、并联了电容器,此后每年对断路器接触电阻值测试结果均正常,使用至今效果良好。第四水厂泵房有5台400 kW三相异步电机,电机高压出线柜无操作过电压保护,从最近的断路器测试结果来看,1[#]、3[#]机(因开得较多)的接触电阻已远远超出标准。目前正在准备对第四水厂的高压断路器出线柜(电机柜)作相似改造,安装防止操作过电压保护装置,以彻底解决操作过电压对电气设备安全运行的危害问题。

(扬州自来水总公司 姚广东 供稿)