

• 水业导航 •

依托科研成果实现工程优化设计的实践

北京市市政工程设计研究总院总工 李 艺

1 产学研相结合对工程优化设计的重要性

随着经济的发展和城市化进程的加快,我国的水污染和水资源短缺问题日益严重,近年来,国家加大了在水处理领域的投入,从工程投资、科研支持、设备研发等方面都投入了大量的资金。但从水污染治理的效果上看,仍然存在一些问题,如科研成果不能及时应用于工程,课题研究的内容脱离实际,开发的设备实用性不强,工程应用中设备的质量问题层出不穷等。由于各方面的脱节,使巨大的投资没能充分发挥效益,最终导致水处理工程设计和运行困难重重。造成这局面原因是多方面的,但关键因素之一是产学研没能很好地结合,缺乏统一性。可见,产学研结合的效果与工程设计的成败密切相关。

以由机械科学研究院、北京排水集团和北京市市政工程设计研究总院共同承担的国家“863”课题——“城市污水 A^2/O 处理设备成套化研究”为例,详细阐述科研成果向实际生产力的转化过程及其在工程优化设计中发挥的重要作用。

2 科研成果应用于工程实践的案例分析

2.1 课题研究的目 的及内容

目前全国采用 A^2/O 工艺的污水处理厂多数不能实现稳定达标。主要原因是进水水质、水量的变化具有周期性,而处理工艺调控缺乏相应的变化手段。因此,必须在运行过程中及时根据进水情况和相应的工艺状态对运行参数进行调整,而调整的前提是工艺设计必须具有可以调节的措施。在这种需求下,提出了“城市污水 A^2/O 处理设备成套化研究”的课题研究内容。

课题为满足城市污水脱氮除磷和再生水深度处理工艺和设备开发的需要,对传统 A^2/O 工艺及其变型工艺的优势进行系统集成,详细研究在同系统中实现脱氮除磷双达标的工艺条件,以确定科学合理的二级强化处理和深度处理工艺路线及设计参数,并为工程设计提供技术支持。可见,这项课题的

提出是有实际需求的,研究结果有可能及时应用到实际工程设计中。

2.2 课题研究成果及设备开发

经过1年小试、两年中试及生产性验证,课题得出明确的研究成果。据此配套相应设备的开发,相继开发了脉冲式气提除砂装置,改善目前除砂设备的除砂效果,增大除砂量使进入生化处理的污水含砂量降至最低,从而稳定生物池处理效果;开发移动隔墙装置,使污水处理厂曝气池厌氧、好氧段根据进水水质的调整成为可能;研发出根据自动检测污泥龄的控制系统,便于运行中的泥龄调控;同时配套改进了国产的污水提升泵、曝气鼓风机、链条式刮泥机等设备,为污水处理设备整体国产化创造了条件。

同时,在工程设计及改造上优化完善各相关影响因素的设计参数,通过工艺的调整和设备的匹配,实现设计理念,如通过多点进水位置及比例的变化调整碳源,设置曝气缓冲区域或移动隔墙实现反硝化体积的调整,协同回流比的调整提高,以及稳定不同水质条件下的脱氮效率等。

2.3 研究成果在工程优化设计中的应用

近年来,在多座污水处理厂的升级改造和新建设计中都采用了该课题的研究成果和研发的设备,并在工程实践中取得了良好的效果。

其中升级改造项目包括:北京市高碑店污水处理厂($100\text{万 m}^3/\text{d}$)、清河污水处理厂($40\text{万 m}^3/\text{d}$)、小红门污水处理厂($60\text{万 m}^3/\text{d}$)等。在工程改造中,首先实现碳源可调 and 回流比可调,再通过创新设计曝气系统实现溶解氧可调;将现有污水处理部分改造成倒置 A^2/O 工艺,在曝气池设计中采用多点进水、多池回流等方法,加强生物除磷脱氮。污水和混合液回流管道均设置多个出口,通过进水渠道的布置及进水点的可调性,调整进水量和各区的分配。采用精确曝气流量控制系统实现溶解氧可调,达到节能降耗的目的。

(下转第48页)

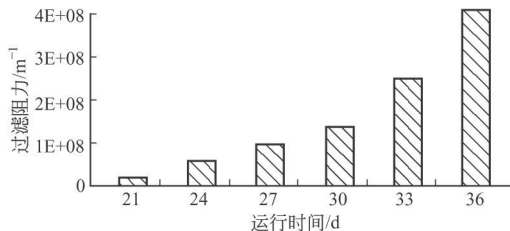


图6 膜过滤阻力随时间的变化趋势

3 结论

(1) 采用 A^2/O —MBR 工艺系统进行受污染地表水净化处理, 有机负荷较低, 微生物所需营养物质相对匮乏, 生长缓慢, 污泥比耗氧速率较低。

(2) 进水有机负荷的改变对系统内 COD_{Cr} 、 NH_3-N 和 TN 的去除影响很小, 在 $0.04 \sim 0.10 \text{ kg } COD_{Cr}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 和 $0.08 \sim 0.19 \text{ kg } COD_{Cr}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 两种有机负荷条件下, 系统对 COD_{Cr} 、 NH_3-N 、 TN 的去除率分别为 $61\% \sim 65\%$ 、 $89\% \sim 91\%$ 和 $31\% \sim 34\%$, 稳定运行后出水分别保持在 40 mg/L 、 2.0 mg/L 和 15 mg/L 左右。

(3) 回流比的改变对 COD_{Cr} 和 TN 的去除效率均产生一定程度的影响。回流比由 $0.5:1$ 增加到 $1:1$ 时, 两种进水有机负荷条件下的出水中 COD_{Cr} 和 TN 都呈现下降趋势, 其去除率分别提高 $8.9\% \sim 9.3\%$ 和 $8.2\% \sim 13\%$, COD_{Cr} 出水达到《地表水环境质量标准》IV 类标准; 回流比的改变对 NH_3-N 的去除影响不大, 系统稳定后出水 NH_3-N 平均浓度始终保持在 2.0 mg/L , 平均去除率约为 90% 。

(4) 系统对某些大分子有机物及溶解性有机物

有一定程度的去除, 对 DOC 和 UVA 的去除率分别为 77.3% 和 84.3% , 膜过滤作用对 UV_{410} 的平均去除率最终可达到 99% 。

(5) 随使用时间的延长, 膜污染速率呈增加趋势, 清洗周期逐渐变短, 混合液过滤性能的变化致使膜过滤阻力逐渐增长。

参考文献

- Li X Y, Chu H P. Membrane bioreactor for the drinking water treatment of polluted surface water supplies. *Water Research*, 2003, 37 (19): 4781~ 4791
- 莫耀, 黄霞. 粉末活性炭—MBR 工艺处理微污染原水. *中国给水排水*, 2002, 18(12): 16~ 19
- 赫晓地, 张自杰. 活性污泥好氧速率的测定方法及其影响因素试验分析. *环境科学与技术*, 1991, 54(3): 35~ 39
- 蒋绍阶, 刘宗源. UV_{254} 作为水处理中有机物控制指标的意义. *重庆建筑大学学报*, 2004, 24(2): 61~ 65
- Andersen D O. Nature of natural organic mater (NOM) in acidified and limed surface waters. *Water Research*, 2000, 34(1): 266~ 272
- Williams M D, Pirbazari M. Membrane bioreactor process for removing biodegradable organic matter from water. *Water Research*, 2007, 41(17): 3880~ 3893
- Liang S, Liu C, Song L. Soluble microbial products in membrane bioreactor operation: Behaviors, characteristics, and fouling potential. *Water Research*, 2007, 41(1): 95~ 101
- 周伟伟, 傅金祥, 由昆. 等. 膜生物反应器中胞外聚合物合成的影响因素. *沈阳建筑大学学报(自然科学版)*, 2007, 23(3): 493~ 495

& E-mail: shen_spring@sina.com

收稿日期: 2009-10-30

修回日期: 2010-01-05

(上接第1页)

在建和待建项目包括: 北京市北小河污水处理厂($10 \text{ 万 m}^3/\text{d}$)、西安市第五污水处理厂($20 \text{ 万 m}^3/\text{d}$)、深圳市滨河污水处理厂($18 \text{ 万 m}^3/\text{d}$)等。对于新厂的设计, 结合科研结果, 在设计之初就要考虑到污水处理厂运行周期内, 如何应对进水水质的变化和出水要求的提高。在池型设计、设备配置、管线布置上预留将来工艺及运行方式调整的可能性, 使新建的污水处理厂既能满足近期处理要求, 又可为远期高标准要求的运行及改造留有空间。提出多模式 A^2/O 处理工艺设计、运行新概念。通过对进水、混合液及回流污泥渠道上不同位置闸门的开启实现不同的运行工

况, 即根据进水水质调整碳源的分配点, 使其兼具传统 A^2/O 工艺和倒置 A^2/O 工艺的的优点, 使生物池能够根据不同来水水质情况选择不同运行模式, 从而达到不同的处理效果。

3 结语

在污水处理技术大力发展的今天, 科研成果应用于实际工程的案例还有很多, 但同时我们也应该清醒地认识到, 研究与实践脱节的现象也不在少数。实践证明, 产学研结合的科研原则, 是使科研成果推广最快、内容验证最充分、实用价值最大的有效方法, 能使工程设计更加科学化、系统化、标准化。