

环境保护科学技术奖公示材料

一、项目基本情况

项目编号：

成果登记号：

项 目 名 称	中 文	增强型异相催化氧化处理高浓度难降解混合化工废水关键技术及应用		
	英 文	Key technology and application of enhanced heterogeneous catalytic oxidation for treatment of high concentration refractory mixed chemical wastewater		
主要完成人		尤宏、张国宇、李之鹏、刘琰、任丹、柳锋、冯军坡、谢冰涵、狄文亮		
主要完成单位		哈尔滨工业大学(威海), 中国环境科学研究院, 天润(山东)生态环境科技有限公司		
推 荐 单 位		哈 尔 滨 工 业 大 学 (威 海)	项目名称可否公布	√可 否
			密级	公开
			定密日期	
			保密期限	年
			定密审查机构	
主题词		非均相催化氧化增强, 高浓度难降解, 混合化工废水, 高效低成本固相催化剂, 物理场强化, 复合高级氧化系统		
任务来源 (注明具体计划、基金的名称和编号)		A. 国家计划: A1. 国家科技攻关计划 A2. 863 计划 A3. 973 计划 A4. 其他计划 B. 部委计划 √C. 省、市、自治区计划 D. 基金资助: D1. 国家自然科学基金 D2. 其他基金 E. 企业 F. 国际合作 G. 自选 H. 其他		
项目起止时间		起始: 2019-09-01	完成: 2021-08-31	

环境保护科学技术奖励工作办公室制

二、主要完成单位情况表

单位名称	哈尔滨工业大学（威海）		
第 1 完成单位	单位性质	√A. 科研院所（A1. 转制研究院 A2. 非转制研究所） B. 学校 C. 社会团体 D. 事业单位 E. 国有企业 F. 民营企业 G. 军队 H. 其它	
联系人	李之鹏	联系电话	
手机电话	19963178058	住宅电话	
传 真		电子信箱	lizhipengcn@hit.edu.cn
通讯地址及 邮政编码	威海市文化西路 2 号哈工大（威海）H 楼 263 室 264209		
对本 项目 技术 创新 和应 用的 贡 献	<p>哈尔滨工业大学（威海）作为项目牵头单位，负责完成了项目总体设计与成果汇总，通过研究过氧化氢非均相催化氧化机理，开发高效低成本固相催化剂，探索物理场在催化氧化系统中的作用，构建以过氧化氢非均相催化氧化为核心的复合高级氧化系统，开发高效低成本的高浓度难降解有机废水处理工艺，其技术创新和应用的贡献如下：</p> <p style="padding-left: 2em;">（1）研究制备出了适合于非均相过氧化氢催化氧化技术的铁氧化物催化剂，Fe/C 复合催化剂，Cu/Ni 双金属催化剂，Cu/Fe 双金属催化剂。</p> <p style="padding-left: 2em;">（2）建立了基于铁基催化剂温度场、紫外或和铜基催化剂微波增强非均相过氧化氢催化氧化反应体系，并应用于化工废水处理，取得了较好的污染物去除效果。</p> <p style="padding-left: 2em;">（3）基于项目研究的铁基催化剂非均相过氧化氢催化氧化体系处理喹啉废水，对喹啉具有明显的降解效果，喹啉的去除率可达到 100%；基于微波增强非均相过氧化氢催化氧化系统对煤化工废水进行处理，pH 值未调节的条件下，废水 COD 值由 112.4 mg/L 下降到 56.3 mg/L，符合一级 B 标准；基于紫外光增强非均相过氧化氢催化氧化系统处理焦化废水，</p>		

出水可以达到一级 B 标准，并且连续运行具有很好的稳定性。

(4) 基于上述研究将非均相过氧化氢催化氧化增强反应体系应用于新海工业园区高浓度化工废水处理, 废水经非均相过氧化氢催化氧化增强体系处理后 COD 从 8000mg/L 降至 1000mg/L 左右, 再经过混凝沉淀处理, COD 总去除率可达到 85-90%, 达到排入新海污水厂的要求, 解决了园区化工废水存放的隐患。

单 位 盖 章

年 月 日

单位名称	中国环境科学研究院		
第 2 完成单位	单位性质	√A. 科研院所 (A1. 转制研究院 A2. 非转制研究所) B. 学校 C. 社会团体 D. 事业单位 E. 国有企业 F. 民营企业 G. 军队 H. 其它	
联系人	刘琰	联系电话	
手机电话	13810784150	住宅电话	
传真		电子信箱	liuyan@craes.org.cn
通讯地址及 邮政编码	北京市朝阳区安外大羊坊 8 号, 100012		
对本项目技术创新和应用的贡献	<p>作为第 2 完成单位, 参与项目的技术研发, 负责现场调研, 针对化工废水处理现状、排放目标值, 根据现有处理工艺、可供利用的场地, 本着节约投资、降低运行费用、方便管理的原则, 负责工程方案制定与优化。</p> <p>主要的贡献如下:</p> <p>(1) 建立了以铁氧化物为催化剂的紫外光增强非均相过氧化氢催化氧化反应体系。紫外光增强非均相过氧化氢催化氧化反应体系中, 紫外辐射、铁氧化物催化剂及 H_2O_2 存在着协同作用, 在光辐射的作用下, 催化剂表面的 Fe(III) 可以发生光化学反应转变为 Fe(II), $HO\cdot$ 主要通过三种途径生成, 分别为铁离子催化分解 H_2O_2, H_2O_2 的直接光解及催化剂表面催化分解 H_2O_2 产生 $HO\cdot$。对于聚丙烯酰胺有很好的处理效果, 去除率达 98.6%。可以解决芬顿系统应用的瓶颈问题, 具有广阔的应用前景。</p> <p>(2) 建立了以 Cu/Ni 双金属为催化剂的微波增强非均相过氧化氢催化氧化系统。微波技术与非均相过氧化氢催化氧化系统的组合系统不仅对目标污染物质具有良好的降解效能, 而且存在着十分明显的协同增强效</p>		

应, 在微波功率为 500 W, 反应温度为 333 K, 其协同增强因子 SF 已经达到了 7.88。羟基自由基和超氧离子自由基参与了微波增强非均相过氧化氢催化氧化过程, 铜镍双金属催化微波增强非均相过氧化氢催化氧化系统分解污染物产生的中间产物促使整个反应系统的 pH 下降, 保持高效氧化能力。

单 位 盖 章

年 月 日

单位名称	天润（山东）生态环境科技有限公司		
第 3 完成单位	单位性质	A. 科研院所（A1. 转制研究院 A2. 非转制研究所） B. 学校 C. 社会团体 D. 事业单位 E. 国有企业 <input checked="" type="checkbox"/> F. 民营企业 G. 军队 H. 其它	
联系人	冯军坡	联系电话	13811437564
手机电话		住宅电话	
传真		电子信箱	fengjunpo@hittr.net
通讯地址及 邮政编码			
对本项目技术创新和应用的贡献	<p>作为第 3 完成单位，参与项目的技术研发，负责现场实验，本着节约投资、降低运行费用、方便管理的原则，负责工程方案的制定与优化，负责项目施工图设计，降低了运行成本，并保证了出水水质目标要求。</p> <p>主要的贡献如下：</p> <p>（1）基于项目研究的温度场增强非均相过氧化氢催化氧化体系处理喹啉废水，对喹啉具有明显的降解效果，喹啉的去除率可达到 100%；基于微波增强非均相过氧化氢催化氧化系统对煤化工废水进行处理，pH 值未调节的条件下，废水 COD 值由 112.4 mg/L 下降到 56.3 mg/L；基于紫外光增强非均相过氧化氢催化氧化系统处理焦化废水，出水可以达到一级 B 标准，并且连续运行具有很好的稳定性。</p> <p>（2）基于项目研究的非均相过氧化氢催化氧化增强体系处理新海工业园区高浓度化工废水，废水经非均相过氧化氢催化氧化增强体系处理后 COD 从 8000mg/L 降至 1000mg/L 左右，再经过混凝沉淀处理，COD 总去除率可达到 85-90%，解决了园区化工废水存放的隐患。</p>		

单 位 盖 章

年 月 日

二、主要完成人情况表

第 1 完成人	姓 名	尤宏	性 别	男	民 族	汉
出生地	黑龙江省鹤岗市		出生日期	1961 年 01 月 06 日		
党 派	无		工作单位	哈尔滨工业大学（威海）		
联系电话			手 机	13304608828		
家庭住址	威海市文化西路 2 号		住宅电话			
通讯地址及 邮政编码	威海市文化西路 2 号哈工大（威海）专家公寓 D 栋 264209			电子信箱	youhong@hit.edu.cn	
毕业学校	哈尔滨工业大学	文化程度	博士研究生	学 位	博士	
职务\职称	教授	专业\专长	环境科学与 工程	毕业时间	2004. 11	
外语语种	英语	熟练程度	A. 精通 √B. 熟练 C. 良好 D. 一般			
曾获奖励及 荣誉称号情况： (项目名称、获奖时间)		2009 年黑龙江省科技进步二等奖 2009 年环保部科技进步二等奖				
参加本项目的起止时间		从 2019 年 9 月 至 2021 年 8 月				
对本 项目 主要 技术 贡献	<p>(1) 项目负责人，负责工作方案设计和任务分解，全面组织实施和协调，把握时间进度，负责报告的汇总、撰写和修改，负责组织项目通过评审和验收。</p> <p>(2) 负责项目研究成果的总结和凝练。</p>					
声 明	<p>本人对推荐书内容及全部附件材料进行了审查，全部内容和材料属实，并对推荐材料的真实性负责。</p> <p style="text-align: center;">本人签名（要求正楷）：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>					

第 2 完成人	姓 名	张国宇	性 别	男	民 族	汉
出生地	河南省南阳市		出生日期	1978 年 7 月 15 日		
党 派	中国共产党		工作单位	哈尔滨工业大学（威海）		
联系电话			手 机	13581849274		
家庭住址	北京市东城区地坛北里		住宅电话			
通讯地址及 邮政编码	威海市文化西路 2 号哈工大（威海）H 楼 263 室 264209		电子信箱	zhangguoyu@jzenviron.com		
毕业学校	哈尔滨工业大学	文化程度	研究生	学 位	博士	
职务\职称	教授级高工	专业\专长	环境工程	毕业时间	2005.7	
外语语种	英语	熟练程度	A. 精通 <input checked="" type="checkbox"/> B. 熟练 C. 良好 D. 一般			
曾获奖励及 荣誉称号情况： (项目名称、获奖时间)		2014 年，环保部科技进步二等奖（排名第二） 2014 年，中国环境科学学会优秀环境科技工作者 2015 年，中国环保产业协会国家重点环境保护实用技术示范工程完成者 2017 年，中国环保产业协会国家重点环境保护实用技术示范工程完成者 2018 年，环保部科技进步二等奖（排名第二）				
参加本项目的起止时间		从 2019 年 9 月至 2021 年 8 月				
对本 项目 主要 技术 贡献	(1) 作为主要完成人，负责非均相过氧化氢催化氧化增强系统的应用研究、实施及现场工作。 (2) 负责报告的撰写和申报。					
声 明	本人对推荐书内容及全部附件材料进行了审查，全部内容和材料属实，并对推荐材料的真实性负责。 本人签名（要求正楷）： 年 月 日					

第 3 完成人	姓 名	李之鹏	性 别	男	民 族	汉
出生地	山东省潍坊市		出生日期	1985 年 09 月 24 日		
党 派	中国共产党		工作单位	哈尔滨工业大学（威海）		
联系电话			手 机	19963178058		
家庭住址	威海市恒瑞街国税生活小区		住宅电话			
通讯地址及 邮政编码	威海市文化西路 2 号哈工大（威海）H 楼 263 室 264209		电子信箱	lizhipengcn@hit.edu.cn		
毕业学校	哈尔滨工业大学	文化程度	研究生	学 位	博士	
职务\职称	副教授	专业\专长	环境工程	毕业时间	2014.10	
外语语种	英语	熟练程度	A.精通 √B.熟练 C.良好 D.一般			
曾获奖励及 荣誉称号情况： (项目名称、获奖时间)		2013 年黑龙江省科技进步一等奖				
参加本项目的起止时间		从 2019 年 9 月 至 2021 年 8 月				
对本 项目 主要 技术 贡献	作为主要完成人，参与总体方案设计，负责技术研发、工艺参数优化和中试实验研究，参与成果的总结和验收。					
声 明	<p>本人对推荐书内容及全部附件材料进行了审查，全部内容和材料属实，并对推荐材料的真实性负责。</p> <p style="text-align: center;">本人签名（要求正楷）：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>					

第 4 完成人	姓 名	刘 琰	性 别	女	民 族	汉
出生地	河南省南阳市		出生日期	1978 年 10 月 29 日		
党 派	中国共产党		工作单位	中国环境科学研究院		
联系电话	010-84915217		手 机	13810784150		
家庭住址	北京市朝阳区北苑家园		住宅电话			
通讯地址及 邮政编码	北京市朝阳区安外北苑大羊坊 8 号		电子信箱	liuyan@craes.org.cn		
毕业学校	哈尔滨工业大学	文化程度	博士研究生	学 位	博士	
职务\职称	研究员	专业\专长	环境科学与 工程	毕业时间	2006.09	
外语语种	英语	熟练程度	A. 精通 √B. 熟练 C. 良好 D. 一般			
曾获奖励及 荣誉称号情况： (项目名称、获奖时间)		2013 年，环保部科技进步三等奖 2018 年，环保部科技进步二等奖				
参加本项目的起止时间		从 2019 年 9 月 至 2021 年 8 月				
对本 项目 主要 技术 贡献	(1) 项目负责人，负责问题诊断、控制区和控制单元划分以及工作方案设计和任务分解，全面组织实施和协调，把握时间进度，负责报告的汇总、撰写和修改，负责组织项目通过评审和验收。 (2) 负责项目研究成果的总结和凝练。					
声 明	<p>本人对推荐书内容及全部附件材料进行了审查，全部内容和材料属实，并对推荐材料的真实性负责。</p> <p style="text-align: center;">本人签名（要求正楷）：</p> <p style="text-align: center;">年 月 日</p>					

第 5 完成人	姓 名	任 丹	性 别	男	民 族	汉
出生地	陕西省汉中市		出生日期	1985 年 08 月 31 日		
党 派			工作单位	天润（山东）生态环境科技有限公司		
联系电话			手 机	18500304182		
家庭住址	北京市朝阳区		住宅电话			
通讯地址及 邮政编码	北京市海淀区建材城中路金隅智造工程 N3 栋 20 号门		电子信箱	363166707@qq.com		
毕业学校	中国科学院研究 生学院	文化程度	研究生	学 位	硕士	
职务\职称	中级工程师	专业\专长	环境科学与工程	毕业时间	2012.01	
外语语种	英语	熟练程度	A. 精通 √B. 熟练 C. 良好 D. 一般			
曾获奖励及 荣誉称号情况： (项目名称、获奖时间)						
参加本项目的起止时间		从 2019 年 9 月 至 2021 年 8 月				
对本 项目 主要 技术 贡献	作为主要完成人，协助项目负责人进行日常联络协调，参与现场工作，负责问题诊断及方案制定，负责工艺方案设计，协助成果的总结和验收。					
声 明	<p>本人对推荐书内容及全部附件材料进行了审查，全部内容和材料属实，并对推荐材料的真实性负责。</p> <p style="text-align: center;">本人签名（要求正楷）：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>					

第 6 完成人	姓 名	柳 锋	性 别	男	民 族	汉
出生地	黑龙江省绥化市		出生日期	1976 年 2 月 23 日		
党 派	中共党员		工作单位	哈尔滨工业大学（威海）		
联系电话			手 机	13465227334		
家庭住址	威海市文化西路 2 号		住宅电话	13465227334		
通讯地址及 邮政编码	威海市文化西路 2 号哈工大（威海）H 楼 263 室 264209		电子信箱	liufengbp@126.com		
毕业学校	哈尔滨工业大学	文化程度	研究生	学 位	硕士	
职务\职称	讲师	专业\专长	环境工程	毕业时间	2006 年 7 月	
外语语种	英语	熟练程度	A. 精通 <input checked="" type="checkbox"/> B. 熟练 C. 良好 D. 一般			
曾获奖励及 荣誉称号情况： (项目名称、获奖时间)						
参加本项目的起止时间		从 2019 年 9 月 至 2021 年 8 月				
对本 项目 主要 技术 贡献	作为主要完成人,参与催化剂的制备及中试工艺运行条件优化。 协助进行专利的撰写和申报。					
声 明	<p>本人对推荐书内容及全部附件材料进行了审查,全部内容和材料属实,并对推荐材料的真实性负责。</p> <p style="text-align: center;">本人签名(要求正楷):</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>					

第7完成人	姓名	冯军坡	性别	男	民族	汉
出生地	山东省枣庄市		出生日期	1987年6月28日		
党派	无		工作单位	天润(山东)生态环境科技有限公司		
联系电话			手机	13811437564		
家庭住址	北京市海淀区建材城中路金隅智造工程N3栋20号门		住宅电话	13811437564		
通讯地址及邮政编码	北京市海淀区建材城中路金隅智造工程N3栋20号门		电子信箱	Fengjunpo@126.com		
毕业学校	青岛理工大学	文化程度	本科	学位	学士	
职务\职称	中级	专业\专长	项目管理	毕业时间	2009年	
外语语种	英语	熟练程度	A. 精通 B. 熟练 C. 良好 D. 一般			
曾获奖励及荣誉称号情况： (项目名称、获奖时间)						
参加本项目的起止时间		从2019年9月至2021年8月				
对本项目主要技术贡献	作为主要完成人，负责工艺现场施工建设及工艺运行过程中样品采集与分析，负责工艺存在问题的诊断以及出水水质改善。					
声明	<p>本人对推荐书内容及全部附件材料进行了审查，全部内容和材料属实，并对推荐材料的真实性负责。</p> <p style="text-align: center;">本人签名(要求正楷):</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>					

第 8 完成人	姓 名	谢冰涵	性 别	女	民 族	汉
出生地	黑龙江省		出生日期	1989 年 1 月 25 日		
党 派	中共党员		工作单位	哈尔滨工业大学（威海）		
联系电话			手 机	15546002750		
家庭住址	威海市文化西路 2 号		住宅电话	15546002750		
通讯地址及 邮政编码	威海市文化西路 2 号哈工大（威海）H 楼 263 室 264209		电子信箱	lingchen0109@foxmail.com		
毕业学校	哈尔滨工业 大学	文化程度	研究生	学 位	博士	
职务\职称	讲师	专业\专长	环境工程	毕业时间	2019 年 10 月	
外语语种	英语	熟练程度	√A. 精通 B. 熟练 C. 良好 D. 一般			
曾获奖励及 荣誉称号情况： (项目名称、获奖时间)		无				
参加本项目的起止时间		从 2019 年 9 月 至 2021 年 8 月				
对本 项目 主要 技术 贡献	参与本项目后期现场实施效果评估工作，负责主要工程进出水样品分析测试及数据整理等工作。参与研究成果的总结和凝练。					
声 明	<p>本人对推荐书内容及全部附件材料进行了审查，全部内容和材料属实，并对推荐材料的真实性负责。</p> <p style="text-align: center;">本人签名（要求正楷）：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>					

第9完成人	姓名	狄文亮	性别	男	民族	汉
出生地	江苏省溧阳市		出生日期	1992年9月15日		
党派	中共党员		工作单位	天润(山东)生态环境科技有限公司		
联系电话			手机	18262603434		
家庭住址	天津市津南区首创悦山郡3-2704		住宅电话	18262603434		
通讯地址及 邮政编码	天津市津南区首创悦山郡3-2704 300350		电子信箱	Lwdi007@163.com		
毕业学校	南京工业大学	文化程度	研究生	学位	硕士	
职务\职称	工艺工程师	专业\专长	市政工程	毕业时间	2018年7月	
外语语种	英语	熟练程度	A. 精通 <input checked="" type="checkbox"/> B. 熟练 C. 良好 D. 一般			
曾获奖励及 荣誉称号情况： (项目名称、获奖时间)		无				
参加本项目的起止时间		从2019年9月至2021年8月				
对本项目 主要 技术 贡献	作为主要完成人，参与现场实验工作，负责工艺运行方案及催化剂制备方案的筛选与设计。					
声 明	<p>本人对推荐书内容及全部附件材料进行了审查，全部内容和材料属实，并对推荐材料的真实性负责。</p> <p style="text-align: center;">本人签名(要求正楷):</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>					

四、项目简介

项目所属科学技术领域.主要内容.特点.促进环保科技进步作用及应用推广情况

1、本项目所属科学技术领域

环境保护

2、主要内容

高浓度难降解混合化工废水处理一直是水处理领域的难题，寻求高效、低成本的处理技术是该领域的迫切需要解决的关键问题。通过研究过氧化氢非均相催化氧化机理，开发高效低成本固相催化剂，探索物理场在催化氧化系统中的作用，构建以过氧化氢非均相催化氧化为核心的复合高级氧化系统，开发高效低成本的高浓度难降解有机废水处理工艺。具体研究内容包括：

(1) 非均相过氧化氢催化氧化催化剂优化制备与污染物去除性能研究：通过制备过氧化氢催化氧化非均相催化剂，将铁离子固定化为固相催化剂，研究出了适合于非均相过氧化氢催化氧化技术的铁氧化物催化剂，Fe/C 催化剂及 Cu/Fe 双金属催化剂，同时基于 Cu 系催化剂具有较宽的 pH 范围，开发 Cu/Ni 双金属催化剂。

(2) 物理场对过氧化氢非均相催化氧化的作用原理研究：探索物理场在催化氧化系统中的作用，建立了基于铁基催化剂温度场、紫外和铜基催化剂微波增强非均相过氧化氢催化氧化反应体系，构建以过氧化氢非均相催化氧化为核心的复合高级氧化系统。

(3) 非均相过氧化氢催化氧化增强系统的应用研究：针对不同化工废水，考察基于温度场的非均相过氧化氢催化氧化增强技术对喹啉的降解效能，分析微波对系统处理煤化工二级出水效果的影响；研究紫外光增强非均相过氧化氢催化氧化深度处理焦化废水运行情况。

(4) 高浓度难降解化工废水处理工艺研发：以项目研究的非均相过氧化氢催化氧化增强体系为核心，构建高效低成本的高浓度难降解有机废水处理工艺，应用于新海工业园区化工废水处理，分段投加氧化剂，形成多级氧化体系，解决目前非均相过氧化氢催化氧化系统应用于高浓度有机废水处理过程中易堵塞，活性降低等问题，实现高浓度有机废水高效处理。

3、特点

通过对非均相过氧化氢催化氧化技术的全面研究，开发高效低成本固相催化剂，研究制备出了适合于非均相过氧化氢催化氧化技术的多种催化剂，探索物理场在催化氧化系统中的作用，建立了温度场、紫外和微波增强非均相过氧化氢催化氧化反应体系，构建以过氧化氢非均相催化氧化为核心的复合高级氧化系统，并应用于化工废水处理，取得了较好的污染物去除效果，基于上述研究将非均相过氧化氢催化氧化增强反应体系应用于新海工业园区高浓度化工废水处理，达到排入新海污水处理厂的要求，解决了园区化工废水存放的隐患。

4、主要产出

本项目申报国家发明专利 4 项（授权 4 项）。

5、应用推广情况

新海工业园区化工废水具有高 COD 和高盐特点，不能直接排放或进行生化处理，需经过专门预处理后方可排入新海污水处理厂进一步处理。依托本项目研究解决了新海工业园区内由于历史原因，存放的大量化工废水。项目成果已经产生了明显的社会效益和经济效益，成果推广和应用前景良好。