

文章编号:1671-8879(2013)02-0107-04

# 微生物固定化塔滤池在土地处理系统中的预处理

翟为民

(中铁第一勘察设计院集团有限公司, 陕西 西安 710065)

**摘要:**在土地处理系统前设置装填有纳米凹凸棒土复合亲水性聚氨酯泡沫的塔式生物滤池,形成新型处理系统,对生活污水进行处理,并对塔式生物滤池和新型处理系统的处理效果进行了研究。结果表明:塔滤池的最佳运行工况为水力停留时间 60 min,回流比 75%,该条件下 COD<sub>Cr</sub> 和 NH<sub>3</sub>-N 的去除率分别为 78.22%和 98.67%;将塔滤池设置在土地处理系统前,可以改善基质堵塞的问题,大大提高了处理效果,COD<sub>Cr</sub> 和 NH<sub>3</sub>-N 的去除率由 72.24%和 32.81%提高到 95.57%和 96.69%,出水 COD<sub>Cr</sub> 和 NH<sub>3</sub>-N 分别达到《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)V 类水标准和《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)的一级 A 标准要求。

**关键词:**环境工程;微生物固定化技术;塔式生物滤池;土地处理系统

中图分类号:X703

文献标志码:A

## Pretreatment of land treatment system with microorganism immobilized tower filter tank

ZHAI Wei-min

(China Railway First Survey and Design Institute Group 2td, Xi'an 710065, Shaanxi, China)

**Abstract:** The tower bio-filter tank filled with nano-attapulgit composite hydrophilic polyurethane foam was set before the land treatment system to form a new treatment system to deal with domestic sewage. The treating effects of tower bio-filter tank and new treatment system were studied. The results show that the optimal operation condition of HRT is 60 min water stay and 75% of return ratio, and under this condition the removal rate of COD<sub>Cr</sub> and NH<sub>3</sub>-N is 78.22% and 98.67% respectively. When the tower is set before the land treatment system, the blocking up will be decreased and the effects are better, and the removal rate of COD<sub>Cr</sub> and NH<sub>3</sub>-N is increased from 72.24% and 32.81% to 95.97% and 96.69% respectively. The effluent of COD<sub>Cr</sub> meets the Surface Water Environment Quality Standard (GB 3838—2002) V level standard, and the effluent of NH<sub>3</sub>-N meets the national Urban Sewage Treatment Plant Emission Standards (GB 18918—2002) A standard. 1 tab, 7 figs, 10 refs.

**Key words:** environmental engineering; immobilized microorganism technology; tower biological filter tank; land treatment system

## 0 引言

随着中国工业化和城市化进程的加快,污水的

排放量不断加大,污染物种类亦日益增多,使水资源的需求缺口越来越大,寻求一种有效的污水处理技术来解决当下水资源不断严重的缺口是目前亟待解

收稿日期:2012-03-10

作者简介:翟为民(1964-),男,山西运城人,高级工程师,E-mail:sxxazwm@126.com。

决的问题<sup>[1]</sup>。

当下水处理过程中的动力主要是电能,会对环境造成间接的二次污染,不能完全做到“环境友好化,生产绿色化”。太阳能作为一种新能源具有蕴藏丰富及安全清洁的优点,但对该技术在水处理方面应用的报道还不是很多<sup>[2]</sup>。目前,太阳能在水处理方面的应用主要是利用太阳能、热能引入到水处理领域,主要有光催化氧化技术、共厌氧消化反应以及微生物生化代谢反应等方法,但很少有将太阳能作为动力应用于水处理领域的报道<sup>[3]</sup>。

近些年来,土地处理系统由于能耗成本低、运行简单且出水水质良好等优点,在污水处理方面的应用越来越广泛,尤其是在西北地区中小城镇和铁路沿线污水处理工程中的应用,但诸多实际运行经验表明,该系统存在最为显著的一个问题是基质的堵塞问题,因而不能进行长期稳定的运行<sup>[4-5]</sup>。目前总结的产生堵塞的原因主要有:①进水悬浮固体浓度(MLSS)较高,Bouwer 认为进水中悬浮物的最大值不应大于 20 mg/L<sup>[6]</sup>;②有机负荷过高,Cavicchioli 研究发现,堵塞一般发生在基质上层 0~15 cm 处<sup>[7]</sup>。当有机负荷过高时,土地渗滤系统中的微生物量会出现大量繁殖且超出平衡的情况,从而大量的微生物膜脱落是造成堵塞的又一原因。

针对土地处理系统易堵塞的问题,本试验以太阳能作为系统动力,装填纳米凹凸棒土复合亲水性聚氨酯泡沫这一新型载体填料的塔式生物滤池与土地处理系统相结合,考察不同操作条件下的处理效果,以期为今后该工艺的进一步发展与推广提供相应的技术指导及参考<sup>[8]</sup>。

1 试验部分

1.1 试验水质

试验用水取自市政污水管网中的生活污水,其具体水质指标见表 1。

表 1 水质指标

Tab. 1 Water quality indices

项目	COD <sub>Cr</sub> /(mg·L <sup>-1</sup> )	pH	NH <sub>3</sub> -N/(mg·L <sup>-1</sup> )	TP/(mg·L <sup>-1</sup> )
水质	120~450	6.0~7.5	23~98	2.7~7.6

1.2 试验装置及方法

1.2.1 试验装置

微生物固定化填料塔滤池是根据塔式生物滤池的原理,内装填串状 3~5 cm<sup>3</sup> 的高分子载体-纳米凹凸棒土复合亲水性聚氨酯泡沫载体<sup>[9]</sup>。反应器尺寸为 DN300、高 1.1 m 的圆柱体,圆柱体底部设有有效容积为 30 L 的水箱,通过循环控制阀控制回流比与流入土地系统的流量,具体结构如图 1 所示。

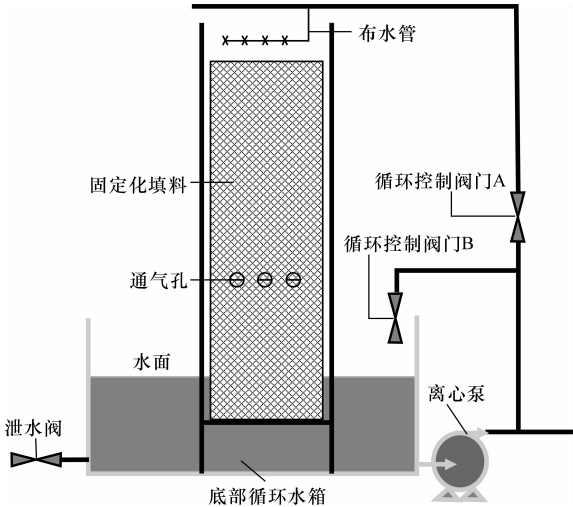


图 1 微生物固定化填料塔滤池结构  
Fig. 1 Structure of microorganism  
immobilized tower biological filter tank

1.2.2 试验方法

先将塔滤池按照间歇流运行方式确定最佳运行工况,然后在最佳运行工况条件下按连续流方式运行,并对土地处理系统同样进行新型载体填料的强化,考察不同操作条件下的处理效果,最终确定塔滤池对改善土地处理系统运行效果的影响。

1.3 测定指标与方法

COD<sub>Cr</sub>:重铬酸钾法;NH<sub>3</sub>-N: 纳氏试剂分光光度法。

2 结果与讨论

2.1 回流比的影响

回流比是决定微生物固定化填料塔滤池处理效率的重要参数之一,本试验控制水力停留时间为 60 min,考察不同回流比对塔滤池处理效果的影响,具体处理效果如图 2 所示。

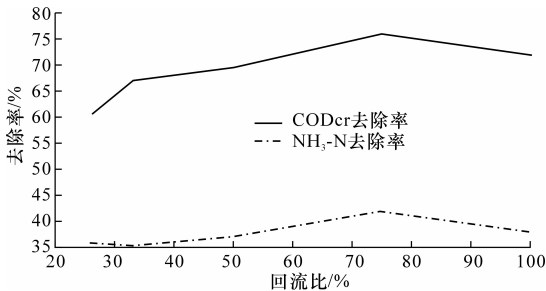


图 2 回流比的影响效果  
Fig. 2 Influence of return ratio

由图 2 可以看出,随回流比的增大,微生物固定化填料塔滤池对 COD<sub>Cr</sub> 和 NH<sub>3</sub>-N 的去除率均在上升,当回流比为 75% 时对 COD<sub>Cr</sub> 和 NH<sub>3</sub>-N 的去除率达到最高,回流比继续增加,去除率开始下降。这

充分说明回流比是此新型装置去除效果重要的影响因素之一。

2.2 处理时间的影响

对于任何一个生化反应装置而言,处理时间的多少直接影响处理量的大小,塔滤池的水力停留时间也影响其降解率的大小<sup>[10]</sup>。试验控制回流比为 75%,在该条件下,考察处理时间的影响效果,具体处理效果如图 3 所示。

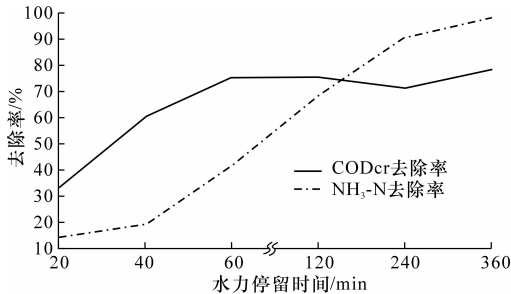


图 3 处理时间的影响效果  
Fig. 3 Influence of treatment time

由图 3 可以看出,水力停留时间对去除效果的影响很大,CODcr 和 NH<sub>3</sub>-N 的去除率都随处理时间的延长而上升,当处理时间超过 120 min 时系统对 CODcr 的去除率趋于稳定,而 NH<sub>3</sub>-N 的去除率总是随处理时间的延长不断上升,当处理时间为 360 min 时 NH<sub>3</sub>-N 的去除率达到 95% 以上。固定化微生物塔滤池在回流比为 75%,120 min 的条件下综合去除率最好。

综合考虑经济性与处理效果,最终确定最佳运行工况:回流比为 75%、水力停留时间为 60 min。

2.3 塔滤池作为预处理装置对土地处理效果的影响

对设置塔滤池的土地处理系统(1<sup>#</sup>)与未设置塔滤池的土地处理系统(2<sup>#</sup>)进行效果比较,不定期取样监测。相关的处理效果如图 4、图 5 所示。

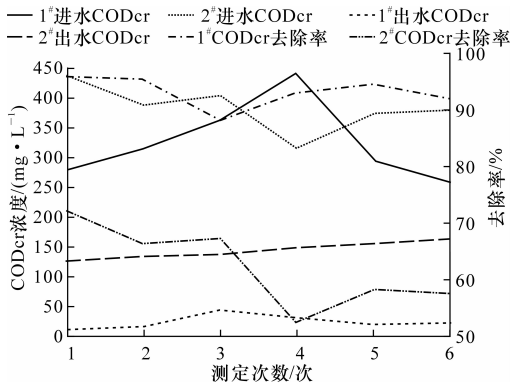


图 4 1<sup>#</sup> 和 2<sup>#</sup> CODcr 处理效果  
Fig. 4 CODcr concentration of influent and effluent for 1<sup>#</sup> and 2<sup>#</sup>

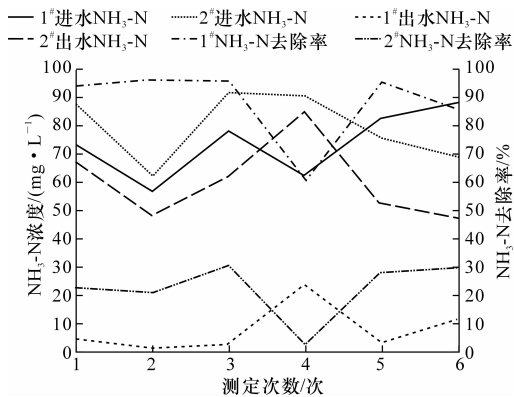


图 5 1<sup>#</sup> 和 2<sup>#</sup> NH<sub>3</sub>-N 处理效果  
Fig. 5 NH<sub>3</sub>-N removal rate for 1<sup>#</sup> and 2<sup>#</sup>

由图 4、图 5 可以看出,1<sup>#</sup> 系统的出水均优于 2<sup>#</sup> 系统。由图 4 可知,1<sup>#</sup> 系统的出水 CODcr 浓度在 50 mg/L 以下,去除率在 90% 左右,2<sup>#</sup> 系统的出水 CODcr 大于 100 mg/L,去除率在 50%~70% 之间浮动,变化幅度较大;由图 5 可知,1<sup>#</sup> 系统出水 NH<sub>3</sub>-N 浓度大部分保持在 20 mg/L 以内,去除率大部分高达 90%,2<sup>#</sup> 系统出水 NH<sub>3</sub>-N 浓度大于 40 mg/L,去除率小于 40%,大部分在 30% 左右。

通过对两组系统比较可知,在进水相似的情况下,有预处理装置的土地处理系统其出水 CODcr 和 NH<sub>3</sub>-N 浓度均优于未设置预处理装置的土地处理系统。这说明经过塔滤池的预处理作用后,污水中的大部分悬浮物被去除,一方面降低了后续处理—土地处理系统的有机物浓度负荷,另一方面有效地避免了土地处理系统易于堵塞的问题,因而使处理量增加,同时确定了预处理装置在本系统的作用。

2.4 不同进水流量在最佳工况下对土地处理效果的影响

下图图 6 和图 7 表示在回流比为 75%、水力停留时间为 60 min 的条件下,不同流量(0.30 m<sup>3</sup>/h、0.50 m<sup>3</sup>/h 和 2.54 m<sup>3</sup>/h)时的处理效果。

由图 6 和图 7 可以看出,经过塔滤池的预处理作用后,污水中的 CODcr 和 NH<sub>3</sub>-N 浓度在很大程度上得到了降解,而且水中的大部分悬浮物被去除,从而降低了后续处理—土地处理的有机物浓度负荷,使得整个预处理—土地处理系统对生活污水的处理效果改善,CODcr 去除率达到 90% 左右,NH<sub>3</sub>-N 的最终去除率也高达 95% 以上。出水 CODcr 可以达到《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002) V 类水标准以上,出水 NH<sub>3</sub>-N 达到了《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 的一级 A 标准要求。

由图 6 和图 7 还可发现,整个系统中 CODcr 的去除率随进水负荷的增加而有所上升,NH<sub>3</sub>-N 的去

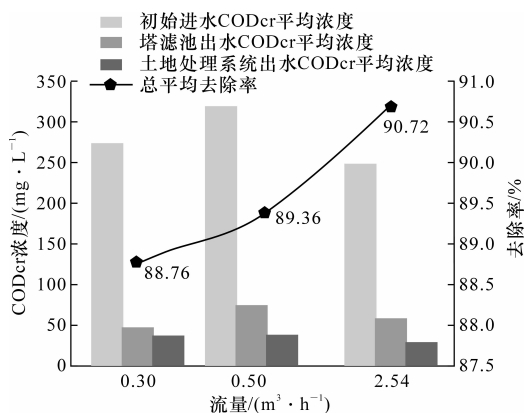
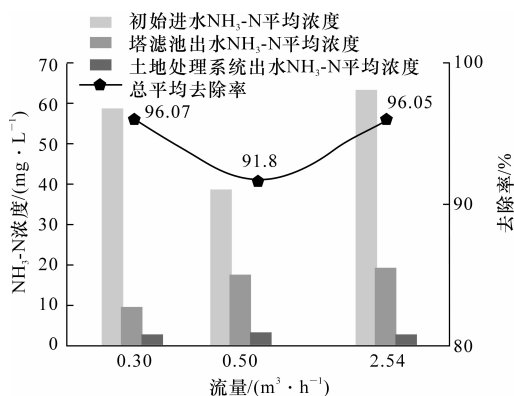


图6 经过预处理的土地处理 CODcr 结果

Fig. 6 Land treatment result for CODcr after pre-treatment

图7 经过预处理的土地处理 NH<sub>3</sub>-N 结果Fig. 7 Land treatment result for NH<sub>3</sub>-N after pre-treatment

除率仍保持在 90% 以上,这说明塔滤池的预处理作用在降低后续处理进水浓度负荷的同时还有利于增加整个处理系统的水力负荷,有利于提高系统的综合处理能力,保证土地处理系统的平稳运行。

### 3 结 语

(1)微生物固定化塔滤池在间歇运行处理生活污水的最佳运行工况是:回流比为 75%,水力停留时间为 60 min。

(2)将塔滤池作为土地处理系统的预处理反应装置时,可将土地处理系统对 CODcr 和 NH<sub>3</sub>-N 的去除率分别由 72.24% 和 32.81% 提高到 95.57% 和 96.69%,有效提高了系统的处理效果,其最终出水 CODcr 可以达到《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)Ⅴ类水标准以上,出水 NH<sub>3</sub>-N 可达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)的一级 A 标准要求。

(3)微生物固定化塔滤池由于填充了新型多孔载体,一方面提高了系统的微生物密度和活性,另一

方面过滤去除了水中较大的悬浮物,将其作为预处理反应装置,具有经济高效、简单易行的优势。

### 参考文献:

#### References:

- [1] 张亚,林超.浅谈水资源保护监督管理[J].水资源保护,2011,27(5):110-113.  
ZHANG Ya, LIN Chao. On water conservation supervision and management[J]. Water Resources Protection, 2011, 27(5): 110-113. (in Chinese)
- [2] 李守圣,赵大军,赵研.太阳能在新农村的应用研究[J].江西能源,2009(3):12-15.  
LI Shou-sheng, ZHAO Da-jun, ZHAO Yan. The solar energy in the new rural application research[J]. Jiangxi Energy, 2009(3): 12-15. (in Chinese)
- [3] 文麒麟.太阳能在污水处理方面的应用[J].大众科技,2010(10):130-131.  
WEN Qi-lin. The solar energy in the sewage treatment research[J]. Popular Science & Technology, 2010(10): 130-131. (in Chinese)
- [4] 郝桂玉.污水土地处理系统相关机理研究及实践应用[D].上海:华东师范大学,2005.  
HAO Gui-yu. Sewage land treatment system related mechanism research and practice[D]. Shanghai: East China Normal University, 2005. (in Chinese)
- [5] 王季震,乔鹏帅,鲁智礼.污水土地处理技术中几种处理工艺的分析[J].北京工商大学学报,2006,24(2):13-16.  
WANG Ji-zhen, QIAO Peng-shuai, LU Zhi-li. Sewage land treatment technology in several process analysis[J]. Journal of Beijing Technology and Business University, 2006, 24(2): 13-16. (in Chinese)
- [6] Bouwer H, Rice R C, Lance J C, et al. Rapid infiltration research at flushing meadows project, Arizona[J]. Journal Water Pollution Control Federation, 1980(52): 2457-2469.
- [7] Cavicchioli R. Cold-adapted archaea[J]. Nature Reviews Microbiology, 2006, 4(5): 331-343.
- [8] 李杰,张媛,石宗利.纳米凹凸棒土复合亲水性聚氨酯泡沫微生物固定化载体:中国,200910117393[P]. 2009-07-22.  
LI Jie, ZHANG Yuan, SHI Zong-li. Nano bump bar soil composite hydrophilic polyurethane foam microbial immobilization carrier: China, 200910117393 [P]. 2009-07-22. (in Chinese)
- [9] Keusgen M. Biomembranes and biofilters[J]. American Biotechnology Laboratory, 2002, 20(10): 68-70.
- [10] Martinov M, Hadjiev D, Vlaev S. Liquid flow residence time in a fibrous fixed bed reactor with recycle[J]. Bioresource Technology, 2010, 101(4): 1300-1304.