

• 研究生论文摘要 •

颗粒活性炭性能指标评价体系及净水效能研究

研究生:安娜 导师:赵庆良

(哈尔滨工业大学市政环境工程学院 150090)

试验结合了静态和动态试验,对比分析了6种粒状活性炭的吸附性能、结构特性以及分别以该6种活性炭为滤料的活性炭滤柱的净水效能。建立了以活性炭结构特征评价、活性炭单项评价指标、活性炭综合性能评价值为支撑的饮用水粒状活性炭评价体系。

其中结构特征评价分别从有利于活性炭滤柱出水化学安全指标、生物安全指标以及微生物生长角度探讨了适宜的活性炭结构;单项评价指标在参考国标和美国AWWA标准的基础上制定了可用于活性炭选择的性能结构指标推荐值;综合性能评价(ICE值)是通过相关性分析及加权计算建立起来的,它可以作为活性炭选择、评价依据。

[关键词]饮用水,深度处理,活性炭,评价体系(答辩时间:2004年3月)

膜生物反应器处理聚酯废水的中试研究

研究生:佟娟 导师:田磊

(哈尔滨工业大学市政环境工程学院 150090)

针对聚酯废水处理的难点,开展了处理规模为1.3~5 m³/d的MBR工艺中试研究。重点考察了水力停留时间、有机负荷、溶解氧、pH等各种因素对处理效果的影响,确定了最佳工艺参数;研究了MBR对COD、NH₃-N、TP、SS的去除效果与机制;探讨了反应器污泥特性,提出了污泥产率系数适宜的计算方法;通过扫描电镜分析了膜污染状况,确定了适宜的膜清洗方式。现场中试的连续试验表明:

MBR对聚酯废水具有良好稳定的处理效果,其最佳控制条件随进水水质的不同而变化。当进水COD在1 800~2 000 mg/L时,需控制HRT为30 h;COD为1 500~1 800 mg/L时,HRT为26 h;COD在1 000~1 500 mg/L时,适宜的HRT为13~16 h。同时,控制容积负荷为1.6 kgCOD/(m³·d),DO为2~4 mg/L, pH为7.5,污泥负荷0.1~0.23 kgCOD/(kgMLSS·d),SRT为240 d。在此条件下,COD的平均去除率为93.7%,NH₃-N去除率为97.3%,SS的去除率可达到100%,出水COD小于100 mg/L, NH₃-N小于2 mg/L。

在本试验条件下,MBR对总磷的最高去除率为95.6%,平均去除率为71.6%。机理分析表明:在污泥龄较长,没有进行厌氧释磷的条件下,试验后期有磷的积累,使MBR对磷的去除效果显著下降。

MBR设备内污泥状态良好,浓度在5 000~11 000 mg/L,

MLVSS/MLSS介于0.84~0.91之间。研究表明,MLSS与容积负荷X成线性关系,其表达式为 $MLSS = 3\,534.1X + 3\,798.9$, $R^2 = 0.954$ 。在启动期间及连续运行前期出现的非丝状菌膨胀,对处理效果无不利影响。

本试验条件下的剩余污泥量极少。利用物料平衡法计算的表观产率系数 Y_b 为0.531 1 kgVSS/kgCOD,微生物增殖法计算的表观产率系数 Y_b 为0.039 7 kgVSS/kgCOD,试验实际污泥产率仅为0.007 VSS/kgCOD。上述分析表明利用微生物增殖法较物料平衡法更适于MBR处理聚酯废水时的污泥产率计算。进一步的机理分析表明:聚酯废水的水质特性、较低的污泥负荷和较长的污泥龄是造成污泥产率较低的重要原因。

控制适宜的膜通量、SRT、污泥浓度、出水和曝气方式可以有效降低膜污染,在中试试验进行的6个月时间里,只发生轻微的膜污染。经济比较表明,采用MBR工艺的聚酯废水处理成本约为6.99元/m³,与“厌氧+接触氧化+氧化塘”原工艺相比下降47.4%,每年可为该厂节省34万元。

[关键词]膜生物反应器(MBR),聚酯废水,难降解有机废水(答辩时间:2004年12月)

含氮杂环化合物O₃/UV降解特性及毒性变化规律

研究生:王小侏 导师:黄霞

(清华大学环境科学与工程系 100084)

对三种代表性含氮杂环化合物(喹啉、异喹啉、吡啶)的O₃/UV降解特性及毒性变化规律进行了研究。结果表明:①喹啉和异喹啉表现出相同的O₃/UV降解特性,而吡啶的降解特性则与它们明显不同,即喹啉或异喹啉O₃/UV降解时,降解速率受UV的加入与否和pH的高低的影响很大,而吡啶降解时,降解速率基本不受这两个因素的影响。②尽管降解特性不同,喹啉、异喹啉、吡啶O₃/UV降解时,在反应的初始阶段都出现了发光细菌毒性上升的现象。对毒性上升原因进行分析的结果表明,降解副产物H₂O₂是喹啉、异喹啉O₃/UV降解时毒性上升的主要原因,而H₂O₂和一级降解产物则都是吡啶O₃/UV降解时毒性上升的重要原因,毒性规律与降解动力学密切相关。③利用“固定有机物浓度监测臭氧浓度法”(直接测定法)测得喹啉(喹啉离子)和异喹啉(异喹啉离子)与O₃直接反应的二级速率常数分别为168.6 M⁻¹s⁻¹(1.62 M⁻¹s⁻¹)和218.6 M⁻¹s⁻¹(5.42 M⁻¹s⁻¹),属于中速或慢速反应的物质;利用“竞争反应法”测得吡啶与O₃直接反应的二级速率常数为3.52×10⁶ M⁻¹s⁻¹,比喹啉或异喹啉高4个数量级,属于快速或瞬间反应的物质。有机物与O₃反应的速率常数是决定有机物O₃/UV降解动力学

和毒性规律的重要参数。④用 ϵ_{HOMO} 和环张力这两个参数能很好地建立简单含氮杂环化合物与 O_3 反应的速率常数的 QSAR 模型。⑤ O_3/UV 与 BAS 联合工艺降解喹啉时,在一定程度上能提高 COD 的总去除率,且在 BAS 降解过程中不会造成毒性的升高;降解吡啶时,COD 和毒性的去除效果都很好。联合工艺有利于含氮杂环化合物毒性的控制。

[关键词]含氮杂环化合物,臭氧,高级氧化技术,毒性,反应动力学,中间产物(答辩时间:2004 年 6 月)

小型膜—生物反应器处理生活污水应用研究

研究生:贺晨湧 导师:文湘华

(清华大学环境科学与工程系 100084)

采用分批补料方法对活性污泥进行了培养,探讨了活性污泥的增长规律,研究了四种不同浓度培养基对活性污泥产率的影响。结果表明:采用本文提出的配水(葡萄糖浓度为 900 mg/L)作营养液培养污泥,污泥的产率最高;将培养后的活性污泥分别采用悬浮液保藏、固体干燥法保藏。结果表明,用 NaCl 溶液保藏污泥效果较好,在 $0\sim 4^\circ\text{C}$ 条件下,污泥活性可保持 266 天以上。风干干燥法保藏污泥时,在 40°C 下保藏 100 天,OUR 保持在 $13 \text{ mgO}_2/(\text{gVSS} \cdot \text{h})$ 以上,预计其活性在常温下可以维持一年左右,可以满足产品化的需要。

对国内主要膜生产厂家生产的三种膜和国外生产的一种膜从清水比通量、临界通量、临界通量下的污染速率、清水通量恢复能力、机械强度、化学稳定性等方面进行了对比试验。结果表明 F1 膜在清水比通量、临界通量、污染速率、机械强度方面均为性能最优;国内膜中 D1 膜在清水比通量、临界通量、污染速率方面性能最优,但其机械强度最差。

通过新型膜—生物反应器(MBR-V3)在次临界通量操作条件下长期运行试验,考察了其运行特性。MBR-V3 膜污染控制效果较好,TMP 平均上升速率为 $0.0387 \text{ kPa} \cdot \text{d}^{-1}$ 。在连续运行和间歇运行条件下,其出水浊度、色度、COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、LAS、总大肠菌群数满足国家有关杂用水回用水标准。进水中加入阴离子表面活性剂($\text{LAS} < 8 \text{ mg/L}$),没有降低 MBR-V3 对 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除效率。

[关键词]膜—生物反应器,生活污水,污泥培养与保藏,膜性能(答辩时间:2004 年 6 月)

溶胶凝胶法在玻璃纤维网上制备高活性 TiO_2 光催化剂

研究生:吕妍 导师:赵建夫

(同济大学环境科学与工程学院 200092)

为了制备高活性光催化剂,通过调节胶液组分比例、涂覆次数、焙烧条件等方法来找出最优的制备条件。另外,在制得的高活性纯 TiO_2 催化剂的基础上,本试验尝试了在胶液中添加 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 的方法对其进行改性,并比较了

不同掺铁量光催化剂之间的活性,发现不掺铁的标准 TiO_2 催化剂的催化活性最好,而掺铁改性的光催化剂效果不理想。

本试验采用自制的圆筒型反应器的活性评价装置,通过苯酚的降解率来评价光催化剂的活性。针对传统固定式反应器对紫外光利用效率低的特点,本试验采用可以透光的玻璃纤维网作为基材,在反应器中平行缝制三层催化膜,使得入射进反应液中的紫外光可以完全被催化剂利用。活性评价结果显示,制备 TiO_2 光催化剂的最佳条件为:胶液组成为 $V_{\text{Ti}(\text{C}_4\text{H}_9\text{O})_4} : V_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} : V_{\text{H}_2\text{O}} : V_{(1:4)\text{HNO}_3} = 80 : 720 : 8 : 2.5$;涂覆次数为 3 次;焙烧条件为先以 $2^\circ\text{C}/\text{min}$ 的升温速率升温至 500°C ,然后在 500°C 下保持 1 小时。

利用电子天平、X 射线衍射仪(XRD)和扫描电子显微镜(SEM)对制得的光催化剂进行了结构表征。对于纯 TiO_2 催化剂,随着焙烧温度升高, TiO_2 逐渐由无定型向锐钛矿型转变。催化剂膜表面光滑、连续,很少裂缝,可以多次重复利用而不影响活性。对于 Fe-TiO_2 催化剂, Fe^{3+} 的掺杂抑制了 TiO_2 晶体的成长,使粒径变小。在初制得时表面光滑、完整,但经多次降解实验反应后,脱落现象严重,可以看到有大片的催化膜龟裂、脱落,表面呈碎片状,牢固性很差。

[关键词]光催化氧化,溶胶凝胶法,玻璃纤维网, TiO_2 ,掺铁改性,苯酚,催化剂活性,催化剂稳定性(答辩时间:2004 年 3 月)

苯酐与增塑剂废水处理工艺的试验研究

研究生:周建勋 导师:孟建平

(同济大学环境科学与工程学院 200092)

以苯酐与增塑剂(DOP)生产废水为研究对象,针对废水有机物浓度与难降解物质浓度高的特点,提出了物化预处理—水解酸化—好氧生化的处理工艺,并对该工艺进行试验和理论研究。

DOP 废水的 $\text{BOD}/\text{COD} = 0.48$,降解性能良好,但是其中的不溶辛醇导致生化出水 COD 居高不下,生化效果不佳。

首先采用静沉方法作为预处理方案去除不溶辛醇,预处理后的好氧生化结果表明,该工艺可以去除水中绝大部分的有机物,出水达到排放要求。

苯酐废水回收富马酸后,出水 $\text{BOD}/\text{COD} = 0.32$,属于可生物降解废水,其中高浓度的硫脲属于生物难降解物质,须在生化之前去除。

加入硫酸铜与硫脲形成沉淀的预处理方法由于成本太高,色度去除效果一般被舍弃。预处理最终采用 H_2O_2 氧化法,硫脲、色度的去除率超过 99%,COD 去除率也超过 95%,出水达到排放标准。

[关键词]苯酐生产废水,DOP 生产废水,富马酸生产废水,物化预处理,硫脲(答辩时间:2004 年 3 月)