

气浮分离式高效好氧生物流化反应器

主要完成单位：清华大学环境科学与工程系

主要完成人：施汉昌、张玉魁、范 芑、温沁雪、陈吕军、汪诚文、陈金奎、李瑞瑞



常州丽华污水处理站的生物流化反应器

这一研究成果解决了污水处理中高效好氧生物流化反应器发展中反应器的结构、流化机理、固液分离方法和生物载体等技术关键，突破了污水处理技术大型设备化的技术瓶颈，实现了反应器研究的跨越式发展，形成

了具有我国自主知识产权的大型高效好氧生物流化反应器。为我国的中小城镇污水处理和工业废水处理提供了重要的技术装备。

这一研究运用关键技术的创新研究与整体反应器的优化集成技术，创造性地提出了6项关键技术。(1)大型反应器的结构与流态研究：新型好氧反应器采用蜂窝式断面的反应器结构，以解决大型化中的结构稳定性和流化均匀性问题。(2)应用于生物流化反应器的高效分离技术：结合生物流化床的特点将气浮这种快速固液分离技术与反应器耦合，形成高效好氧生物反应器，并进行反应器固液分离区结构优化的研究。(3)优质微生物载体：研制轻质高强度陶粒载体和筛选有机合成载体来改善微生物的有效附着和降低启动流化的能耗。(4)单元化的自动控制技术：结合新型反应器的运行特点，采用模块化的自动控制系统，对反应器进行优化控制，并实现机电一体化。(5)好氧反应器的功能扩展技术：新型反应器将增设缺氧区，可进行水解和反硝化脱氮。同时在反应器中实施化学强化的生物除磷。(6)技术指南与工程示范：通过示范工程的实施在实际应用中实现反应器的系统设计、工艺特性优化、技术经济分析，并编写出新型反应器的技术指南。

这一研究在创造性地提出了6项关键技术得用时，将其合理地集成于整体反应器，在国际上首次成功地将气浮技术与生物流化床成功地耦合，从而形成了具有自主知识

产权的新型高效好氧生物流化反应器。研究中采用了大型计算流体力学软件FLUENT对反应器结构进行了模拟计算，采用生物反应动力学模拟获得优化的反应条件，采用现代微生物检测技术分析了载体上的微生物种群结构。以上先进手段的应用深入揭示了各种反应过程，全面把握最优化的设计与运行条件，一改以往对废水处理生物反应器研究中的“黑箱方法”，实现了高效好氧生物流化反应器的精准化研究。这种反应器的精准化研究方法将逐步成为我国污水处理生物反应器的主流研究方法。这一成果已获授权中国发明专利4项(ZL03 136616.3、ZL03 136615.5、ZL03 123800.9、ZL200510012190.X)。

应用推广情况：这一成果在全国已有6项实际工程投入运行，3项工程正在建设，5项工程正在设计之中，展现出良好的应用前景。在国家产业化专项支持下，在江苏一环集团公司形成了年产200台高效好氧生物流化反应器的生产能力。

项目主要完成人简介

施汉昌，工学博士，环境工程专业，清华大学环境科学与工程系教授。现任环境模拟与污染控制国家重点联合实验室主任。1982年毕业于清华大学土木与环境工程系。1989年至1990年在英国水研究中心作访问学者，1994在美国密西根大学作高级访问学者，2002年在加拿大Alberta大学作访问教授，2003年在美国Stanford大学作访问教授。他长期以从事水处理的理论与技术研究，在废水生物处理的反应器、反应动力学和生物传感器方面积累了丰富的研究成果和经验。目前，他担任国家863课题“高效好氧生物反应器研究”、“十五”科技攻关课题“小城镇污水处理高效生物流化复合反应器的研究开发”和国家自然科学基金课题“生物载体内部特性的测试与脱氮模型的研究”等课题的负责人。他的研究成果已经申请和被授权国家发明专利30余项，在国内外发表论文200余篇。他曾获教育部科技进步奖一等奖、二等奖各1项，教育部技术发明奖二等奖1项和北京市科技进步奖二等奖三等奖各1项。他曾获中国环境科学学会环境科学优秀科技工作者称号。他长期从事教学工作，多年来指导博士研究生12名、硕士研究生26名。