



传统活性污泥法工艺改进的尝试

郭小青¹, 林华东¹, 李文龙², 陈金锥¹

(1.重庆大学 城市建设与环境工程学院, 重庆 400044; 2.江西省新干县建筑设计院, 江西 新干 331300)

摘要: 尝试一种对传统活性污泥工艺流程的改进方法, 与传统活性污泥法做出比较, 并对特例进行计算分析。该流程主要是利用廊道式反应池的特点, 根据需求使一定量的污水内回流。这样可以均化有机物浓度, 提高反应器抗冲击负荷的能力, 也会节省某些专门的回流设备, 降低基建费用和运行费用。在处理效率相同的条件下, 该流程理论上较传统的活性污泥法节省容积。此外还可以按同样的方法将多廊道反应池改造成类似 UCT 工艺的废水处理流程。

关键词: 传统活性污泥法; 廊道; 内回流; 反应器

中图分类号: X703.1 文献标识码: A 文章编号: 1009-2455(2006)01-0058-03

A t t e m p t a t m o d i f y i n g t r a d i t i o n a l a c t i v a t e d s l u d g e p r o c e s s

GUO X i a o - q i n g¹, L I N H u a - d o n g¹, L I W e n - l o n g², C H E N J i n - z h u i¹

(1. Faculty of Urban Construction and Environmental Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China;

2. Jiangxi Xingan Architecture Design Institute, Xingan 331300, China)

Abstract: An Attempt was made to improve the traditional activated sludge process. The new process was compared with the traditional one, meanwhile, the special cases were calculated and analyzed. According to the demand, based on the characteristics of corridor-type reaction pool, the said process made certain quantity of wastewater inside circumfluence. Which could not only even the density of organic matters, improve the capability of resisting shock loading of the reactor, but also save some special equipment for circumfluence and reduce the cost for capital construction and operation. Under the condition that the treatment efficiency was the same, compared to the traditional activated sludge process, the said process saved the volume in theory. Moreover, the corridor-type reaction pool can be transformed into the wastewater treatment process similar to UCT craft with the same method.

Keywords: traditional activated sludge process; corridor; inside circumfluence; reactor

直到 20 世纪 50 年代后期, 传统活性污泥法的曝气池都是按照长条形的活塞流池子概念设计的。若处理稳定的污水, 且其目的只在于去除有机物, 则该工艺方法处理效果极好, BOD_5 去除率可达 90% 以上^[1]。而且该工艺流程管理运行较为简便易行, 所以自开始使用至今传统活性污泥法一直得到应用。但其存在的问题是, 有机污染物浓度沿池长逐渐降低, 需氧速度也是逐渐降低。因此, 在池首端和前段混合液中的溶解氧质量浓度较低, 或是供氧不足, 而池末端溶解氧质量浓度

可能已经非常充足了, 从而造成资源浪费。并且为了避免混合液由于缺氧而形成厌氧状态, 要求曝气池进水有机污染物负荷不宜过高。此外其对水质、水量变化的适应性较低, 运行效果易受水质、水量变化的影响。

1 传统活性污泥法的改进流程

为了克服上述一类问题, 采用渐减供氧方式在一定程度上可以解决这些问题。另外, 传统活性污泥法根据需要, 本着高效、低耗的原则不断得到改进并取得快速发展。以至后来出现了许多传统活性污泥法的改进工艺。例如分段进水的阶段活性污泥曝气系统, 再生曝气活性污泥系统, 延时曝气活性



污泥系统等等。本文总结前人的研究成果, 并结合自己的理解和研究, 在传统活性污泥法工艺基础上尝试做一种较小的改进。

1.1 流程概述

具体的工艺流程如图 1 所示。本流程采用三廊道迂回式反应器。原污水首先流入配水池, 然后分两部分分别从两点进入反应器, 一部分按照常规从反应器首端进入, 另一部分则从第二廊道迂回处, 即第三廊道入口处进入。流经第二廊道末端的混合液在水下推进器的推动作用产生内回流, 部分混合液同此处进入的原污水相混合, 共同流入下一段廊道进行处理。

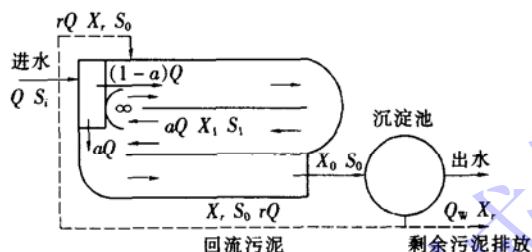


图 1 传统活性污泥法改进工艺流程

本流程利用廊道式反应池的特点, 采用类似多点进水的方式, 在一定程度上减缓有机物浓度沿池长产生的变化, 增加反应器抗冲击负荷的能力, 缩小耗氧速度与充氧速度之间的差距, 并结合氧化沟内回流的优点, 污水进入后可以充分得到稀释, 流速也得以提高, 从而防止污泥发生沉积。此外, 对于一般的多点进水活性污泥法, 若反应池的宽度保持不变, 则污水的断面平均速度会在进水点处发生突变, 从而影响反应池中污水推流的状态。本流程与普通的多点进水相比省去多点配水所需的管道或管渠。

1.2 流程所需容积的讨论

传统活性污泥工艺的反应器中污泥浓度虽有所增加, 但变化不会太大, 可近似认为浓度均匀。有很多学者认为传统的推流式反应器近似起到完全混合的作用。在一般情况下, 按照完全混合的模式进行设计往往比较安全^[2]。

以下将说明本文改进工艺流程在理论上较传统活性污泥法节省容积。

① 设传统活性污泥反应器内活性污泥平均浓度为 X_0 。对生物量, 进行物料平衡:

$$rQX_r = (1 + \delta)QX_0$$

$$\text{由此可得: } X_0 = r / (1 + \delta) X_r \quad (1)$$

式中: Q ——污水流量, m^3/d

r ——回流比;

X_r ——回流污泥质量浓度, mg/L ;

X_0 ——出流混合液的污泥质量浓度, mg/L 。

② 对于图 1 所示反应器, 可近似将其分成 2 段, 其中前 2 个廊道可看作反应器前段。对前段生物量做物料平衡方程:

$$rQX_r + aQX_1 = X_1Q(1 + \delta) \quad (2)$$

$$X_1 = r / (1 + r - a) X_r$$

对第三廊道即反应器后段生物量列物料平衡方程:

$$(1 + r - a) X_1 = (1 + \delta) X_0$$

将式 (2) 代入得:

$$X_0 = r / (1 + \delta) X_r \quad (3)$$

式中: a ——内回流比;

X_1 ——经反应器前段处理后的污水的污泥质量浓度, mg/L 。

③ 反应器容积计算公式:

$$V = (S_1 - S_0)Q / (U_s X) \quad (4)$$

式中: U_s ——以基质去除量为基础的污泥负荷, d^{-1} ;

V ——反应器容积, m^3 ;

S_1 ——原污水有机物的质量浓度, mg/L ;

S_0 ——出水有机物的质量浓度, mg/L ;

X ——混合液污泥质量浓度, mg/L 。

显然, 图 1 中最后一段反应池中的活性污泥的质量浓度与传统活性污泥法相同, 然而, 前一段的活性污泥的质量浓度却相对较大, 而且池容所占比例也较大, 所以总的活性污泥的平均质量浓度较大。由式 (4) 可知, 当 2 种模型采用相同的去除率和设计污泥负荷的情况下, 本处理模式在某种程度上可以节省池容。而且由于 2 种模式出水的污泥浓度相同, 所以不用考虑加大二沉池的池容。此外, 反应器中污泥的质量浓度沿池长有变化, 先高后低, 则有利于二沉池的泥、水分离^[3]。

1.3 反应器计算分析

多点进水法可按几个串联的完全混合反应器 (多段完全混合反应器) 设计。这样计算是比较安全的^[4]。本工艺流程接近二段多点进水系统, 可以按二段完全混合系统。首先假定反应器中污泥的质量浓度均为 X , 污泥龄为 θ , 微生物自身氧化率为 K_d 。



① 反应器总容积

$$V_T = \frac{Q Y_0 (S_1 - S_0)}{X (1 + K_d \theta_c)} \quad (5)$$

② 污泥回流比

仍先将前 2 个廊道作为整体, 分别对 2 段的生物量进行物料平衡:

$$Q(aX_1 + rX_r) + \left(\frac{dX}{dt}\right)_1 V_1 = (1 + \delta) QX_1$$

$$Q(1 + r - a)X_1 + \left(\frac{dX}{dt}\right)_2 V_2 = (1 + \delta) QX_0$$

将两式相加, 并根据式 (2) 得:

$$\left(\frac{dX}{dt}\right)_T V_T = Q[(1 + \delta)X_0 - rX_r]$$

$$Y_0 Q (S_1 - S_0) = Q[(1 + \delta)X_0 - rX_r]$$

由此可得:

$$r = \frac{X_0 - Y_0 (S_1 - S_0)}{X_r - X_0} \quad (6)$$

式中: $\left(\frac{dX}{dt}\right)_1$, $\left(\frac{dX}{dt}\right)_2$, $\left(\frac{dX}{dt}\right)_T$ ——反应器前段、后段和总平均活性污泥增长速率, $\text{mg}/(\text{L} \cdot \text{d})$;

Y_0 ——污泥表观产率系数。

③ 基质的质量浓度

对前段的基质进行物料平衡:

$$rQS_r + (1 - a)QS_1 + aQS_1 + \left(\frac{dS}{dt}\right)_1 V_1 = (1 + \delta)QS_1$$

根据 Eckenfelder 模式 $\left(\frac{dS}{dt}\right)_1 = -K_1 X_1 S_1$, 由此

可得:

$$S_1 = \frac{rQS_r + (1 - a)QS_1}{(1 + r - a)Q + K_1 X_1 S_1} \quad (7)$$

其中 X_1 可根据式 (2) 直接求得。

式中: S_1 ——经反应器前段处理后污水中基质的质量浓度, mg/L ;

S_r ——回流污泥中基质的质量浓度, mg/L 。

④ 对于后段则要求基质比去除速率 $v_2 = K_2 S_0$

在后段进入的原污水与前段处理后部分污水混合后基质的质量浓度为:

$$S_2 = \frac{(1 + r - a)QS_1 + aQS_1}{(1 + \delta)Q} \quad (8)$$

后段基质比去除速率计算式为:

$$v_2' = \frac{(1 + \delta)Q(S_2 - S_0)}{X_2 V_2} \quad (9)$$

比较 v_2 与 v_2' , 如果相差较小 (小于 1%^[10]), 可行; 若相差较大, 则需调整 θ_c 或重新设置体积或是体积分配。

1.4 注意事项

本流程基于多点进水原理, 不同的是靠混合液的内回流来降低进水口处基质的质量浓度。本文对某些因素进行限制以便计算, 并简单说明流程特点和基本思想。当然本文中内回流比 a 可以根据原污水性质合理取值, 另外也可以根据 FM 的最佳取值做适当调整, 以便使污泥达到较好沉降性能, 提高二沉池的沉淀效率。反应器容积也可以根据需要调整大小。其中 a 值 ($a < 1$) 不可过大, 过大则不能使前段充分发挥潜力, 从而使池容利用率降低, 也会加大后段处理的负担。若原污水全部由一个入口进入, 且回流比 a 较大 ($a \gg 1$), 则后一段廊道几乎没有处理作用, 或者说后段可以去掉, 那么这就是普通的氧化沟。

2 类似 UCT 工艺思想的改进

UCT (University of Cape Town) 工艺的特点在于最终沉淀池回流污泥不是回流到厌氧池而是回流到缺氧池。这样可以防止由于硝酸盐氮进入厌氧池, 破坏厌氧池的厌氧状态而影响系统的除磷效率。

根据本文构思, 如流程采用如图 2 所示内回流工艺, 同样不用设专门的混合液回流设备, 节约基建费用, 降低能量消耗。根据不同的污水性质, 设定不同的回流比 R_1 和 R_2 , 从而改变工艺流程中某些过程的系统处理效率。

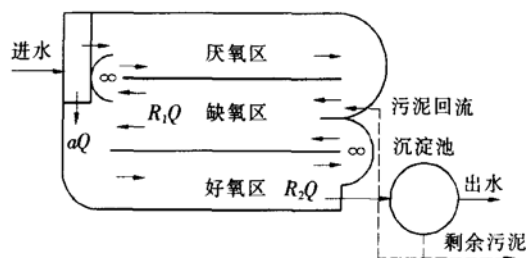


图 2 类似 UCT 工艺改进流程

直接流入第三廊道的原污水所占比例 a 应根据好氧区有机物浓度, 并结合 R_1 和 R_2 以及原污水的性质取值, 当然也可以取 0。好氧区碳源有机物浓度不能过高, 否则异养菌迅速增殖, 从而使世代较长的硝化菌不能成为优势菌属, 使硝化反应无法正常进行。

3 结语

针对传统活性污泥法的一些问题做出的上述 (下转第 70 页)



改进,可以相对提高抗冲击负荷变化的能力。混合液内回流可以提高污水处理的效果,满足特定的需要,而且不须设专门的回流设备,可以简化工艺流程,从这方面考虑也是比较经济的。

参考文献:

[1] 顾夏生. 废水生物处理数学模式 (第二版) [M]. 北京: 清华大

学出版社, 1993

[2] 许保玖, 龙腾锐. 当代给水与废水处理原理 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000

[3] 张自杰, 林荣忱, 金儒霖. 排水工程 (第四版) [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1999

作者简介: 郭小青 (1981—), 男, 河北邢台人, 在读硕士, (电子邮箱) guoxiaoqing1981@163.com.