



富营养化缓流水体生物膜工艺原位修复效能与强化措施

研究生：常玉龙；导师：朱洪涛 副教授

研究背景

- 富营养化缓流水体是指流动缓慢且出现富营养化现象的河流或湖泊等水体，具有自净能力差、复氧动力不足、自净化困难等特征。
- 浮岛技术是一种水体原位修复技术，因其具有应用灵活，造型美观等优点而得到较为迅速的发展，被广泛的应用于各类水体的修复及造景中。
- 现如今所使用的浮岛中，多采用联合强化曝气、生物膜净化、填料吸附拦截、植物吸收等多种技术以提高其净化效果，但大量学者的研究只要放在其整体的净化效果和植物的筛选及组合中，而对于其填料研究较少，而且，在该种浮岛工艺中，通常由于工艺参数控制不理想而使填料没有起到应有的作用。
- 针对该问题，开发了一种新型生物膜原位修复工艺，提高填料的利用率，并且增加净化效果。

研究方法

实验用水模拟南方富营养化水质

表1 模拟水样中各指标浓度

	COD	氨氮	总氮	总磷
浓度 (mg/L)	60-70	2.5-3	5.5-6	0.7-0.8

实验填料

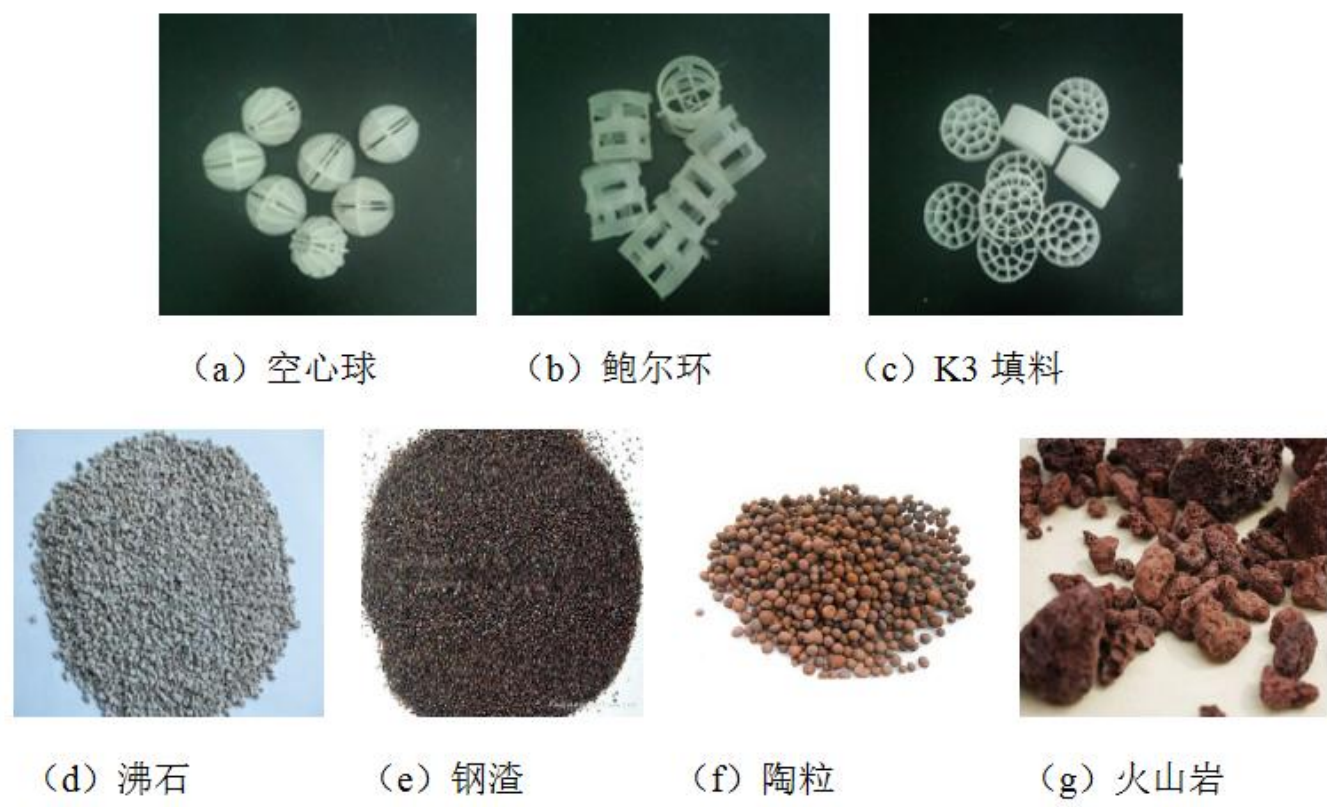


Fig.1 实验所用填料

实验装置

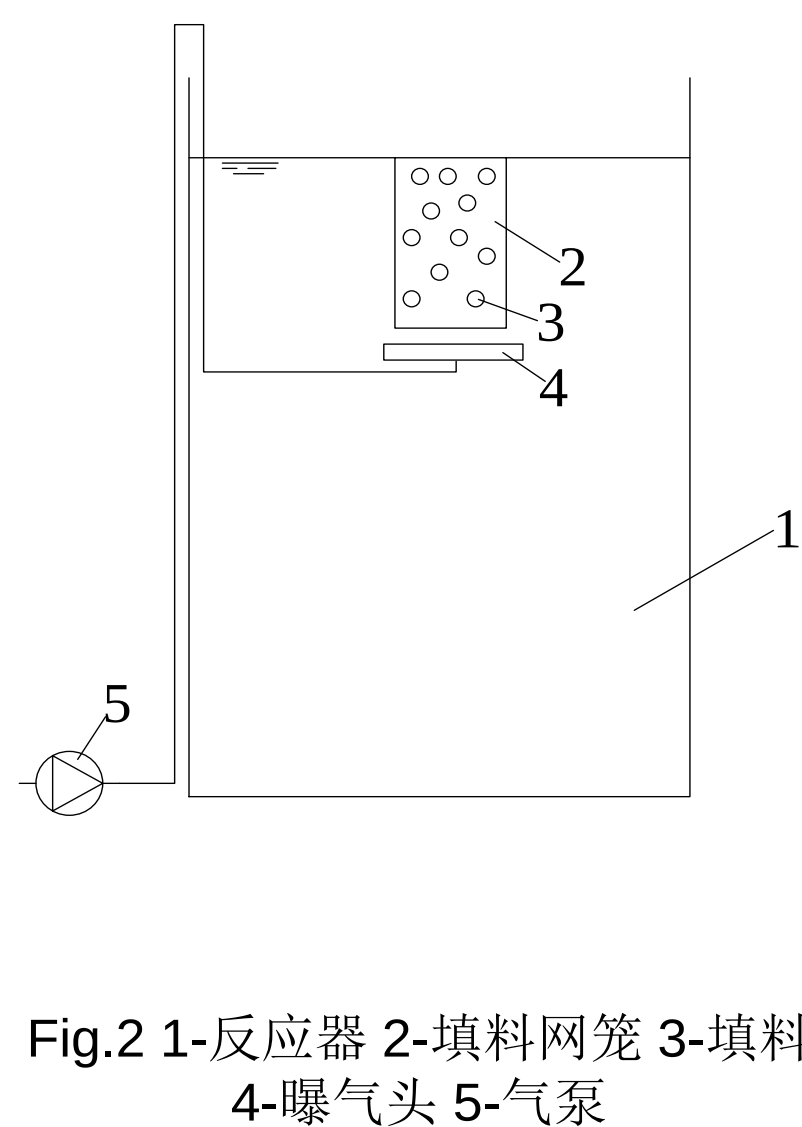


Fig.2 1-反应器 2-填料网笼 3-填料 4-曝气头 5-气泵

研究内容

- 新型曝气浮岛生物膜工艺的填料筛选与优化
包括：有机填料的筛选；无机填料筛选；组合填料的设计及优化
- OBF工艺性能的影响因素及原理
包括：部分工艺参数的优化；OBF工艺应用的研究
- OABF工艺性能的影响因素及原理
包括：部分工艺参数的优化；两种工艺的效果对比；辅以环流的OABF工艺净化效果研究
- 现场试验
包括：试验装置的设计制作；选址安装；长期运行的效果检验

结果与讨论

好氧生物膜工艺（OBF）和好氧-缺氧生物膜工艺（OBAF）研究

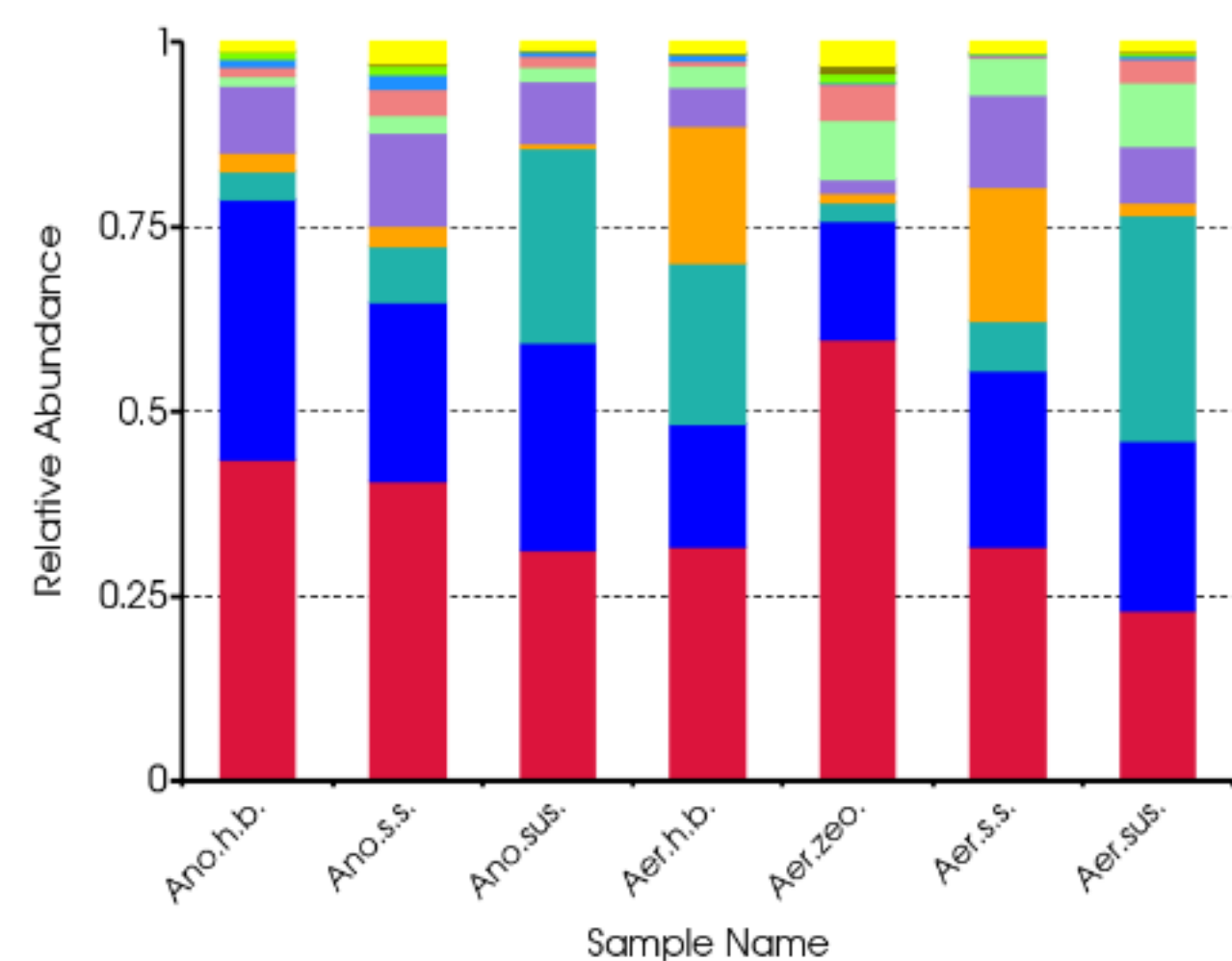


Fig.3 微生物群落分析

对于好氧-缺氧分区工艺中，分别制造两种适合不同菌群生长的环境，降低好氧与缺氧菌群的竞争，更有利于污染物的去除。

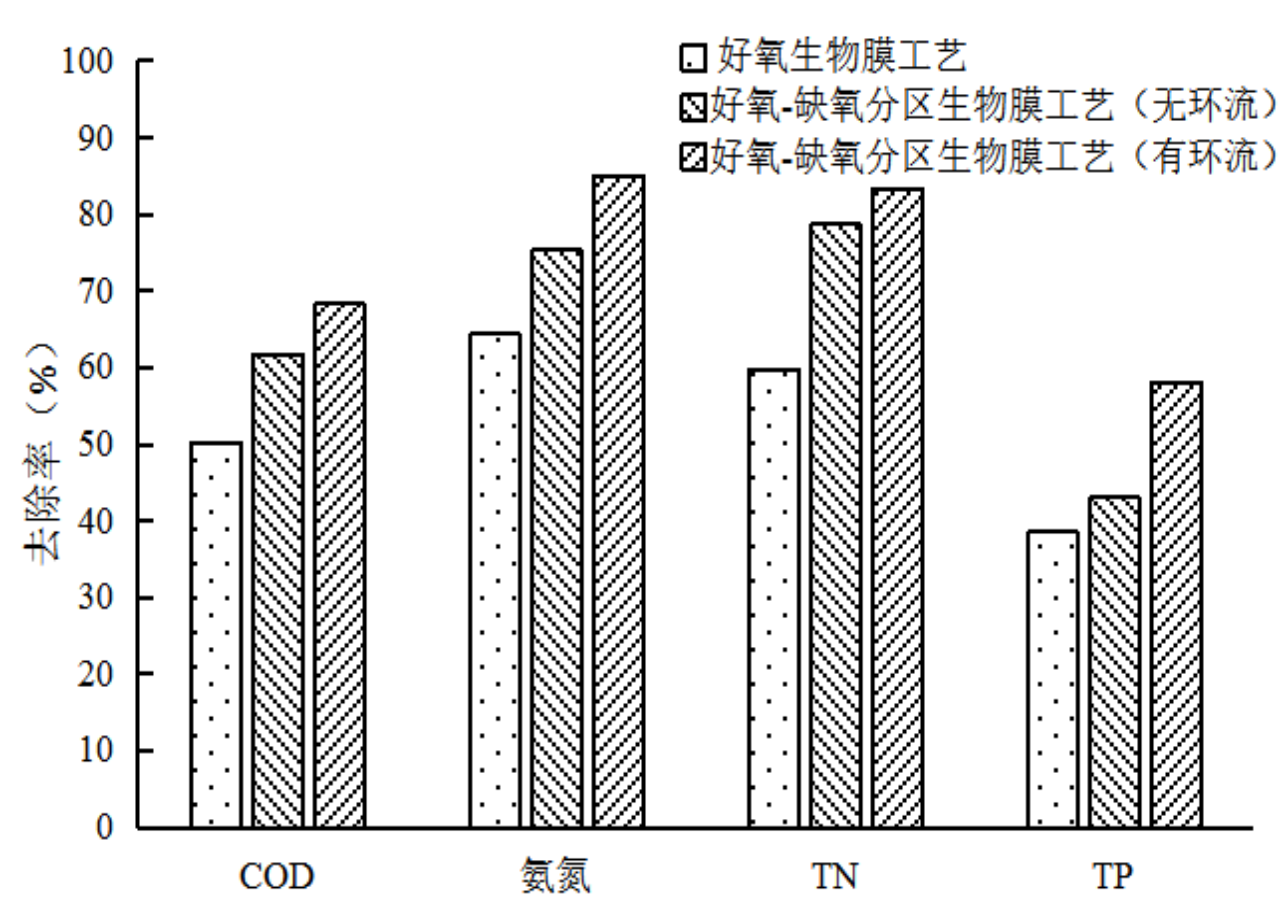


Fig.4 两种工艺净化效果对比

OABF工艺较OBF工艺提总氮去除率明显提高。OABF工艺辅以环流较无环流的OABF工艺总磷去除率明显提高

结论

- 有机填料的筛选优化试验得出空心球综合性能最优，但空心球对总磷的去除效果不理想。本文引入无机填料设计了一种组合填料。组合填料的优化实验结果显示，密度为1.2g/cm³的装填方式净化效果最好。
- 好氧生物膜工艺的参数优化实验证明，当HRT=1.4h，COD、氨氮、TN和TP的容积负荷分别为1100、47、54.1、11.8mg/(L·d)，填料的利用率较高。当HRT>1.8h，COD、氨氮、TN和TP的容积负荷分别不超过930、34.3、54.1、9.1mg/(L·d)，出水水质较好。
- 好氧-缺氧分区生物膜原位修复工艺并辅以环流对脱氮除磷的效果比好氧原位修复工艺有明显提高，分别提高22%和20%。
- 设计制作了太阳能曝气生物膜原位修复工艺装置，并将其安装于实验地点（宜兴市洑东村）。长期监测数据显示，该支流水质溶解氧有了显著提高，水质也得到了明显改善。

致谢

感谢国家重大水专项（课题编号2014ZX07305003）资助

取得的主要研究成果：

- 专利：《一种用于富营养化缓流水体原位净化的太阳能动力脱氮除磷生物箱阵列》（201510178850.5）
- 专利：《一种用于富营养化水体原位修复新型曝气浮岛的多功能组合填料》（201510868422.5）
- 常玉龙,朱洪涛,孙德智,张立秋.用于水体原位脱氮除磷的新型曝气浮岛填料的研究.环境工程学报.2016.

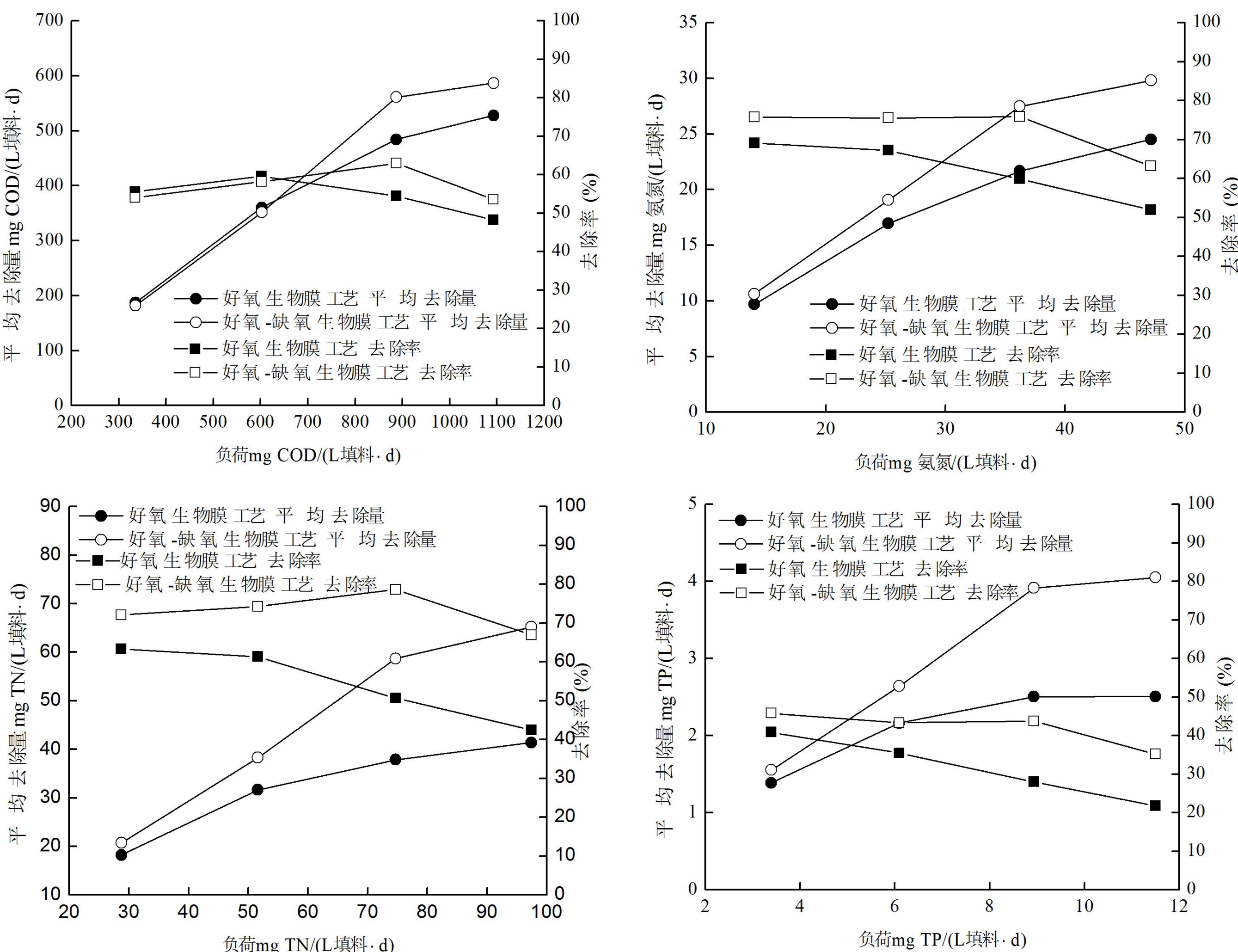


Fig.5 负荷对两种工艺的净化效果影响研究

采用OABF工艺，在一定程度上可以提高净化效果，高负荷下更明显。该工艺具有更高的抗冲击负荷能力和更高的填料利用率。对总磷和总氮的去除率有明显提高。



Fig.6 研发的新型生物膜原位修复装置

- 用此填料的浮岛其外层保护装置制作简单
- 每个填料自成系统，整体上填料不会分层
- 填料装填即为简单堆砌，方便操作，空间利用率高
- 浮子球和填料球扰动，水气混合均匀
- 浮力分散，不需另设浮体



Fig.7 研发的适用于新型曝气浮岛的概念填料的雏形

- 主要包括太阳能供能系统、主体功能区（填料区）、浮体及固定装置、曝气系统。
- 不依赖植物，管理方便
- 太阳能清洁能源，无二次污染
- 长期运行净化效果稳定
- 成本低，寿命长