# Study on Hydraulic Characteristics of Unequal Interval Opposite Folded Plate Anaerobic Baffled Reactor

**SONG Tie-hong, HAN Xiang-kui**
*School of Municipal and Environmental Engineering, Jilin Architectural and civil Engineering, Changchun, China*
*songtiehong2002@163.com*

**Abstract:** Traditional Anaerobic Baffled Reactor（ABR）make wastewater in the reactor up and down along the baffle to flow by a series of vertical baffles installed, it seem to be seen as a series of multiple UASB in the structure, it possess mainly in fast-growing bacteria In the ABR reactor chamber in front of the grid, which due to bear the high substrate concentration and low pH values; and the other than Slow degrading bacteria mainly grow in the substrate concentration is low and high pH, the room behind the grid. However, distribution rule of acid bacteria and methanogenic bacteria have relation to reactor operating conditions in the actual wastewater treatment. This test made unequal interval opposite folded plate anaerobic baffled reactor which in order to optimize conventional ABR in each room type and activity of bacteria and to play the advantages of ABR Reactor. It achieves a good hydraulic condition, improve conditions of mass transfer between microbe and stroma and avoid the accumulation of organic acids. The purpose of testing is to study the non-isometric is o-wave composite baffled anaerobic reactor for domestic wastewater in the organic matter, ammonia nitrogen and total phosphorus removal capacity, and the reactor efficiency analysis.

**Keywords:** Folded plate; Anaerobic Baffled Reactor; Low concentrations of sewage treatment; Mechanism

# 不等距异波复合厌氧折流板反应器处理污水试验研究

**宋铁红，韩相奎**
吉林建筑工程学院市政与环境工程学院，长春，中国，130021
songtiehong2002@163.com

**摘　要**：传统厌氧折流板反应器（ABR）是在反应器使用一系列垂直安装的折流板使被处理的废水在反应器内沿折流板作上下流动，在构造上可以看成是多个 UASB 的串联，按废水流经反应器的过程而言，通常认为在 ABR 反应器的前面格室，因承受高基质浓度和低 pH 值，主要以快速生长菌为主；而慢速降解菌主要生长在基质浓度低和 pH 值较高的后面格室中，但在实际的废水处理中，产酸菌和产甲烷菌的分布规律与反应器的运行条件有关[1, 2]。为优化传统 ABR 中各室的菌种种类和活性，发挥 ABR 反应器的优点，本试验提出了不等距异波复合折流板厌氧反应器。通过改变反应器结构尺寸，实现了系统内良好的水力条件、改善了反应器中微生物与基质之间的传质条件、并有效地避免了有机酸积累。试验的目的是研究不等距异波复合折流板厌氧反应器对生活污水中有机物、氨氮及总磷的去除能力，并对反应器的高效性进行分析。

**关键词**：异波折板；厌氧折流板反应器；低浓度污水处理；机理

## 1 试验装置

试验装置包括高位水箱、蠕动泵、防曝气装置、反应器和连接装置（见图 1）。

试验反应装置由有机玻璃制成，反应器长 74cm，宽 10cm，有效高 90cm，保护高 10cm，有效容积 52.6L。不等距折板反应装置采用竖流式，折板夹角为 120º，波高为 2cm，共分为 4 室。第 1 室长 15cm；第 2 室长 5cm；第 3 室长 25cm；第 4 室长 25cm。用电热线缠绕在反应器外壁上加热保温，湿式温控仪控制温度，恒流泵控制流量；在每个室内上部二分之一处设置弹性立体填料。第 3、4 室加大的原因都在于降低流速，但第 3 室侧重于提

长春市科技局项目，合同编号：长科技合 2009092 号

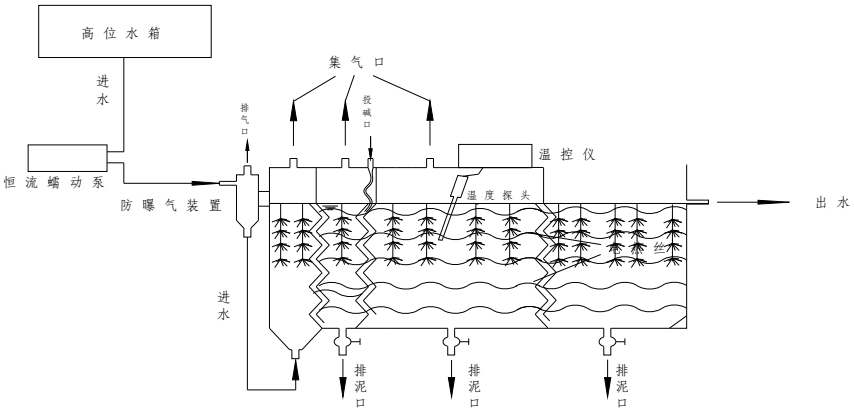


**图 1 反应装置示意图**

高传质效率，而第 4 室则强调提高泥水分离效率。

## 2 试验用水和检测方法

试验原水采用淀粉稀释配制，进水浓度控制在 COD 为 1000mg/L。为避免腐败每天配制两次，由高位水箱供水，通过转子流量计控制进水流量。接种污泥取自长春大成玉米深加工有限公司污水处理车间的 UASB 池。本试验采用具有同类型进水的条件下快速挂膜，表面形成良好的丝状结构，以利于厌氧菌的附着生长，从而达到快速启动的目的[3] 。各格室污泥所装的量为各容积的 1/2，污泥浓度为 15800mg/L。 经过两周的时间，反应器 COD 去除率基本接近 80%且运行稳定。本试验均采用国家标准检测法[4] 3 试验结果与分析

### 3.1 水力停留时间与 COD 去除率的关系

本试验自启动完成后，进水 COD 首先控制在 1000mg/L 左右，调整 HRT，运行时 HRT 逐渐减小，即为 12-10-8-6-4 的方式，每个 HRT 情况下运行 7d，不同 HRT 之间调整 2d，共运行约 2 个月图 2 为不同水力停留时间的 COD 的去除效果。

由图 2 可见，水力停留时间愈长，COD 去除率愈大。当水力停留时间大于 6 h 时，出水 COD 小于 100 mg/L。若再减小 HRT，则 COD 去除率变小，该去除率骤然变小的原因是其容积负荷过大，多次测定结果表明，其最大容积负荷为 6.7（kgCOD/m3d）。但无畏增加停留时间并不经济，虽然 COD 去除率增大了，但整个系统的反应容积会增加。在此试验条件下，对于低浓度废水，反应大部分会在短时间内完成，整个污水系统的 COD 去除率也是很高的。

### 3.2 进水浓度与去除率的关系

将 HRT 控制在 6 h 的条件下，调整进水 COD 浓度，运行时 COD 浓度逐渐减小，即为 1000-900-800-700-600-500 mg/L，每个 COD 浓度条件下运行 7 d，不同 COD 之间调整 2 d，共运行约 2 个月。图 3 为有

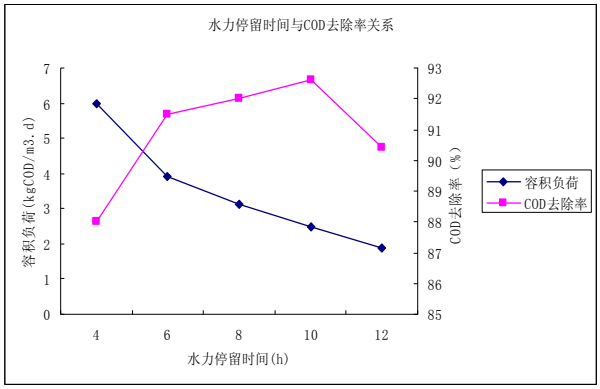


**图 2 水力停留时间与 COD 去除率关系**

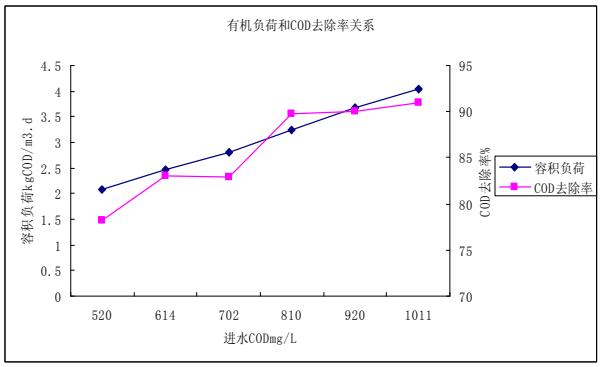


**图 3 有机负荷和 COD 去除率关系**

机负荷与 COD 去除率的关系

从图 2 可以看出，将 HRT 控制在 6 h，COD 浓度为 1000 ~500mg/L 时，出水均可达 50~100mg/L 以下，COD 去除率在 85%~95%之间。每调整一个浓度时，系统会出现波动，但经过很短的时间就能恢复，显示出良好的抗冲击能力。

### 3.3 不同 HRT 时出水碳酸氢盐碱度值


978-1-935068-16-7 © 2010 SciRes.

图 4 为不同 HRT 时出水碳酸氢盐碱度测定值。由图 4 可见，在水力停留时间少于 8h 时，出水碱度逐渐

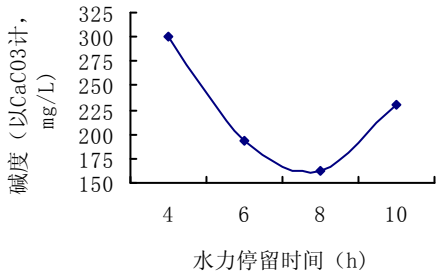


**图 4 不同 HRT 时出水碳酸氢盐碱度值**

降低，当水力停留时间达到 10h 时，有所回升。这是因为产甲烷菌的世代周期较长，当水力停留时间较短时，厌氧反应器中，系统内甲烷化速率较低，致使系统内所产生的有机酸得不到及时降解。而当水力停留时间延长到 10h 时，甲烷化速率有所增加，使系统的碱度有所回升。这也是当水力停留时间延长到 10h 时，该厌氧反应器处理效率较高的原因。

### 3.4 与传统 ABR 对比研究

为了进一步探讨反应器的效能，对不等距异波厌氧反应器与前期课题（等距异波厌氧反应器）进行了对比分析，在不同 HRT 时，出水 COD 去除率对比如图 5 所示。由图 5 可见，不等距厌氧反应器的 COD 去除效率更高。这说明适当加大反映器后段的容积可以有效改善甲烷段的 pH 值，可以避免有机酸积累[5]。因此，可以使该厌氧反应器处理效率提高。

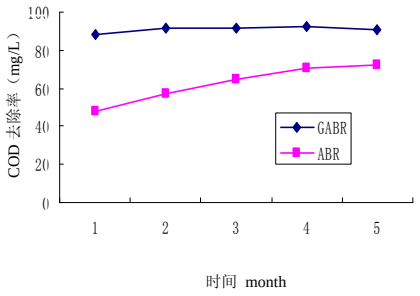


**图 5 GABR 与 ABR 对比**

## 4 高效性分析

笔者分析本反应器处理效率高的主要原因有三。首先，厌氧反应器所特有的异波折板结构可大大改善污水的水力条件。当污水以一定流速通过系统时，水流连续不断地在异波折板之间缩、放流动，必定产生湍流流态；它大大增加了分子扩散范围，也大大减小了扩散距离，从而使整个反应系统的传质效率显著提高[6,]。传质效率的显著提高必将消除和减弱生化反应速率中的限制性因素，从而显著提高生化反应速率，使反应器处理低浓度生活污水的功效得以强化。其次，酸化段和产甲烷段的合理配合，可防止有机酸的积累。使有机物迅速转化。由于本反应器是以传统 ABR 为基础，通过优化水力条件设计而成，故系统可维系较高的生物量；从而大大提高沿程各隔室酸化菌和产甲烷菌活性。高生物量和高微生物活性必将显著强化反应器的运行功效，从而大大提高系统在低温低浓度条件下的去除能力。

## 5 结论

（1）将厌氧反应器设计成不等距异波折板复合形式，可使反应系统的传质效率和生化反应速率显著提高。试验结果表明，进水 COD≤1000mg/L 时，反应器的最佳 HRT 为 6h，COD 平均去除率为 85.58%。

（2）通过改变反应器结构，将各格室设计成不等距形式。本反应器为 4 个格室，各室体积比例为 2：1：4：4。第 1 格室兼有去除悬浮物的作用，第 2 格室为产酸段，第 3、4 格室为产甲烷段，第 4 格室兼有二沉池的作用。

（3）通过采用动力学控制法 ,形成两相厌氧运行方式，反应器酸化段的 HRT 较短，甲烷段污泥 HRT 较长。这样，有效地避免有机酸在产甲烷相中的积累，保证在产甲烷相反应器中产甲烷菌占优势，以实现产酸细菌和产甲烷细菌的分离，从而达到相分离的目的。

## References (参考文献)

[1] Hu Ji-cui Zhou Mengjin Jian E-zuo,et al.Anaerobic wastewater treatment theory and techniques [M].Beijing :China Building Industry Press,2002.
胡纪萃，周孟津，左剑恶，等. 废水厌氧生物处理理论与技术[M]. 北京：中国建筑工业出版社, 2002.

[2] Nan-Qi Ren, Ai-Jie Wang. Anaerobic Biotechnology Principles and Applications [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2004. 83-106.
任南琪，王爱杰. 厌氧生物技术原理与应用[M]. 北京：化学工业出版社, 2004. 83-106.

[3] Razo-Flores E, Luijton M, Donlon BA, et al. Biodegradation of selected azo dye under methanogenic conditions [J]. Water Sci Technol, 1997, 36(6-7): 65-72.

[4] State Environmental Protection Administration. Water and Wastewater Monitoring Analysis Method [M]. Beijing: China Environmental Science Press, 1989.
国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法[M]. 北京：中国环境科学出版社, 1989.

[5] Zhang Zijie, Linrong Chen, Jin Ru Lin. Drainage Engineering [M]. Beijing: China Building Industry Press, 2000. 105-112.
张自杰，林荣忱，金儒霖. 排水工程[M].北京：中国建筑工业出版社, 2000. 105-112.

[6] Tan Tianen , Jin Yizhong. Mass transfer - the reaction process [M]. Hangzhou: Zhejiang University Press, 1990. 10-22.
谭天恩，金一中. 传质—反应过程[M]. 杭州：浙江大学出版社, 1990. 10-22.