

高效藻类塘系统处理农村污水脱氮除磷及其强化研究^{*}

黄翔峰 何少林 陈 广 李旭东 杨殿海 周 琪

(同济大学环境科学与工程学院污染控制与资源化研究国家重点实验室,上海 200092)

摘要 研究了高效藻类塘系统处理太湖地区农村污水脱氮除磷效果及其强化措施。高效藻类塘和水生生物塘 HRT 分别为8 d和4 d,出水溶解 COD_C的浓度低于100 mg/L。高效藻类塘系统的总氮和氨氮的全年平均去除率分别为 46.6 % 和 90.4 %。两级高效藻类塘内氨氮的去除途径主要包括生物同化、氨氮的挥发和硝化作用等,其中硝化作用为主导作用;水生生物塘去除总氮的主要途径为颗粒有机氮的沉淀去除和硝态氮的反硝化。出水总磷浓度全年平均值为 3.33 mg/L,高效藻类塘系统的脱氮除磷能力欠佳。通过降低水生生物塘内水深、采用废弃石膏作为填料构建了新型复合水生生物塘, HRT=1.6 d条件下,复合水生生物塘出水总氮和总磷可分别保持在5 mg/L左右和 <1 mg/L,可达到 GB18918-2002 一级 B 排放标准。

关键词 高效藻类塘 水生生物塘 农村生活污水 脱氮除磷 强化

0 引言

近年来,太湖流域点源污染控制工程得到了有效的实施,但农村生活污水、农田径流和养殖污水成为太湖水体富营养化的主要污染物来源。考虑到农村的经济基础和管理水平的现状,应因地制宜的采用投资省,能耗低,管理简便的农村生活污水处理技术。

高效藻类塘 (High Rate Algae Pond, HRAP) 是由美国加州大学伯克利分校 Oswald 教授提出并发展的一种传统稳定塘的改进形式^[1-2]。HRAP 内存在的菌藻共生体系有着比一般稳定塘更加丰富的生物相,对有机物、氮和磷均有较好的去除效果。HRAP 出水中藻类含量较高,直接排入水体会引起受纳水体中藻类的过度生长,污染受纳水体。因此出现了其它诸多分离方法,如絮凝、气浮、离心及过滤等。Oswald 比较了几种藻类分离技术,认为水生生物塘通过遮阳、生物链抑制和物理沉淀三者协同作用去除水中藻类,替代离心和絮凝具有很强的优势^[3]。HRAP 在美国、法国、德国、南非、以色列等国都有应用^[4-5],在我国尚无应用实例,研究工作也处于起步阶段。

1 试验材料与方法

1.1 试验地点及装置

试验地点位于江苏省宜兴市大浦镇洋渚村内。洋渚村距太湖西岸 1.5 km。

试验装置如图 1 所示。设置管网收集各农户的生活污水,自流进入化粪池,由潜污泵提升污水依次经过一级 HRAP、二级 HRAP,净化后污水流经水生植

物塘,分离水中的藻类,最后排放。化粪池有效容积为16 m³,每级 HRAP 长16 m,宽5 m,池子中间设挡水墙将其分隔为循环廊道,水深0.50 m,由潜流推进器推动水流以0.35 m/s的速度在塘内流动;水生生物塘水深1 m,有效容积为20 m³。

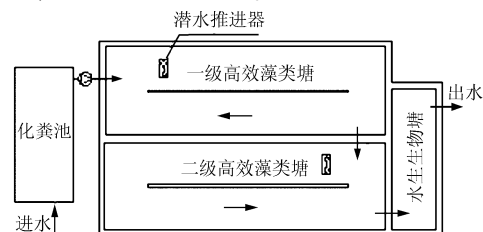


图1 试验装置及工艺流程图

1.2 试验水质

试验水质见表 1。污水中氮浓度比一般的城市污水高。

表 1 试验进水水质 mg/L (pH 除外)

COD _C	氨氮	总氮	磷酸盐	总磷	pH	SS
117.6~1546	1.85~108.3	17.13~133.2	1.12~5.72	1.31~9.01	7.02~8.50	10.2~120

1.3 试验方法

连续流运行,进水时间为 6:00—18:00,晚上停止进水,出水方式为溢流式,根据水力停留时间确定进水量。稳定运行期间一级、二级 HRAP 的停留时间分别为8 d,水生生物塘停留时间为4 d。

水质检测项目有 pH、溶解氧、COD_C、氨氮、总氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、总磷、正磷酸盐、叶绿素 a (Chl-a) 等^[6],采样频率为每周 1~2 次。每次取样均在上午 9:30 进行且采样点固定。

^{*}国家高技术研究发展(863)项目(2002AA601012)

1.4 系统的启动

采用生活污水直接培养藻类,将化粪池中污水抽入一级 HRAP,至水深为0.5 m,开动潜流推进器使塘中污水平均流速为0.35 m/s。培养初期,一级 HRAP 无进水和出水。第2天塘内混合液出现微绿色,开始少量进水,第3天塘内即呈现浓绿色,藻类培养结束。

2 试验结果与讨论

2.1 普通高效藻类塘系统试验结果与讨论

2.1.1 试验结果

表2为普通 HRAP 系统处理太湖地区农村污水的效果。试验时间为11月至次年9月。两级 HRAP 的 HRT 分别为8 d,水生生物塘 HRT 为4 d。表中 HRAP 系统的进水为化粪池出水。

表2 HRAP 系统处理农村污水试验结果

指标	HRAP 进水	一级 HRAP 出水	二级 HRAP 出水	水生塘出水	总去除率/%
COD _{Cr} (DCOD _{Cr})	289.4 ±20.1 (186.9)	243.2 ±21.5 (87.45)	244.1 ±15.8 (73.87)	110.9 ±10.2 (70.52)	61.7 %
TN (DTN)	76.75 ±22.88 (69.57)	60.76 ±16.22 (51.01)	54.19 ±13.55 (45.17)	40.96 ±4.58 (37.91)	46.6 %
氨氮	64.43 ±20.80	16.83 ±15.74	5.43 ±8.34	6.19 ±2.15	90.4 %
硝态氮	1.31 ±0.74	30.61 ±12.73	37.34 ±11.76	29.04 ±5.15	—
TP (DTP)	5.18 ±1.29 (4.15)	4.35 ±0.63 (2.89)	4.05 ±0.71 (2.54)	3.33 ±0.29 (3.12)	35.7 %
PO ₄ ³⁻ -P	3.97 ±0.95	2.79 ±0.49	2.42 ±0.66	2.93 ±0.21	26.2 %

2.1.2 有机物的去除

由表2可知,HRAP 系统对 COD_{Cr} 具有较好的去除效果,COD_{Cr} 的全年去除效率为61.7%,COD_{Cr} 的去除主要集中在化粪池和水生生物塘;虽然两级 HRAP 对 COD_{Cr} 的去除效果不明显,但溶解性 COD_{Cr} (DCOD_{Cr}) 的去除效果很好,可达60%。这说明 HRAP 将化粪池出水中的 DCOD_{Cr} 大量转化为悬浮性 COD_{Cr} (藻类),从而使水生生物塘通过物理沉淀作用实现了 COD_{Cr} 的有效去除。水生生物塘出水 COD_{Cr} 受 SS 干扰,但水生生物塘出水 DCOD_{Cr} 四季均维持在70 mg/L 左右,可对出水进一步去除 SS (藻类为主),达到城镇污水处理厂二级排放标准(100 mg/L)。

2.1.3 氮的降解和转化

由表2可知,HRAP 系统全年对总氮的去除效率为46.6%。总氮的去除主要集中在一级 HRAP 和 水生生物塘,溶解性总氮(DTN)的去除主要集中在一级 HRAP,与 COD_{Cr} 的去除规律相似,一级 HRAP 将化粪池出水中的 DTN 通过藻类同化为颗粒氮,在水生生物塘中通过沉淀作用去除总氮。水生生物塘出水总氮浓度全年平均值为40.96 mg/L,距城镇污水处理厂排放二级标准尚有差距。

两级 HRAP 对氨氮具有很高的处理效率。除冬季外,二级 HRAP 出水氨氮浓度基本在5 mg/L 以下,HRAP 系统全年对氨氮去除效率为90.4%。水生生物塘出水氨氮浓度略有升高,这是由于水生生物塘水深达1 m,具有兼性塘的特征,会存在缺氧、厌氧层,当水温较高时,水生生物塘底部藻类残骸的分解会释放氨氮。

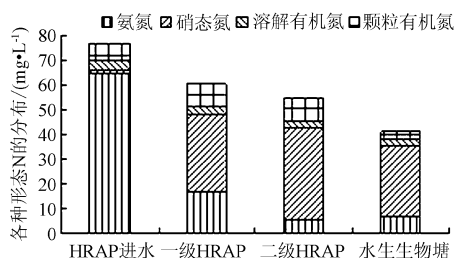


图2 HRAP 系统进出水 TN 组成沿程变化

图2为 HRAP 系统进出水的不同形态氮分布情况。可以看出,经化粪池处理后的出水总氮中以溶解态的氨氮为主,氨氮全年平均值占总氮年均的84%。两级 HRAP 出水中主要表现为氨氮的减少和硝态氮的增加,说明两级 HRAP 出现较为显著的硝化现象。研究者对 HRAP 内是否存在硝化反应的结论不大一致。B. Picot^[4]等通过试验分析得到 HRAP 内 NO₂⁻-N 和 NO₃⁻-N 浓度很低,认为硝化作用可以忽略不计;McLean^[7]则认为形成菌藻体膜能提高稳定塘内硝化反应的速率。本试验中发现存在明显的硝化反应,且硝化反应是系统内氨氮去除的主要途径。本试验中,两级 HRAP 的 DO 浓度均在1.8 mg/L (出现在晚间)以上,最高 DO 可达9~12 mg/L,pH 在7.0~9.5,提供了硝化反应的必要条件。

氨氮除被硝化以及被藻类吸收转化为颗粒有机氮外,仍有一部分被去除。这部分氨氮便是 HRAP 总氮去除的根源所在。HRAP 对总氮的去除存在直接作用和间接作用两个过程。直接作用是藻类对氨氮的同化吸收,将氨氮转化为颗粒有机氮,由于 HRAP 中混合液处于流动状态(平均流速0.35 m/s),粒径较小的颗粒有机氮随出水进入后续处理设施,粒径较大

的颗粒有机氮在流速较慢的区域会发生沉降得以去除。间接作用是指藻类大量繁殖致使塘内 pH 升高,从而促使氨氮以气态形式挥发。此外,由于反应器规模较大,系统中可能存在的局部缺氧区域,有发生反硝化反应的可能,也是总氮去除的可能途径。

硝态氮浓度在水生生物塘中明显降低,在氨氮充足的情况下,植物优先利用氨氮作为氮源,因此,硝态氮的减少主要由反硝化引起。但反硝化作用在水生生物塘中并不彻底,出水总氮中仍有 70.9 % 为硝态氮。水生生物塘对总氮的去除量主要源于颗粒有机氮和硝态氮的反硝化,颗粒有机氮的减少是藻类在水生生物塘中沉淀去除的反映。

2.1.4 磷的去除

总磷的全年平均去除率为 35.7 %,主要在化粪池、一级 HRAP 和水生生物塘去除;溶解性总磷(DTP)主要在一级 HRAP 去除。水生生物塘出水总磷浓度全年平均值为 3.33 mg/L,距城镇污水处理厂排放二级标准略有差距。

图 3 为 HRAP 系统进出水的不同形态 P 分布情况。由图可知,一级 HRAP 进水(即化粪池出水)总磷以磷酸盐为主,占总磷浓度的 76.6 %。一级 HRAP 出水表现为磷酸盐的减少和颗粒磷的增加;二级 HRAP 出水各种形态 P 的变化与一级相同。两级 HRAP 对总磷的去除机理包括:藻类同化吸收磷酸盐,将磷酸盐转化为颗粒有机磷,吸收量主要取决于 HRAP 中的藻类浓度,颗粒有机磷可在水生生物塘内沉淀去除;高 pH 下磷酸盐与 Ca^{2+} 等离子体的化学沉淀^[4,8]。藻类大量繁殖致使塘内白天 pH 升高,从而促使磷酸盐与 Ca^{2+} 等形成沉淀,该化学沉淀主要取决于 Ca^{2+} 浓度和 pH 的大小。上述颗粒有机磷和化学磷沉淀中的部分沉淀物在塘内流速较慢的区域会发生沉降后得以去除。

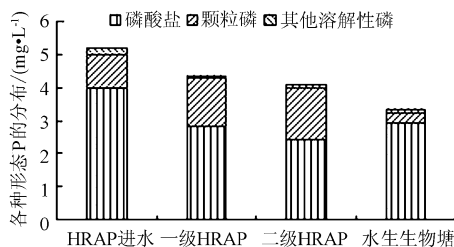
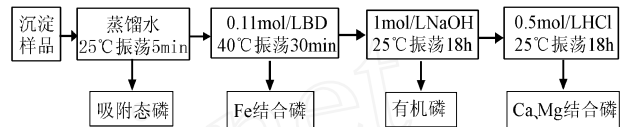


图3 HRAP系统进出水TP组成沿程变化

多数研究者认为 HRAP 中磷酸盐通过化学沉淀的去除作用较藻类同化吸收更重要^[9-10]。本研究对

HRAP 沉淀中磷形态进行分级测定,观察磷形态组成,测定方法^[11-12]如图4。试验结果表明,两级 HRAP 沉淀磷中有机磷比例为 50 % ~ 53 %,钙镁无机磷为 20 % ~ 27 %,吸附磷为 9 % ~ 14 %,铁结合磷为 10 % ~ 14 %。从上述分析可知,HRAP 在总磷的去除中以藻类等颗粒有机磷的沉降为主。



0.11 mol/L BD 即 0.11 mol/L NaHCO_3 + 0.11 mol/L $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 。

图4 沉淀磷形态分析连续分级浸提法

水生生物塘对总磷的去除量主要源于颗粒磷的减少量大于磷酸盐浓度的增加量。颗粒磷的减少由藻类在塘中沉淀引起。

2.2 强化水生生物塘脱氮除磷效果的措施分析

上述研究表明,水生生物塘内系统硝态氮、磷酸盐分别占出水总氮、总磷的 70.9 % 和 88 %。因此,进一步强化水生生物塘的硝态氮和磷酸盐去除功能是关键。现有的水生生物塘主要功能为分离 HRAP 出水中的藻类,由于塘深 1.0 m,除底泥和水花生的根区外,供细菌附着的表面积较小,接触面积有限。可通过减小水深,使水花生的根系达到池底,增加相对接触面积;并在塘底布置对磷处理效率较高的填料,为反硝化细菌等微生物提供生长环境,降低系统出水中的磷酸盐浓度,达到同时强化氮、磷去除效果。

结合上述分析,建造了一套复合水生生物塘。如图5所示,长、宽、高分别为 1.0、0.5、0.5 m,塘内种植水花生和浮萍。在水生生物塘底部投放 0.1 m 高石膏作为填料,填料粒径为 3 ~ 5 cm,投放填料后水生生物塘有效水深约为 0.3 m,有效容积约 0.143 m^3 。水生生物塘进水口设在水下 0.3 m。

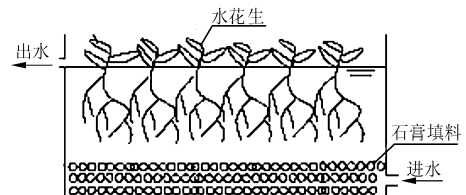


图5 复合水生生物塘装置示意图

2.3 复合水生生物塘脱氮除磷试验结果与讨论

复合水生生物塘(HRT = 1.6 d)氮去除效果见图6。由图可知,进水总氮为 19.0 ~ 37.5 mg/L,复合水生生物塘出水总氮浓度基本保持在 5 mg/L 左右,平均浓度为 4.75 mg/L,平均去除率为 82.6 %,低于国家城

镇污水处理厂排放一级 A 标准。进出水氨氮和 $\text{NO}_2^- \text{-N}$ 浓度均维持在较低水平且变化不大, $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 浓度出现了较大幅度的减少, 去除率达到 93.2%。分析认为, 减少水深和设置填料为反硝化细菌提供了较大的附着面积, 增加了细菌与污水的相对接触面积, 使得反硝化作用得到一定程度的强化, $\text{NO}_3^- \text{-N}$ 浓度的大幅减小。

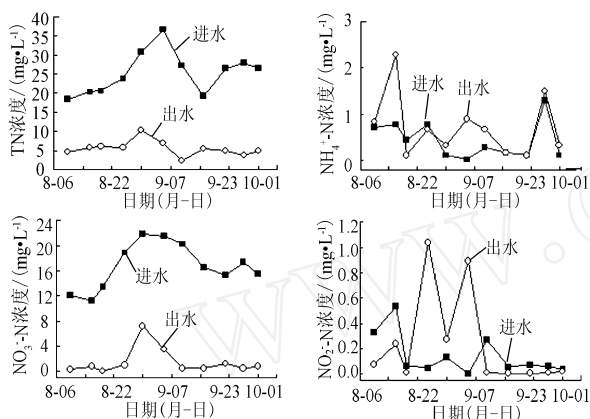


图6 复合水生生物塘氮去除效果

复合水生生物塘总磷和磷酸盐处理效果见图7。由图可知, 进水总磷 1.7~4.7 mg/L, 水生生物塘出水总磷平均浓度为0.67 mg/L, 平均去除率达到 79.5%, 达到了城镇污水处理厂排放一级标准。水生生物塘出水磷酸盐平均浓度为0.44 mg/L, 磷酸盐平均去除率为 77.9%。水生生物塘总磷的减少主要来源于磷酸盐和颗粒有机磷的大幅减少, 其中颗粒有机磷的减少主要是沉淀; 石膏填料的设置强化了磷酸盐化学沉淀, 总体表现出很好的磷酸盐去除效果。

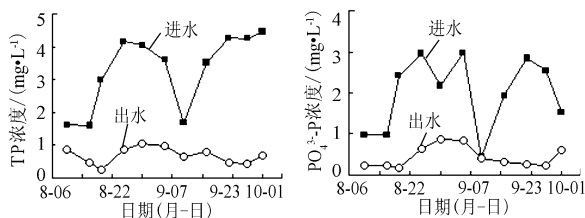


图7 复合水生生物塘磷去除效果

3 结论

(1) 采用 HRAP 系统处理太湖地区农村污水, HRAP 和 水生生物塘 HRT 分别为 8 d 和 4 d, 进水 COD_{Cr} 为 117~1 546 mg/L, 出水中溶解态 COD_{Cr} 的平均浓度全年 < 100 mg/L。

(2) HRAP 系统对总氮和氨氮的全年平均去除效率分别为 46.6% 和 90.4%。两级 HRAP 内氨氮的去除途径主要包括生物同化、氨氮的挥发和硝化作用等。水生生物塘对总氮的去除量主要源于颗粒有机

氮和硝态氮的减少。

(3) 进水总磷为 1.7~17.1 mg/L, 水生生物塘出水总磷浓度全年平均值为 3.33 mg/L。总磷的去除中以藻类同化吸收为颗粒有机磷并通过沉降去除为主, 化学居其次。

(4) 通过降低水生生物塘内水深、采用废弃石膏作为填料构建新型复合水生生物塘, HRT=1.6 d 条件下, 复合水生生物塘出水总氮和总磷可保持在 5 mg/L 左右和 1 mg/L 以下, 平均去除率为 82.6% 和 79.5%。复合水生生物塘的强化脱氮除磷效果显著。

参考文献

- [1] Gmez E, Casellas C, Picot B. Ammonia elimination processes in stabilization and high-rate algae pond systems. *Wat. Sci. Tech.*, 1995, 31 (7): 303-312
- [2] Picot B, Mersidik S, Casellas C. Using diurnal variations in a high rate algal pond for management pattern. *Wat. Sci. Tech.*, 1993, 28 (10): 169-175
- [3] Oswald W J. *Micro-algae and wastewater treatment*. Britian: Cambridge University Press, 1988: 304-328
- [4] Picot B. Nutrient removal by high rate pond system in a mediterranean climate (France). *Wat. Sci. Tech.*, 1991 (23): 1535-1541
- [5] Bühr H O, Miller S B. A dynamic model of the high-rate algal-bacterial wastewater treatment pond. *Wat. Res.*, 1983 (17): 29-37
- [6] 国家环保局《水和废水监测分析方法》编委会. 水和废水监测分析方法. 第四版. 北京: 中国环境科学出版社, 2002
- [7] Mclean B M, Baskaran K, Connor M A. The use of algal-bacterial biofilms to enhance nitrification rates in lagoons: experience under laboratory and pilot-scale conditions. *Wat. Sci. Tech.*, 2000, 42 (10-11): 187-194
- [8] Nurdogan Y, Oswald W J. Enhanced nutrient removal in high-rate ponds. *Wat. Sci. Tech.*, 1995, 31 (12): 33-43
- [9] Mbutin T, Gal J Y, Halouani H El, et al. Decrease of phosphate concentration in a high rate pond by precipitation of calcium phosphate: theoretical and experimental Results. *Wat. Res.*, 1992, 26 (11): 1445-1450
- [10] Garc í J, Hern ández-Marín ÉM, Mujeriego R. Analysis of key variables controlling phosphorus removal in high rate oxidation ponds provided with clarifiers. *Water SA*, 2002, 28 (1): 55-62
- [11] Röske I, Schönborn C. Interaction between chemical and advanced biological phosphorus elimination. *Wat. Res.*, 1994, 28 (5): 1103-1109
- [12] Uhlmann D, Röske I, Hupfer M, et al. A simple method to distinguish between polyphosphate and other phosphate fractions of activated sludge. *Wat. Res.*, 1990, 24 (11): 1355-1360

作者通信处 黄翔峰 200092 上海市四平路 1239 号 同济大学环境科学与工程学院
电话 (021) 65982592(O)
E-mail hxf@mail.tongji.edu.cn

2007-08-07 收稿

ENHANCEMENT OF NUTRIENT REMOVAL FROM DOMESTIC WASTEWATER WITH HRAP IN RURAL AREAS *Huang Xiangfeng He Shaolin Chen Guang et al (7)*

Abstract In this paper , enhancement of nutrient removal from domestic wastewater was studied in a high-rate algal pond system (HRAP) in rural area of Taihu. At HRT of 8d and 4d for algal pond and hydrophyte pond respectively , dissolved COD_G in the treated effluent was below 100 mg/L. The annual average removal efficiency was 46.6 % for total nitrogen and 90.4 % for ammonia. The major removal mechanism for ammonia removal in two-stage HRAP was biological assimilation , nitrification and ammonia evaporation , among which nitrification dominated. In hydrophyte pond , total nitrogen was mainly removed through precipitation of particular organic nitrogen and denitrification of inorganic nitrogen. The annual average of effluent phosphorus was 3.33 mg/L. Aimed at unsatisfactory nutrient removal in HRAP system , enhancement strategies were proposed , such as lowering the water depth in hydrophyte pond and using waste gypsum as planting medium to construct complex hydrophyte pond. After the modification , the HRT of hydrophyte pond was reduced to 1.6d while total nitrogen and phosphorus in the treated effluent was maintained below 5 mg/L and 1 mg/L respectively , which met the first class of national wastewater discharge limit (GB18918-2002) .

Keywords high-rate algal pond , hydrophyte pond , domestic wastewater in rural areas , nutrient removal and enhancement

EXPERIMENT ON DENITRIFYING PHOSPHORUS REMOVAL FROM LOW CARBON SOURCE URBAN WASTEWATER *Rong Hongwei Peng Yongzhen Zhang Chaosheng (11)*

Abstract An innovative anaerobic-aerobic-anoxic-aerobic sequencing batch biofilm reactor ((AO)₂-SBBR) was developed by introducing an anoxic phase in the anaerobic-aerobic sequencing batch biofilm reactor ((AO)-SBBR) based on the theory of denitrifying phosphorus removal in the experiment. The proportion of denitrifying phosphorus removal bacteria (DPB) increased from 14.82 % to 63.04 % of total PAOs by four stages of selection and domestication. When the concentration of COD_G , TP , TN and NH_4^+ -N of influent was 156.41 , 4.64 , 33.08 and 30.64 mg/L respectively , the concentration of TP , TN and NH_4^+ -N of effluent was 1.06 , 17.55 and 4.32 mg/L. The efficiency of TP , TN and NH_4^+ -N removal was alternatively 77.15 % , 46.94 % and 85.9 % . The (AO)₂-SBBR process was effective to solve the affect of low COD_G concentration on simultaneous biological phosphorus and nitrogen removal from urban wastewater.

Keywords low carbon source urban wastewater , simultaneous biological phosphorus and nitrogen removal , denitrifying phosphorus removal and (AO)₂-SBBR process

RAPID START OF AEROBIC GRANULAR SLUDGE REACTOR WITH INTERMITTENT PHOSPHORUS REMOVAL *Gao Jingfeng Guo Jianqiu Bi Huanyu et al (15)*

Abstract The real domestic wastewater was treated in SBR under alternate anaerobic/aerobic conditions. The effect of decreasing settling time on the formation of aerobic granular sludge (AGS) for phosphorus removal was investigated. Small AGS appeared when the settling time was 6 min ; the settling time was changed to 4 min after 6d , at the same time , the AGS was mature. It spent 28d to cultivate AGS for phosphorus removal after the settling time was gradually decreased. The average effluent phosphorus concentration was 0.92 mg/L , maximum value was 3.34 mg/L and minimum value was 0 mg/L. There were lots of epistylis rotans around the AGS. The diameter percentage of the granules between 0.0 ~ 0.3 mm , 0.3 ~ 0.6 mm and > 0.6 mm was 44.88 % , 51.61 % and 3.51 % respectively , the floc-like activated sludge and AGS coexisted. The control of alternate anaerobic/aerobic conditions made the phosphorus removal AGS more compact than short-cut nitrifying AGS and this method is favorable for the stable maintenance of AGS. The results show that under the selective pressure of settling time , aerobic sludge granulation can be divided into three phases : selection of good settling zoogloea , self-aggregation and maturation.

Keywords phosphorus removal , aerobic granular sludge , real domestic wastewater , rapid start-up and settling time

STUDY ON THE EFFECT AND MECHANISM OF pH AND AERATION ON IRON-CARBON REDUCTION PRETREATMENT OF NITROBENZENE WASTEWATER *Dai Peng (18)*

Abstract The mechanism was investigated , which indicated the effect of pH and aeration on iron-carbon reduction treatment for nitrobenzene wastewater. Result of this research proved that pH was an important parameter on iron-carbon reduction. Suitable aeration could enhance the result of iron-carbon reduction effectively. Under the conditions of pH 2 ~ 4 and aeration 1.50 m³/(m² · h) , the COD_G removal rate of nitrobenzene wastewater was 50 % ~ 60 % , the removal rate of nitrobenzene concentration was as high as 90 % , and the B/C ratio enhanced from lower than 0.1 to 0.40.

Keywords nitrobenzene wastewater , aeration and iron-carbon reduction

COMPARATIVE TEST ON THE START-UP OF TWO KINDS PACKING MATERIALS IN BIOLOGICAL AERATED FILTER *Zeng Zhengzhong Wang Houcheng Li Bo et al (21)*

Abstract Fly-ash cellular granule and zeolite granule were tested on their start-up in the same conditions. The test results showed that the start-up speed of the fly-ash cellular granule was similar with the zeolite media , and the removal rate of COD_G (60 %) was slightly higher than the zeolite biofilm (55 %) in the end , but the NH_4^+ -N removal rate of the zeolite biofilm was higher than the fly-ash cellular granule , up to about 70 % .

Keywords packing materials , biological aerated filter , zeolite and fly-ash cellular granule

BIOLOGICAL NITROGEN AND PHOSPHORUS REMOVAL IN NEW SEQUENCING BATCH BIOFILM REACTOR SYSTEM *Jiang Shanquan Xiao Haiwen Zhai Jun et al (24)*

Abstract A new sequencing batch biofilm reactor (SBBR) was used to treat real domestic wastewater. The characteristics of simultaneous nitrification and denitrification and removal phosphorus of sequencing batch biofilm reactor (SBBR) in treating domestic sewage under the condition of anaerobic/anoxic process were studied. Results from the studies were presented that under the optimization situation of treating process , effluent