

研究论文

分段进水 A/O 工艺流量分配专家 系统的建立与应用

王 伟, 王淑莹, 孙亚男, 彭永臻

(北京工业大学北京市水质科学与水环境恢复重点实验室, 北京 100022)

摘要: 分段进水 A/O 工艺中, 进水流量分配是重要控制参数, 是该工艺稳定运行并发挥优势的关键。本文提出 3 种流量分配思想: 等负荷流量分配法、流量分配系数法及末端集中进水, 并根据实际生活污水进行试验得出的大量试验数据, 辅以相关领域文献及污水处理领域专家的经验作为参考, 建立分段进水 A/O 工艺流量分配专家决策系统。该专家系统可以根据不同的进水水量、水质及出水特点, 对合适的流量分配方法进行决策。最后, 针对实际污水处理厂一天内典型的水质水量变化情况, 对专家系统的应用进行说明。

关键词: 污水; 生物脱氮; 分段进水; 流量分配; 专家系统

中图分类号: X 703. 1

文献标识码: A

文章编号: 0438 - 1157 (2008) 10 - 2608 - 08

Establishment and application of influent flow distribution expert system in step-feed A/O process

WANG Wei, WANG Shuying, SUN Yanan, PENG Yongzhen

(Key Laboratory of Beijing for Water Quality Science and Water Environmental Recovery
Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100022, China)

Abstract: In the step-feed anoxic/oxic (A/O) process, influent flow distribution ratio is a crucial control parameter, which promises steady operation of the system and dominates this process. Three different influent flow distribution methods proposed in this paper include: (i) same F/M ratio to nitrifiers; (ii) optimal coefficient and (iii) voluminous influent at the end of system. Based on the distribution methods presented above, a technically feasible and economically favorable expert control system of flow distribution was established on the basis of the data obtained from a pilot-scale domestic wastewater treatment system. The related information from literature and the knowledge of human experts acquired through years of experience were also incorporated. The suggested influent flow distribution method defined by expert system is directly decided by influent loading and raw wastewater characteristics, as well as effluent quality. Finally, the application of this expert system was illustrated by using one day's data from a real plant, which represents the typical changes of influent flows and wastewater characteristics.

Key words: wastewater; biological nitrogen removal; step-feed; influent flow distribution; expert system

2008 - 02 - 25 收到初稿, 2008 - 07 - 03 收到修改稿。

联系人: 彭永臻。第一作者: 王伟 (1979 -), 女, 博士研究生。

基金项目: 国家高技术研究发展计划项目 (2006AA06Z319); 北京市教委科研基地-科技创新平台项目; 高等学校博士学科点专项科研基金项目 (20060005002)。

Received date: 2008 - 02 - 25.

Corresponding author: Prof. PENG Yongzhen. E - mail: pyz@bjut.edu.cn

Foundation item: supported by the High-tech Research and Development Program of China (2006AA06Z319), Scientific Research Base and Scientific Innovation Platform of Beijing Municipal Education Commission, and the Doctoral Program Foundation of Institutions of Higher Education of China (20060005002).

引言

连续流分段进水缺氧/好氧 (A/O) 是一种高效的污水生物脱氮工艺。原水多点进入系统, 可省去硝化液内回流设施, 并充分利用原水中有有机碳源进行反硝化, 节省药剂费用; 此外, 多点进水使得系统对溶解氧的需求更加平衡, 并有效避免或降低洪峰流量时污泥被冲刷的危险^[1-5]。多点进水带来诸多好处的同时, 也使得工艺的运行变得相对复杂, 流量分配的优化一直是该工艺得以稳定运行并发挥优势的瓶颈问题。工艺结构的特点决定分段进水系统硝化、反硝化之间的复杂关系, 加之水厂水质、水量波动较大, 很难将传统的实时过程控制应用于分段进水的流量分配上。而专家控制系统作为智能控制的一个重要分支, 可以将专家系统的理论和技术同控制理论、方法与技术相结合, 并模仿专家的智能, 分析和解决系统在运行中遇到的复杂问题, 可大大提高污水处理系统的可控性及自控水平^[6-8]。本文提出分段进水 A/O 工艺的流量分配方法, 根据大量试验数据和相关资料提供的经验, 建立分段进水 A/O 工艺的流量分配专家决策系统, 确保系统在不同进水水质条件下, 采用合适的流量分配方法, 给出优化的流量分配比, 以保证出水效果, 提高处理效率, 并增强系统的稳定性。

1 分段进水 A/O 工艺流量分配方法

1.1 分段进水 A/O 工艺简介

分段进水 A/O 工艺的结构及质量平衡关系如图 1 所示。每段包括一个缺氧区和一个好氧区。回流污泥回流到系统首端, 不设硝化液内回流设施。

第 1 段的缺氧区主要对回流污泥中的硝态氮进行反硝化, 第 1 段的进水 $r_1 Q$ 为反硝化提供碳源, 混合污水进入第 1 段的好氧区进行硝化反应, 将进水 $r_1 Q$ 中的氨氮转化成 $\text{NO}_x\text{-N}$, 此硝化混合液再进入到第 2 段的缺氧区进行反硝化, 第 2 段的进水 $r_2 Q$ 再为反硝化提供碳源, 以后各段以此类推, 最后一段的好氧区主要将 $r_n Q$ 中的氨氮转化成 $\text{NO}_x\text{-N}$ 并将剩余的 COD 氧化去除。

1.2 流量分配方法

本文提出 3 种流量分配方法: 等负荷流量分配法、流量分配系数法和末端集中进水, 目的分别是保证系统硝化效果, 充分利用原水中的碳源进行反硝化, 洪峰流量时防止污泥冲刷流失。流量分配理论分析时所采用的系统质量平衡见图 1。

1.2.1 等负荷流量分配法 硝化是影响脱氮系统脱氮效果的重要因素。分段进水 A/O 系统中, 原水多点投配, 导致系统各段悬浮固体浓度 (MLSS) 呈梯度分布, 不同流量分配比使得各段硝化菌 F/M (氨氮/硝化菌数量) 不同。当后段好氧区硝化菌 F/M 值高于前段硝化菌 F/M 值时, 系统硝化反应将受到负面影响。高负荷时, 这种负面影响将变得更加明显。一个可行的保证硝化效果和硝化菌生长的方法就是保持各段好氧区硝化菌的 F/M 值相等, 因此, 有

$$\frac{r_n}{r_1} = \frac{r + r_1}{r + r_1 + \dots + r_i + \dots + r_n} \quad (i = 2, 3, \dots, n) \quad (1)$$

式中 r_i 是第 i ($i = 2, 3, \dots, n$) 段进水与总进水量的比值, r 为污泥回流比。此外, $r_1 + \dots + r_i + \dots + r_n = 1$ 。 r 已知, 则可以求出系统流量分配比, 该流量分配比可以满足各段好氧区硝化菌 F/M 相同, 优先满足系统硝化反应, 保证出水氨氮达标。

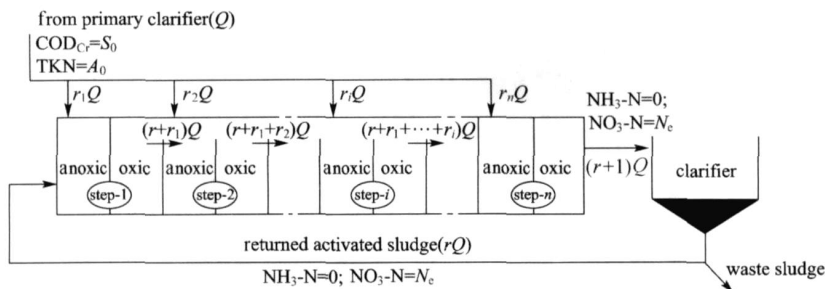


图 1 分段进水 A/O 工艺结构及质量平衡图

Fig. 1 Configuration and mass balance diagram of step-feed A/O process

Q —total influent flow rate; r_i —fraction of influent flow fed to step i ; r —returned activated sludge recycle ratio; S_0 —influent COD concentration, $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$; A_0 —influent TKN concentration, $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$; N_e —effluent nitrate concentration, $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

1.2.2 流量分配系数法 在采用流量分配系数法进行分配时, 首先假设系统各段硝化、反硝化容量充足, 且原水无硝酸盐和亚硝酸盐氮。由图 1 所示系统物料平衡, 任意第 i 段缺氧区的 COD 和 NO_3^- -N 浓度 (S_i 和 N_i) 可以用原水 S_0 和 A_0 表示

$$S_i = \frac{r_i}{r_1 + r_2 + \cdots + r_i + r} S_0 \quad (2)$$

$$N_i = \frac{r_{i-1}}{r_1 + r_2 + \cdots + r_i + r} A_0 \quad (3)$$

第 i 段恰好完全反硝化所需的最小进水比可由式 (4) 表示

$$r_i = \alpha \frac{A_0}{S_0} r_{i-1} \quad (i = 2, 3, \cdots, n) \quad (4)$$

其中, α 是常数, 它表示单位 NO_3^- -N 转化成氮气需要消耗的有机物质量, 通常由 BOD_5 或 COD 来表示, 本文以 COD_{Cr} 表示 $[\text{mg COD}_{\text{Cr}} \cdot (\text{mg NO}_3^- \text{-N})^{-1}]$ 。这个比值可通过试验来确定, 并与系统固体停留时间 (SRT)、内源衰减系数、可生物降解生物体比例及进水水质有关。利用式 (4), 可以满足各段进入的原水恰好可以提供充足的电子供体将上一段产生的硝酸盐氮反硝化, 并使得最后一段进水量最少, 出水硝酸盐氮浓度最低。注意到, 对于同一进水水质, $\alpha \frac{A_0}{S_0}$ 为定值, 则 $\frac{r_i}{r_{i-1}}$ 为定值, 此处定义

$\frac{r_i}{r_{i-1}} = \alpha \frac{A_0}{S_0} = \delta_{\text{opt}}$, 并称 δ_{opt} 为最优流量分配系数。当进水 $\text{COD}_{\text{Cr}}/\text{TKN} \geq \alpha$, $\delta_{\text{opt}} \leq 1$, 流量沿系统流程呈递减分布; 当 $\text{COD}_{\text{Cr}}/\text{TKN} < \alpha$ 时, $\delta_{\text{opt}} > 1$, 流量沿系统流程方向呈递增分布。

1.2.3 末端集中进水 水厂的实际运行中, 经常遇到暴雨等极端天气, 对合流制排水系统, 生物法污水处理厂经常面临污泥被冲刷流失的危险。分段

进水工艺最初被提出时, 就是为了应对水厂突然增加的水力负荷, 采用分流方式, 降低二沉池固体负荷, 防止污泥冲刷流失。当其逐渐演变成具有脱氮作用的处理工艺时, 这一功能仍然很重要。脱氮系统中的硝化菌是长泥龄生长菌种, 其对系统脱氮起着至关重要的作用, 若发生污泥冲刷流失, 系统硝化功能会下降或丧失, 且不易恢复。实际运行时, 可通过测定进水量、污泥沉淀性能, 或者通过污泥层高度来判断系统是否存在污泥冲刷流失的危险。当预测到这种危险时, 及时调整流量分配比, 加大系统末端进水量, 并使进水点位置尽可能接近系统末端, 以最大程度地降低污泥流失的危险。

2 材料与方法

2.1 中试试验装置

中试系统结构见图 2。反应器容积 320 L, 分 4 段, 每段包括 1 个缺氧格室和 3 个好氧格室。各段缺氧与好氧体积比均为 2:3。二沉池为竖流式, 体积 90 L。5 台蠕动泵分别控制进水及污泥回流, 空压机为好氧格室曝气, 4 台机械搅拌器为缺氧区提供搅拌。

2.2 试验水质、水量

试验用水为住宅区生活污水。原水 COD_{Cr} 为 235~280 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, NH_4^+ -N 浓度为 44~55 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, BOD_5 为 110~150 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, NO_3^- -N 浓度为 0.05~1.42 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, NO_2^- -N 浓度为 0.08~0.19 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。通过向原水投加乙酸钠和氯化铵的形式, 调整水质和实际污水厂的水质变化规律相同, 同时模拟水厂的水量变化规律。

2.3 分析方法

COD_{Cr} 、 NH_4^+ -N、 NO_2^- -N、 NO_3^- -N、MLSS

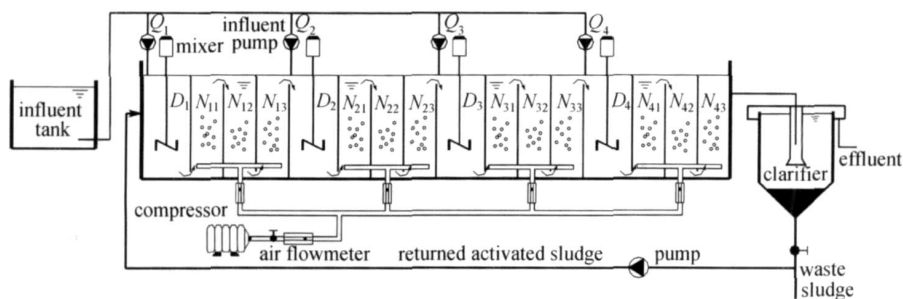


图 2 分段进水生物脱氮工艺中试试验装置

Fig. 2 Schematic diagram of pilot-scale step-feed nitrogen removal process

$D_1 \sim D_4$ —anoxic zone of the first to the fourth stage; N_{ij} —the j aerobic zone of the i stage

等离线信息采用标准方法测定^[9], TN 用德国耶拿 multi N/C3000 分析仪, 进出水 NH_4^+-N 、 NO_x^--N 采用德国 WTW TresCon 在线 NH_4^+-N 和 NO_x^--N 模块进行测定; DO、温度在线信息分别采用德国 WTW340i 在线仪测定。

3 分段进水 A/O 流量分配专家系统决策树开发

3.1 专家决策系统

专家系统流量决策树可以清楚地表示系统问题的症状、原因和解决方案之间的相互关系。专家决策树的建立, 首先需要明确问题的种类和个数。流量分配是影响分段进水硝化、反硝化的首要因素, 本文建立分段进水 A/O 流量分配的决策树, 当硝化、反硝化出现问题时, 优先诊断流量分配, 并修改流量分配方案。决策树建立的两个关键步骤是知识的获取和知识的表达, 知识的获取是专家系统开发的核心也是瓶颈^[7,10]。对于分段进水的流量分配问题, 首先应确定影响流量分配的因素, 获得系统运行效果差的症状, 对以往数据、运行经验进行总结, 并辅以相关领域文献及污水处理领域专家的经验作为参考, 对问题发生的原因进行诊断, 并给出解决方案。知识表达的一个有效的方法就是决策树。决策树中, 用于发现问题和解决问题的描述性的知识由“节点”和“叶”来表示, 而解决问题的推理过程则以“枝”的形式来表示。利用决策树指导实际运行时, 应校正每个“枝”的正确性, 以改进决策树的决策性能。

3.2 分段进水 A/O 流量分配专家系统建立

分段进水 A/O 流量分配决策树开发遵循如下原则: (1) 优先满足系统硝化; (2) 尽可能充分利用原水碳源; (3) 保证洪峰流量时污泥不会冲刷流失。当出水氨氮为 $1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下时, 认为系统硝化完全, 当出水氨氮大于 $5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 认为出水氨氮超标。除洪峰流量外, 若不加特殊说明, 系统流量分配在等负荷流量分配和流量分配系数两种方式之间进行交替。通过试验运行、相关文献回顾及对专家的访问, 建立分段进水 A/O 系统流量分配专家控制决策树, 如图 3 所示。

首先通过定量、定性获得的出水信息, 提示出水氨氮浓度是否小于 $1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。如果是, 则表明系统总体硝化容量充足, 但不能表明各段硝化容量充足并被充分利用。因此再提示各段出水氨氮是否

小于 $1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 如果是, 则表明系统硝化容量过剩, 此时可以判断系统是低氨氮负荷系统。然后提示进水 C/N 是否大于 α 值, 若大于 α , 则可以判定系统为低负荷、高 C/N 系统, 此时采用进水流量分配系数进行流量分配, 以保证充分利用系统进水碳源反硝化, 并使最后一段进水最少; 反之可以判定为低负荷、低 C/N 系统, 此时, 由于碳源限制, 采用流量分配系数和等负荷流量分配法, TN 去除率无较大差别, 应采用等负荷流量分配法, 以利于硝化菌的生长, 避免负荷不均给硝化菌生长带来的负面影响。当各段好氧区出水氨氮不都小于 $1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 提示系统是否采用等负荷流量分配法, 如果是, 说明某段存在影响硝化的其他问题, 如 DO 浓度低等, 这时需要提高该段的曝气量或者适当增加好氧体积。若未采用等负荷流量分配法, 可判断是各段硝化菌 F/M 不均衡造成某段硝化容量未被充分利用, 此时, 将采用等负荷流量分配法, 以充分利用系统各段的硝化容量。

当系统出水氨氮浓度大于 $1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 则提示出水是否低于出水标准 $5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。若低于 $5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 则可判断系统硝化容量尚在满足硝化的范围内。然后提示系统是否采用流量分配系数法, 如果是, 提示进水 C/N 是否大于 α , 若大于 α , 此时, 系统流量沿流程逐渐递减, 说明某段有硝化不完全现象发生, 解决的办法是可以加大该段的曝气量, 或适当加大曝气体积。若 C/N 小于 α 值, 出水的氨氮可能是由于末段硝化菌的 F/M 值较高造成的, 此时可以加大末段曝气量, 或者提高流量分配系数。若系统不是按流量分配系数分配, 则可以判定系统硝化容量对于进水负荷来说略显不足, 此时可适当加大曝气, 以便为各段缺氧区提供充足的电子受体。

当出水氨氮大于 $5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 表明出水超出排放标准, 系统硝化容量可能不足。首先判断进水量是否快速增加, 若进水量快速增加, 则提示进水 SS 是否快速增加, 若 SS 快速增加, 则可以判定存在暴雨等极端天气, 若 SS 未急剧增加, 则可能是水力负荷升高或者是绵雨天情况。再判定洪峰流量发生的时间长短, 若为较短 (几十分钟), 且二沉池出水 SS 增加, 则可以判断有污泥流失危险, 可以分流部分污水, 进行直排, 避免发生污泥冲刷流失; 若洪峰流量持续时间比较长, 各段 MLSS

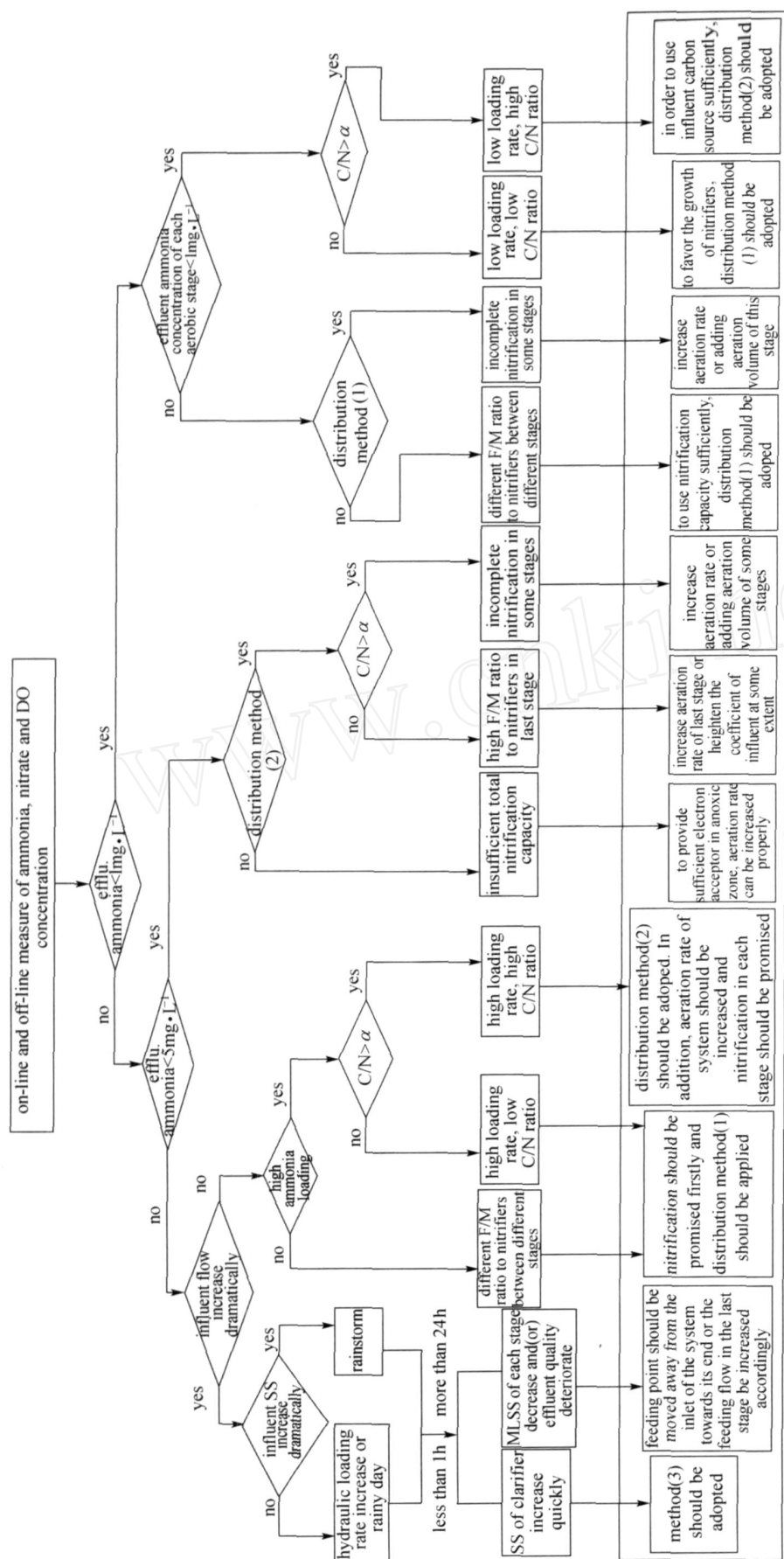


图3 分段进水A/O工艺流量分配决策树

Fig.3 Decision tree for influent flow distribution in step-feed A/O system

Note: distribution method (1) means the loading to the nitrifiers of each stage should equal to each other; distribution method (2) means the optimal coefficient for influent flow is adopted; distribution method (3) means some influent is drained off directly without treatment

降低,出水恶化,此时可将进水点后移,或加大末端进水,并随时观察二沉池泥位。若进水量未快速增加,提示进水氨氮浓度是否过高导致超负荷运行,若氨氮负荷不高,则可以判定是各段硝化菌 F/M 值不平衡导致的出水超标,此时,采用等负荷流量分配法,以充分利用系统各段的硝化容量。若监测到的进水氨氮较高,则可以判定是高氨氮负荷系统,此时提示进水 C/N 是否大于 α ,若大于 α ,则可以判定是高氨氮、高 C/N 系统,决定采用流量分配系数。高 C/N 采用流量分配系数,各段进水量沿流程逐渐降低,各段硝化容量亦逐渐降低,首段不能硝化完全的氨氮可在后段进行硝化,但为了给各段缺氧区提供充足的电子受体,并优化利用碳源,应尽可能保证各段硝化完全,因此可适当加大各好氧区的曝气量。若进水 C/N < α ,则判断系统为高负荷、低 C/N 系统。若按流量分配系数进行分配,各段流量沿流程逐渐升高,而硝化容量沿流程逐渐降低,会对硝化产生非常不利的影响。此时,采用等负荷流量分配法,优先满足系统硝化。

4 专家系统的应用

为验证专家系统的可行性,采用中试系统处理实际生活污水并模拟北京高碑店污水处理厂某日初沉池出水水质水量变化(图4)。图中可以看出,一天内水量变化较大,而水质变化不大。在 21:30~03:30,水量和氨氮负荷达到最高峰。专家系统应用前系统出水情况见图5(a)。系统最高出水氨氮浓度为 $15.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,已远远高于城镇污水排放一级标准。平均出水氨氮浓度 $7.18 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,平均出水 TN 浓度 $26.37 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,TN 去除率为 56.15%。

专家系统应用后,系统出水情况见图5(b)。可以看出,专家控制最明显的作用是对洪峰流量时出水氨氮浓度的削减。在 21:30 左右,出水氨氮为 $6.7 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,大于 $5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,此时监测进水水量呈递增趋势,判断系统进入高氨氮负荷、低 C/N 阶段,故采用等负荷流量分配法。专家控制应用后,出水氨氮峰值为 $6.9 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,远远低于应用前的 $15.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$;系统平均出水氨氮浓度为 $4.51 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,平均出水 TN 浓度为 $24.26 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,平均 TN 去除率为 59.14%。试验结果表明,通过调整系统进水流量分配的方式,分段进

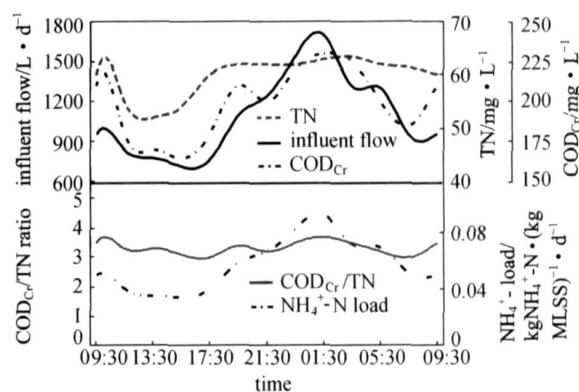


图4 水质、水量日变化特征图

Fig. 4 A day flowrates and characteristics of influent from a plant

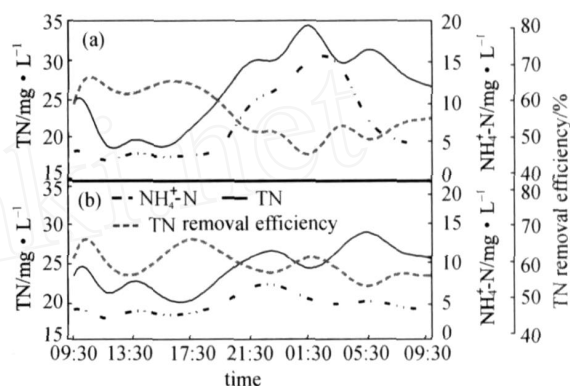


图5 专家系统应用前后系统出水水质

Fig. 5 Application of expert system in a domestic wastewater treatment plant

水 A/O 系统可以成功地应对高负荷对系统造成的影响,提高出水 TN 去除率,保证出水水质。

为进一步验证专家系统的可靠性,对不同水质的污水进行试验验证。试验采用小区生活污水,通过投加乙醇和氯化铵来调整进水水质。试验开始前行批量小试,确定该污水的 α 值为 7.0。4 阶段水质(图6)分别为:(1) COD 为 $280 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,氨氮为 $40 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, C/N = 7; (2) COD 为 $360 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,氨氮为 $90 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, C/N = 4; (3) COD 为 $360 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,氨氮为 $40 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, C/N = 9; (4) COD 为 $540 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,氨氮为 $60 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, C/N = 9。运行工况一:不采用专家系统控制,只根据进水 C/N,采用流量分配系数法人为调整流量分配,当 C/N 变化时调整流量分配比。C/N = 7 时,最优流量分配系数 $\delta_{\text{opt}} = 1.0$,各段流量分配比为 0.25 : 0.25 : 0.25 : 0.25;

C/N = 4 时, $\delta_{pt} = 1.75$, 流量分配比为 0.096 : 0.17 : 0.29 : 0.51; 当 C/N = 9 时, $\delta_{pt} = 0.78$, 流量分配比为 0.35 : 0.27 : 0.21 : 0.16。不同水质下系统的出水水质见图 7 (a)。平均出水氨氮浓度 $4.73 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 最高浓度为 $14.56 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 平均出水 TN 浓度 $22.67 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, TN 去除率为 58.67%。从图 7 (a) 可以看出, 出水氨氮峰值为 $14.56 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 已远远超过一级排放标准。运行工况二: 应用流量分配专家系统, 系统出水情况见图 7 (b)。可以看出, 在第 2 种水质应用 2 h 后, 出水氨氮浓度已超过 $5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 专家系统逐级诊断并判断为高氨氮负荷、低 C/N 引起的氨氮超标, 并迅速采用等负荷流量分配法。由图 7 (b) 可以看出, 控制行为采用后, 出水氨氮虽有小幅上升, 但其氨氮峰值出现时间 (19:30) 较工况一峰值时间 (22:00) 提前约 2 h, 氨氮峰值 $6.78 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 已远远低于工况一峰值 $14.56 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 这也证明了专家系统控制的有效性。专家控制应用后, 系统平均出水氨氮浓度 $2.07 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 平均出水 TN 浓度 $16.48 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, TN 去除率为 68.49%, 与工况一相比, TN 去除率提高了 9.82%。

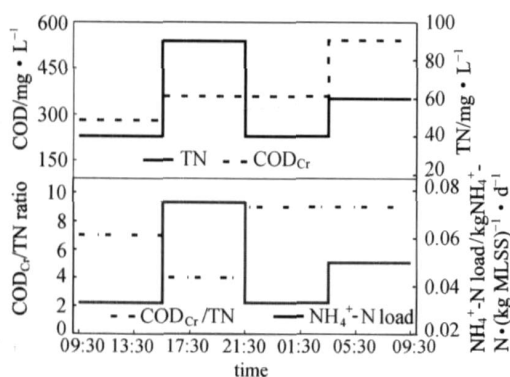


图 6 水质变化特征图

Fig 6 Characteristics of influent flow wastewater

5 结 论

(1) 基于等负荷流量分配法、流量分配系数法和末端集中进水 3 种流量分配方法的分段进水 A/O 工艺流量分配专家系统, 可根据在线和离线采集的信息, 判断系统负荷高低、C/N 高低, 确定系统需解决的关键问题, 并据此来选择合适的流量分配方法。专家系统应用后, 可保证系统硝化反应完

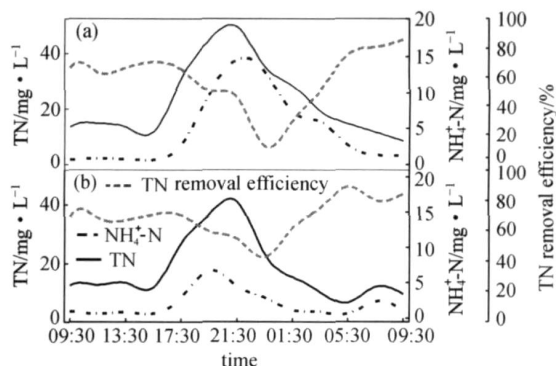


图 7 不同水质下, 专家系统应用前后出水效果比较

Fig 7 Comparison of effluent quality of system with and without expert control system

全、优先利用原水中的碳源进行反硝化, 且能避免洪峰流量污泥冲刷流失。

(2) 将专家决策系统应用于不同水质、水量的污水处理系统时, 其性能品质良好, 可以准确地分析运行中出现的问题, 并为此提供可行的解决方案。应用结果表明专家系统可大大提高污水处理系统的实际可操作性, 更加充分地发挥分段进水 A/O 工艺的优势。

References

- [1] Göğ ü ğ E, Artan N, Orhon D, et al. Evaluation of nitrogen removal by step feeding in large treatment plants. *Wat. Sci. Tech*, 1996, 34 (1/2): 253-260
- [2] Larrea L, Larrea A, Ayasa E, et al. Development and verification of design and operation criteria for the step feed process with nitrogen removal. *Wat. Sci. Tech*, 2001, 43 (1): 261-268
- [3] deBallillo C, Carrio L, Mahoney K, et al. Practical considerations for design of a step-feed biological nutrient removal system. *Florida Water Resources Journal*, 2002 (1): 18-20
- [4] George T, Franklin L B, David Stensel H. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*. New York: Metcalf & Eddy, Inc., 2003
- [5] Olsson G, Nielsen M K, Yuan Z, et al. *Instrumentation, Control and Automation in Wastewater Systems*. London: IWA Publishing, 2005
- [6] Baeza JA, Gabriel D, Lafuente J. Improving the nitrogen removal efficiency of an A²/O based WWTP by using an on-line knowledge based expert system. *Water Research*, 2002, 36 (8): 2109-2123
- [7] Comas J, Rodríguez-Roda I, Sánchez-Marr è M, et al. A

- knowledge-based approach to the deflocculation problem: integrating on-line, off-line, and heuristic information. *Water Research*, 2003, 37 (10): 2377-2387
- [8] Ma Y, Peng Y Z, Wang S Y, et al. Nitrogen removal influence factors in A/O process and decision trees for nitrification/ denitrification system. *Journal of Environmental Science*, 2004, 16 (6): 901-907
- [9] APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th ed. Washington: American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, 1992
- [10] Comas J. Development, implementation and validation of an activated sludge supervisory system for the Granollers WWTP [D]. Girona: University of Girona, 2000

信息与交流

煤转化国家重点实验室开放基金申请指南

煤转化国家重点实验室以煤高效洁净利用与转化为优质燃料、化学品和材料过程中的科学和技术基础为主要研究方向, 重点研究煤的热物理化学、煤基液体燃料合成、煤炭利用过程中的污染物排放控制、相关产品加工新工艺和新技术、能源环境新材料制备等领域的核心科学问题和工程技术问题。

一、开放基金课题资助范围:

实验室开放基金主要资助意义重大且具有应用前景的基础研究和应用基础研究课题。2009~2010 双年度在以下 5 个研究领域设立开放基金:

① 煤直接转化过程的化学与工程基础 研究煤气化、热解、直接液化等方面的基础和应用基础问题, 深化对煤组成结构、煤中有效组分和污染元素的赋存状态及变迁行为的认识, 发展煤科学理论; 研究、发明、验证煤转化新工艺和新过程, 并鼓励对其它含碳资源的新转化过程的研究。

② 煤经合成气间接转化的一碳化学与工程 研究煤经气化合成优质柴油、汽油、含氧燃料和添加剂的新技术、新工艺, 注重新型高效催化剂制备、新型反应器设计以及传递、流动和化学反应过程。

③ 煤转化相关的环境化学与工程 研究煤中污染元素的源头脱除, 燃煤烟气中污染物的高效脱除、固体有机废物的资源化/ 无害化、废水净化、CO₂ 利用等方面的基础问题以及核心技术研发。

④ 煤转化过程中的理论计算与过程模拟 通过计算机模拟和相关实验, 在微观 - 介观 - 宏观层次上研究煤转化过程中的热力学和动力学行为, 传递 - 流动 - 化学反应之间的相互作用和耦合行为。

⑤ 煤转化相关的能源环境新材料与新过程 研究煤转化过程和其它能源转化过程中所需要的新型催化材料、介孔材料、纳米材料; 研究煤转化下游产品精加工的高效、绿色催化过程。

二、开放课题申请须知和基金管理办法

实验室开放基金由国家科技部下拨的专项经费 —— 开放运行费支出。

1. 申请课题应为煤洁净转化提供新思路、新方法, 或为实验室新生长点课题。
2. 开放基金主要支持实验室及依托单位以外的研究人员 (即客座研究人员) 与实验室固定人员合作进行的研究课题, 由客座研究人员和固定人员共同申请, 客座人员担任课题负责人。
3. 凡具有讲师和助理研究员以上职称、博士后经历或相应水平的国内外学者可与实验室固定人员合作提出申请, 填写实验室开放课题申请书 (一式三份, 加盖公章)。本次开放基金申请时间: 08 年 9~11 月。基金执行年度为 2009 年 1 月 1 日至 2010 年 12 月 31 日。
4. 由实验室学委会或专家组审定开放课题申请, 建议拟资助课题和资助金额, 实验室主任会议根据审定结果统一调整并报学委会会议通过后公布执行。
5. 开放课题资助强度: 一般课题平均 5 万, 重点课题平均 10 万。
6. 基金承担者应在第一年年底提交阶段总结, 第二年年终提交结题总结。对于无阶段总结、未按计划进行课题者, 实验室主任有权调整课题资助额度或中止课题资助。

(下转 2649 页)