

活性炭催化臭氧深度处理发酵废水与现场成套中试装置除污染效能研究

研究生：赵冬霞；导师：张立秋 教授



研究背景

课题组前期采用生物处理对食品酵母废水进行处理，但出水中COD和色度仍较高，需要深度处理，其中，AC催化臭氧技术可提高对目标污染物的去除率而得到广泛关注。本研究先进行活性炭催化臭氧深度处理发酵废水的实验室小试实验，然后在小试基础上，进行现场成套中试试验。

研究内容

1. AC/O₃工艺深度处理发酵废水效能及影响因素；
2. AC/O₃工艺对二级生化出水中有机物的去除特性探究；
3. 中试装置设计及其对发酵废水的处理效能研究。

研究方法

深度处理小试实验用水

表1发酵废水经EGSB-MBR组合工艺处理后水质

指标	pH	COD(mg/L)	TOC(mg/L)	色度(度)	UV ₂₅₄ (cm ⁻¹)	BOD ₅ /COD
数值	6.5-7.5	345-360	170-185	1010-1030	0.425-0.445	0.104-0.445

深度处理小试实验所用催化剂及现场中试试验所用污泥

表2 厌氧和好氧接种污泥

项目	厌氧泥	好氧泥
SS (g/L)	4.5	7.6
VSS (g/L)	2.7	6.5
VSS/SS	0.59	0.67
性状	黑色，絮状	棕色，絮状

表3 AC和SAC的理化特性

	活性炭	SAC	AC
比表面积 S _{BET} (m ² /g)		644.13	639.84
微孔容积 V _{t,plu} (cm ³ /g)		0.19	0.32
中孔容积 V _{BH} (cm ³ /g)		0.10	0.10
羧基		0.57	0.21
内酯基		0.11	0
酚羟基		0.10	0
总量		0.78	0.21
表面碱性官能团含/(mmol/g)		0.27	0.16

实验装置

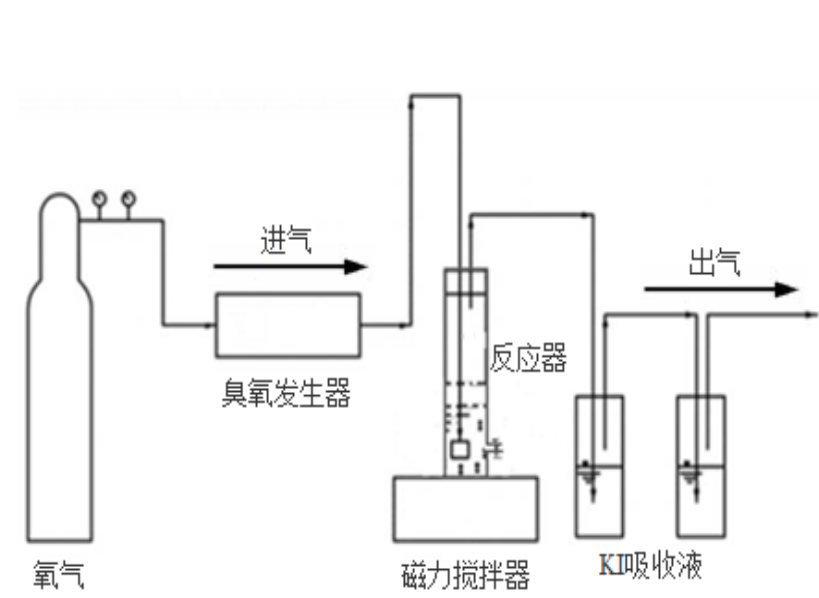


图1 AC/O₃试验装置示意图



图2 发酵废水处理中试装置



图3 MBBR内部填料

结果分析

AC/O₃工艺对发酵废水的去除效能

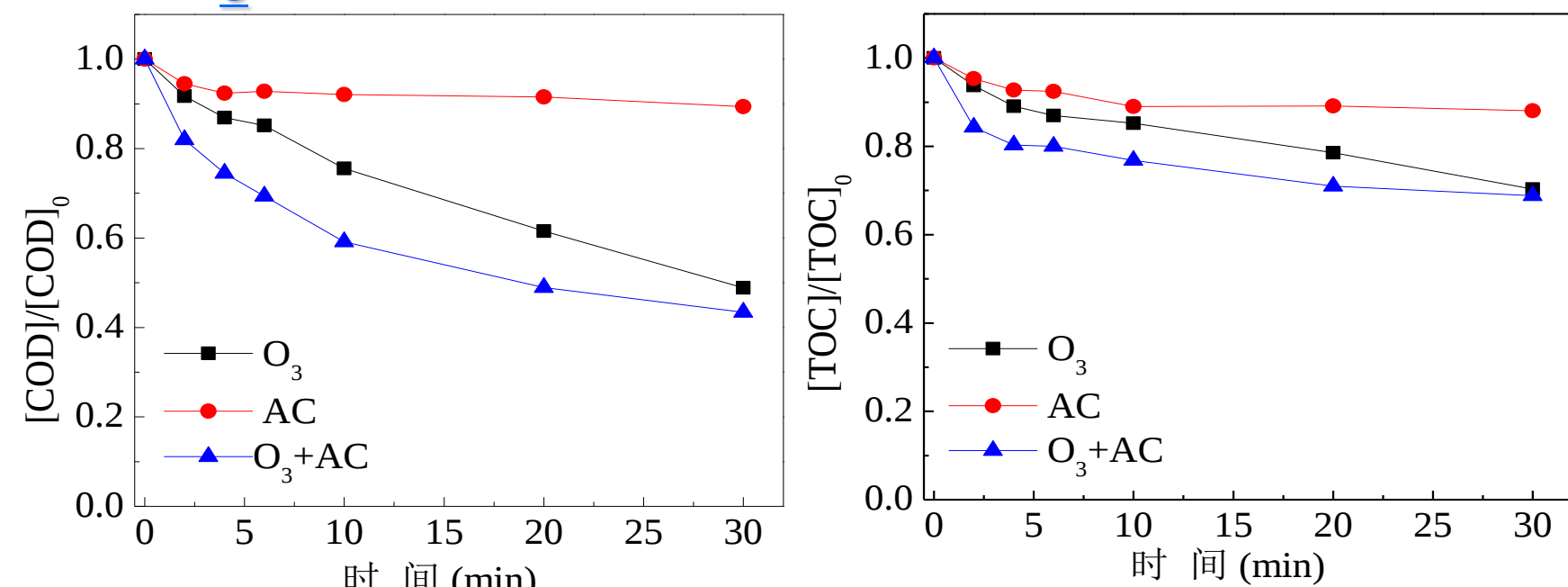


图4 AC/O₃对有机物的去除效能

AC/O₃工艺深度处理发酵废水的动力学研究

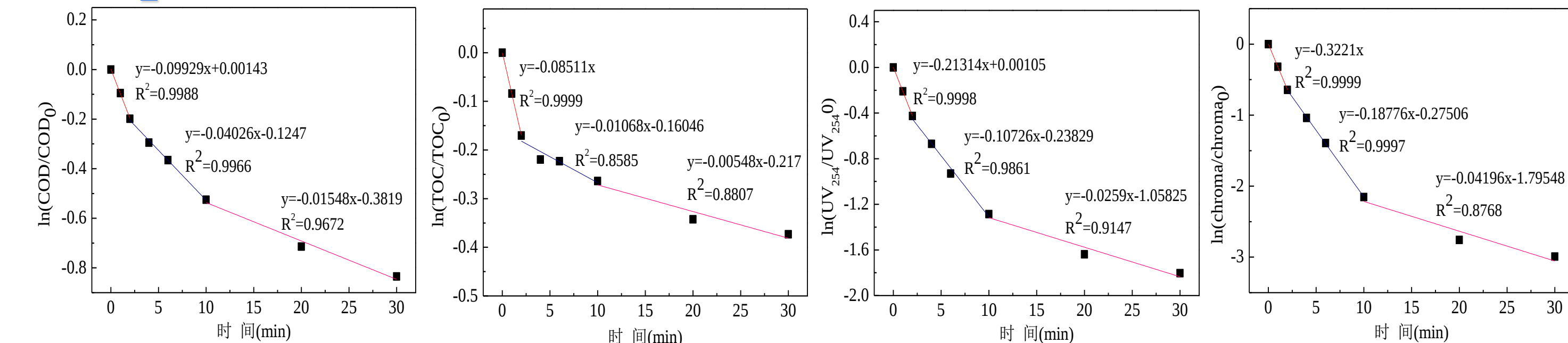


图6 AC/O₃对有机物的去除动力学研究

K_M属于一级反应动力学，其中：K_M(chroma) > K_M(UV₂₅₄) > K_M(COD) > K_M(TOC)

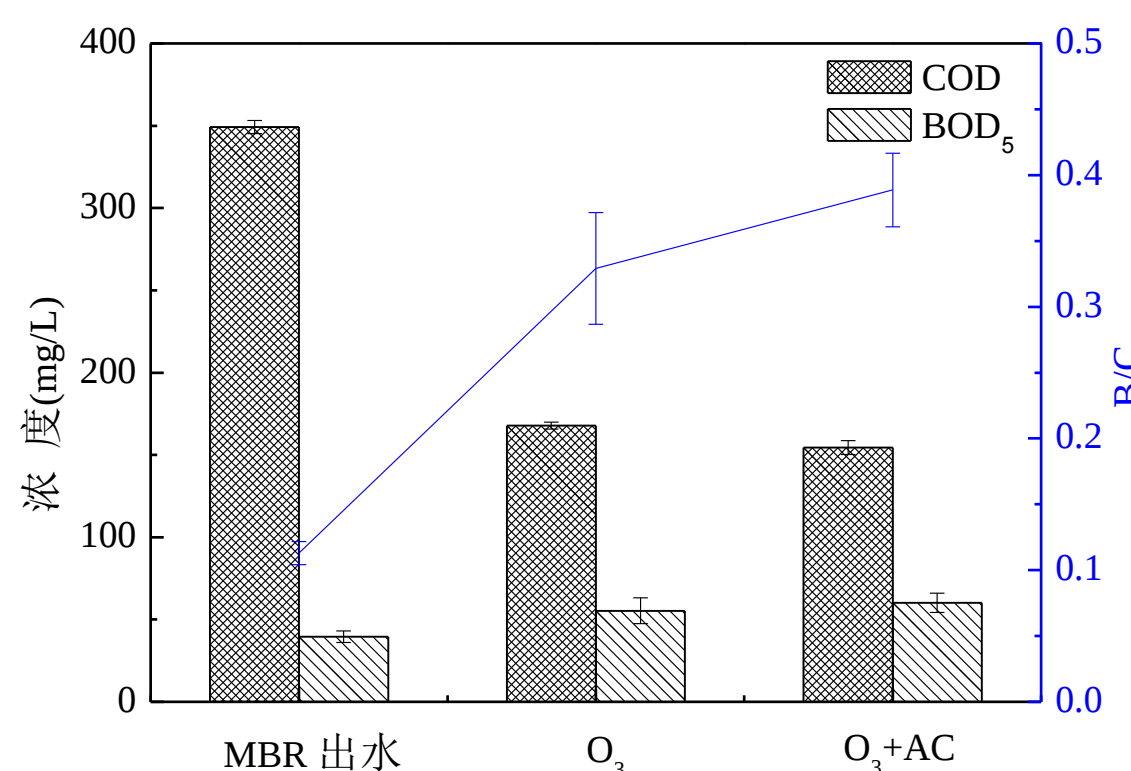


图5 AC/O₃对有机物的可生化变化情况

AC催化臭氧氧化工艺对有机物的去除效率优于单独臭氧氧化，尤其在反应初期较为明显；BOD₅/COD值有一定提高，说明废水的可生化性得到一定改善。

不同工艺处理前后有机物的光谱分析

AC/O₃对废水中芳香族化合物、具有共轭双键的有机物及色度有良好的去除效果。

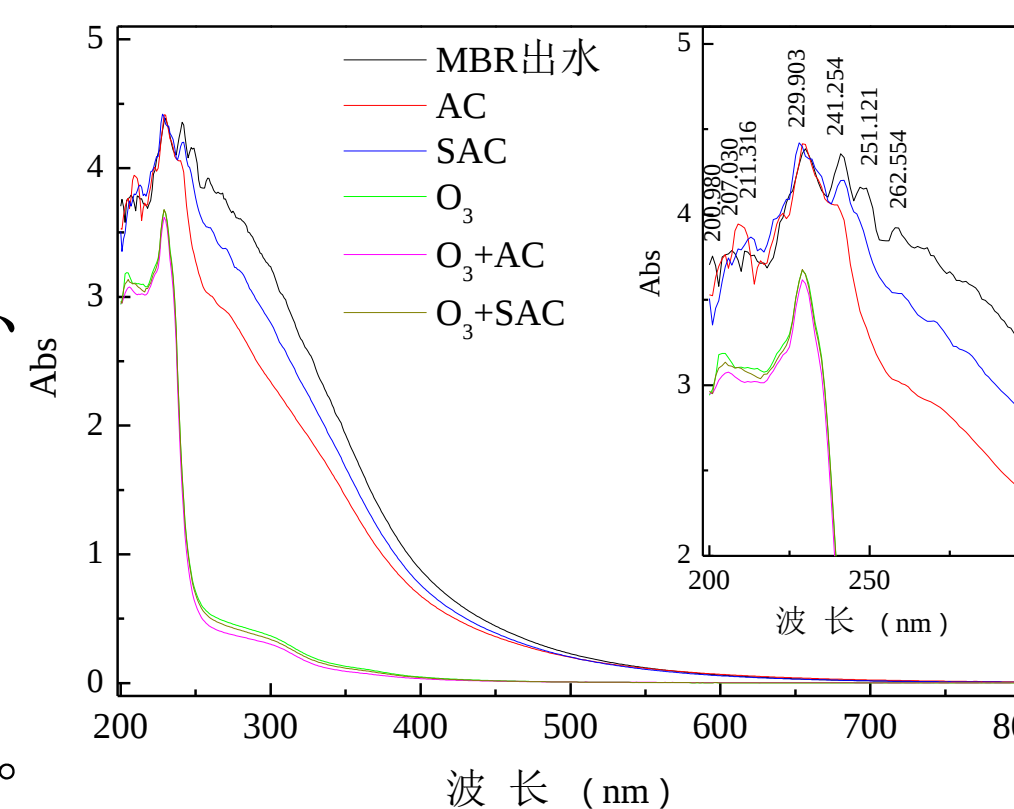


图7 AC催化臭氧前后有机物的紫外光谱分析

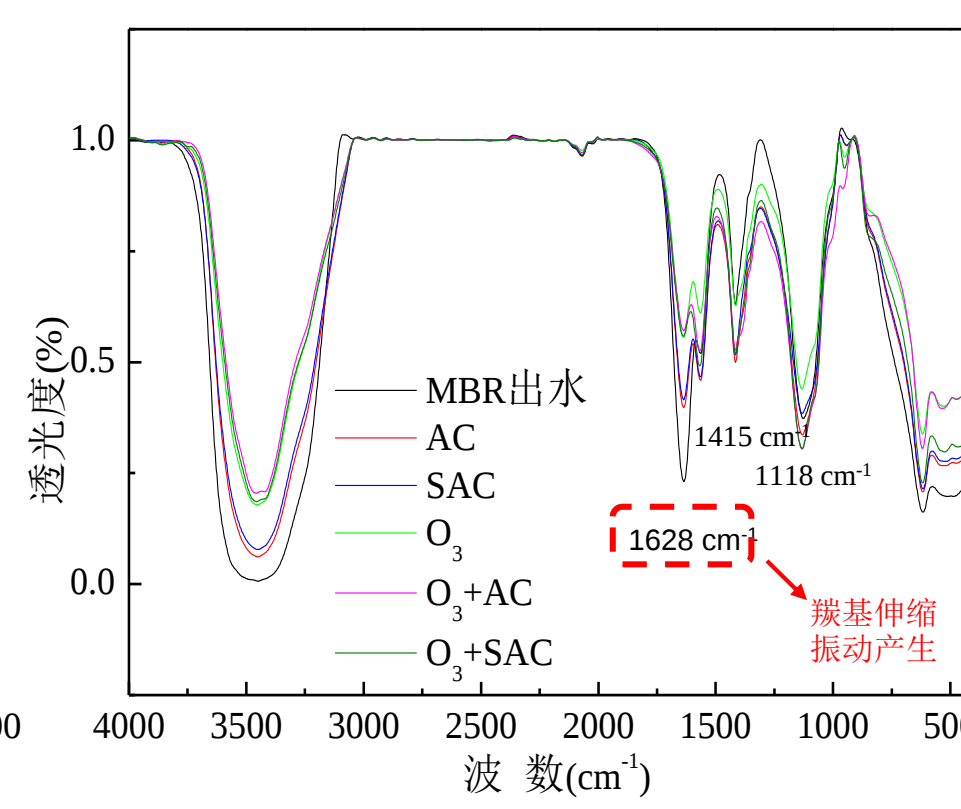


图8 AC催化臭氧前后有机物的紫外光谱分析

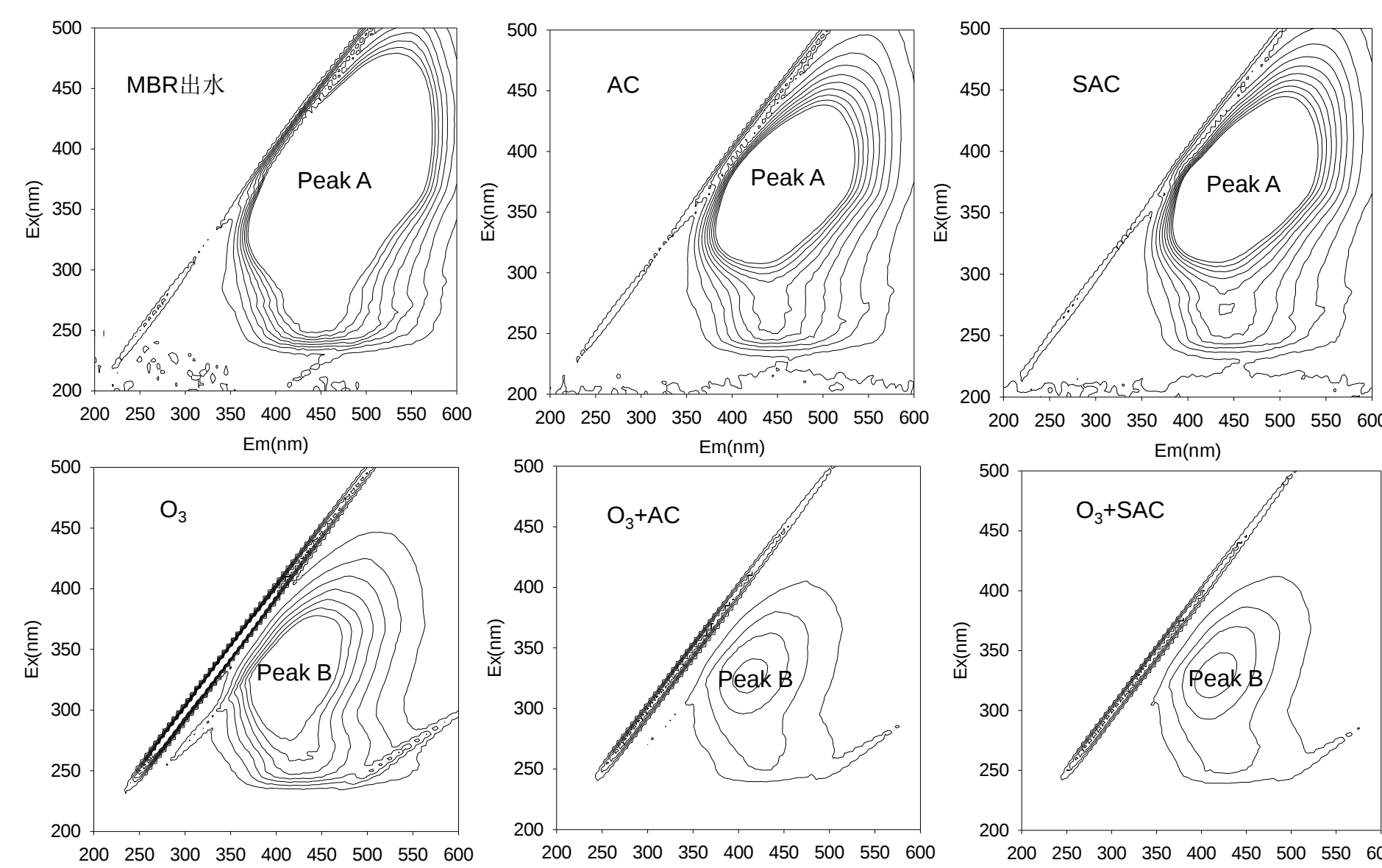


图9 AC催化臭氧前后有机物的三维荧光光谱分析

通过GC-MS分析，可以得出经过AC/O₃处理后有机物种类急剧下降，并且出水的有机物的毒性降低，容易被微生物所降解。

中试试验装置设计及除污染效能研究

进水池-EGSB反应器-缺氧MBBR池-沉淀池-一级好氧MBBR池-臭氧接触反应池-二级好氧MBBR池-二沉池-出水

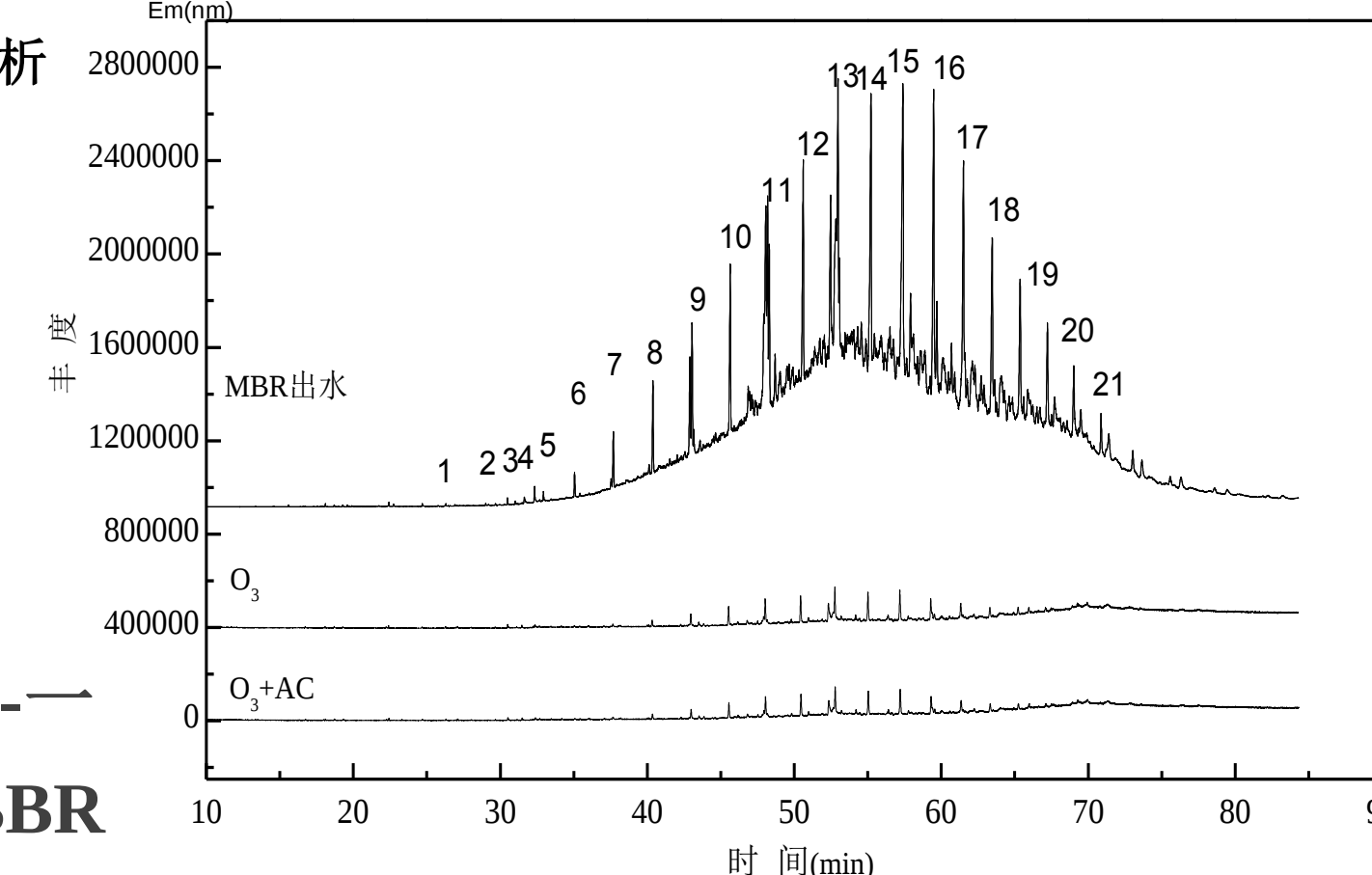


图11 AC催化臭氧前后有机物的GC-MS分析

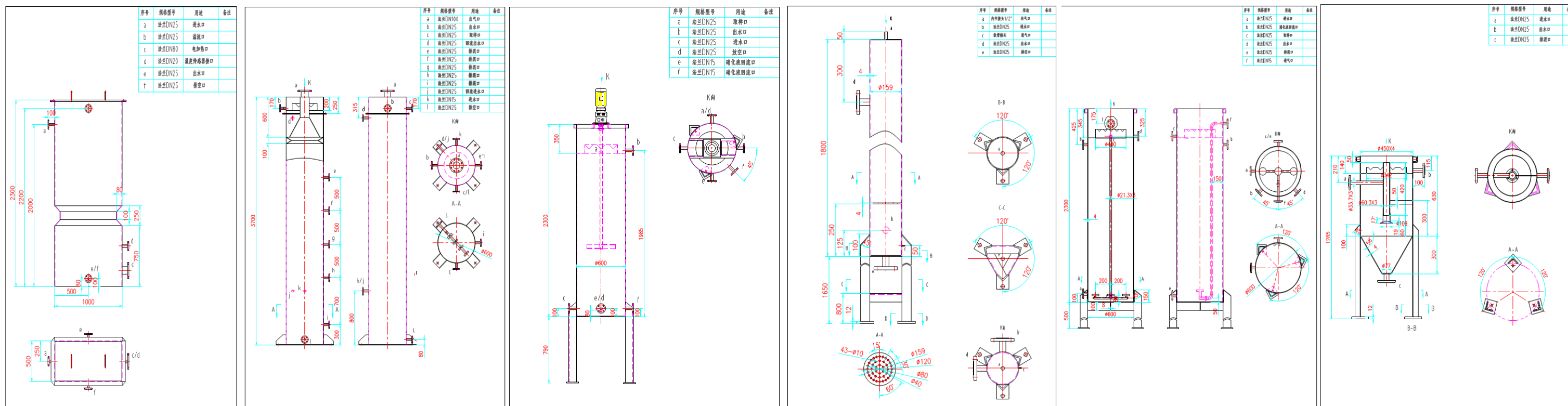


图12 发酵废水现场中试工艺单体设计图

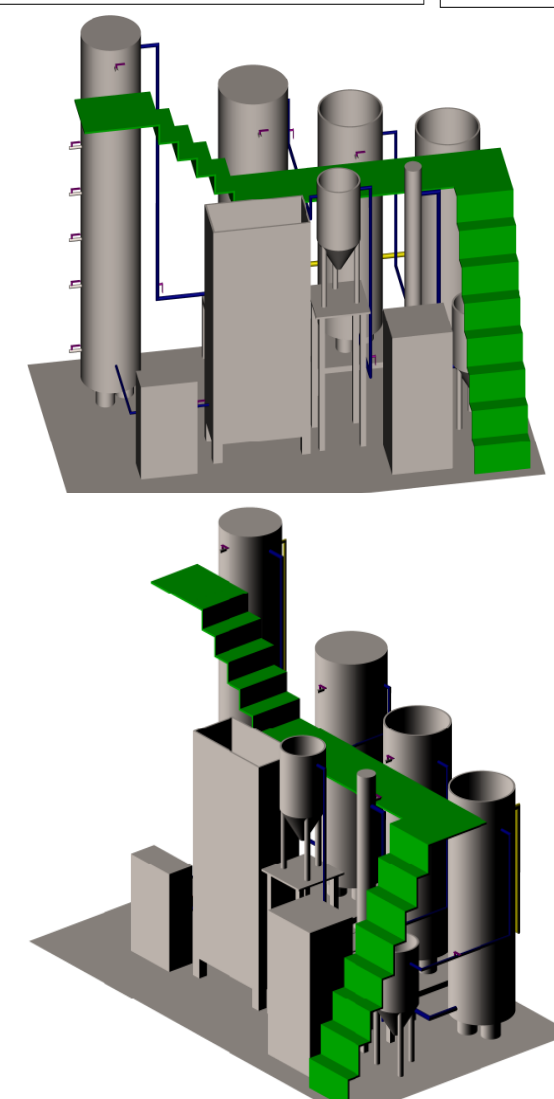


图13 发酵废水现场中试工艺三维轴测图

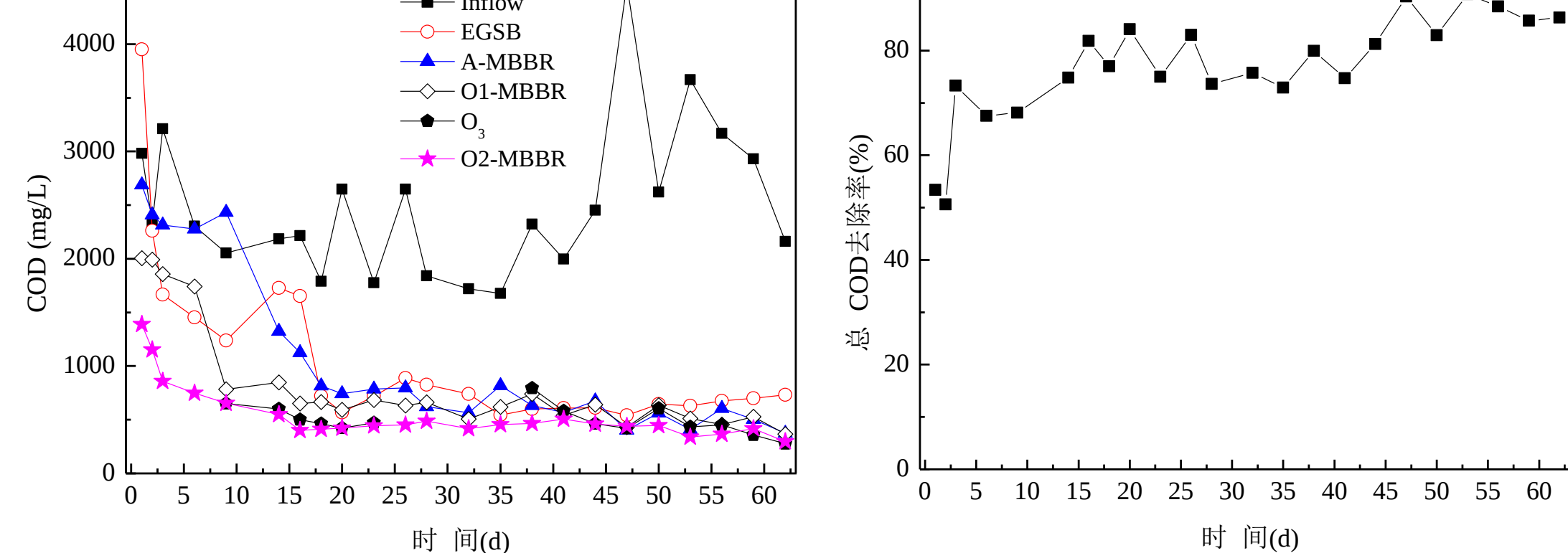


图14中试试验装置中各反应池对COD去除率

图15成套中试试验装置对COD去除率

现场中试装置运行两个月后趋于稳定，对COD的去除率维持在90%左右。

结论

1. AC催化臭氧对有机物的去除能力优于单独臭氧氧化，尤其在反应初期较为明显；并且该废水的可生化性得到一定改善；此外，该反应体系符合一级反应动力学。
2. 光谱及GC-MS分析结果表明，AC催化臭氧氧化工艺对废水中芳香族化合物、具有共轭双键的有机物及色度具有良好的去除效果；此外，AC/O₃工艺可以使该废水中的大分子有机物转化成小分子有机物。
3. 现场中试装置运行两个月后趋于稳定，对COD的去除率维持在90%左右。

课题来源：

国家水专项“国家水体污染控制与治理科技重大专项（2013ZX07201007-003-01）”课题

研究成果

赵冬霞,封莉,高靖伟,张立秋. SAC催化臭氧深度处理食品酵母发酵废水效能研究[J]. 工业水处理 (已录用)