

2026.3.22 杭州

微电调控高级氧化还原技术开发及工程化应用

报告人：韩卫清



南京理工大学
NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY

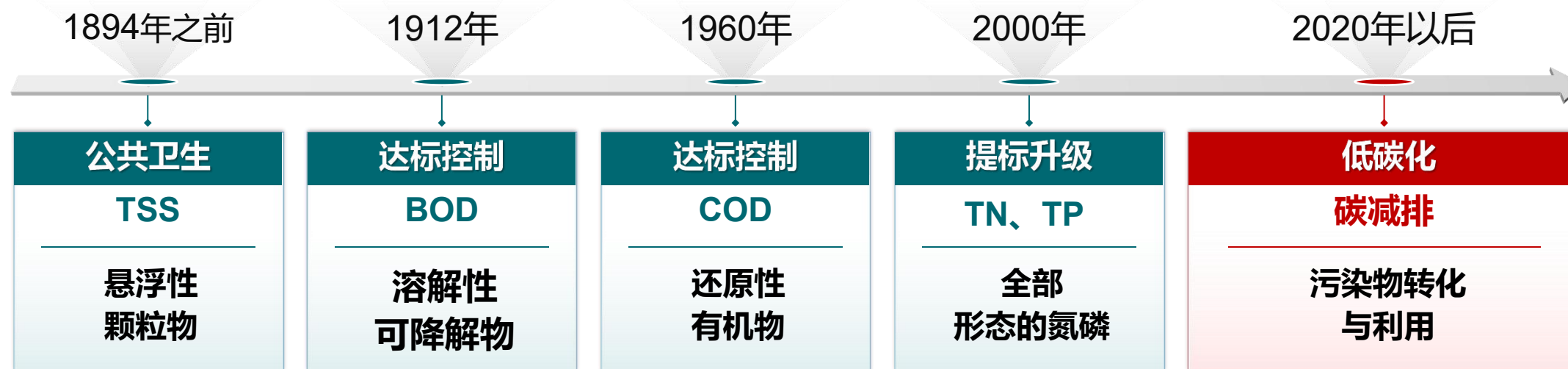
目 录

1. 研究背景
2. 设备开发
3. 技术构建与成果
4. 典型应用案例
5. 总结和建议

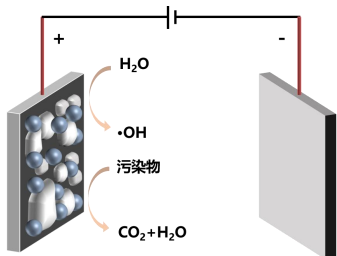


1. 研究背景——电化学水处理技术优势

工业污染防治向资源化利用和健康管控转变，**污染物深度净化和低碳技术**成为重大需求和前沿热点



电化学技术



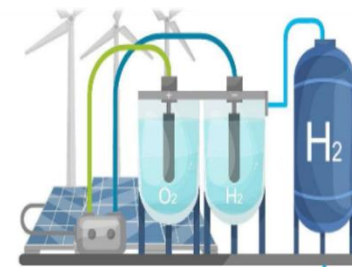
← 污染物高效去除



← 无二次污染



← 低碳节能



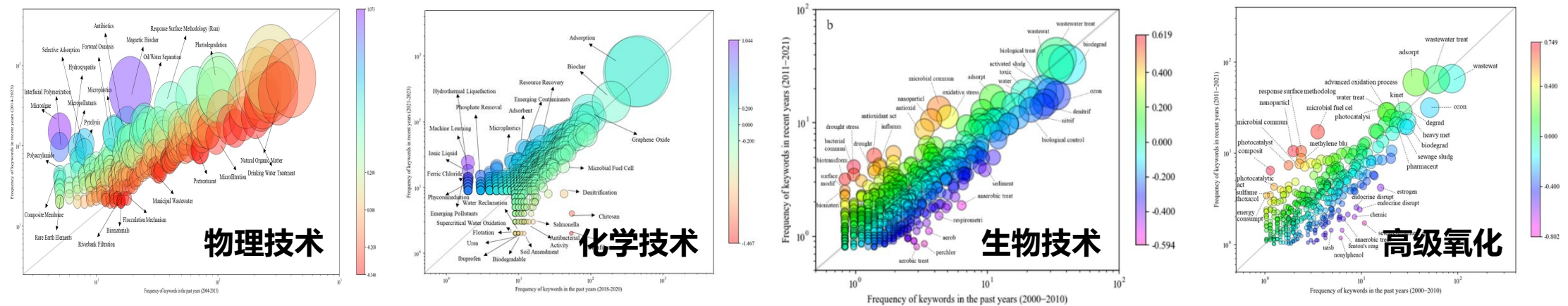
← 资源化回收

电化学水处理技术具**污染物高效去除、环境友好、低碳节能和资源回收**的优势和特点是实现废水**碳污协同**和**风险控制**的最有效方法之一

1. 研究背景----电化学水处理技术优势

面对行业新难题：高盐、高毒性工业废水向靶向化、清洁化、资源化处理理念转变

技术难点和技术需求：高效、短程、低耗；并突破氧化与还原实现高效耦合



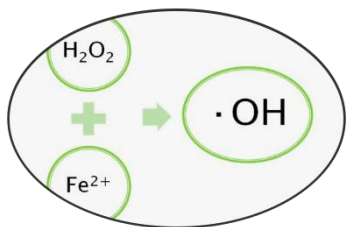
电化学技术是实现废水减污、降碳、水质健康最有效途径之一

电化学技术兼具电子传递、多级活性物种介导的氧化与还原特性
是实现废水碳污协同和风险控制的最有效方法之一

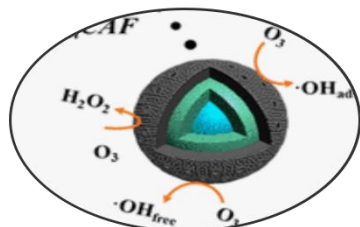
1. 研究背景---电化学水处理技术优势

当前技术的局限性不能满足复杂水质环境的使用需求

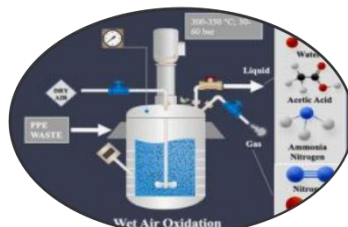
当前技术



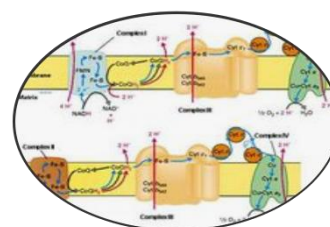
➤ Fenton氧化



➤ 催化臭氧氧化



► 湿式氧化



► 生物技术

● ● ● ● ● ● ● ● ● ●

自由基淬灭、氧化停滞

催化剂失活

盐分影响，效率受限

生物抑制性

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

电化学技术可以实现不同水质背景下的微环境调控，高级氧化可以有效进行，是实现污染物降解的最有效方法之一

1. 研究背景----电化学水处理技术优势

电化学水处理技术可以作为多种传统工艺的替代或强化策略

ACCOUNTS
of chemical research

Cite This: Acc. Chem. Res. 2019, 52, 596–604

pubs.ac

The Prospect of Electrochemical Technologies Advancing
Worldwide Water Treatment

Published as part of the Accounts of Chemical Research special issue "Water for Two Worlds: Urban
Communities".

Brian P. Chaplin*



Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

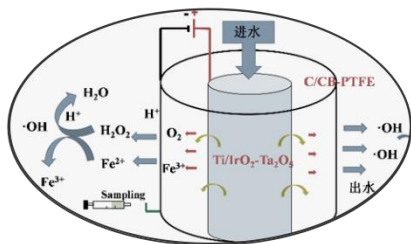
Current Opinion in
Electrochemistry

Editorial overview: Electrochemical technologies for
wastewater treatment with a bright future in the
forthcoming years to benefit of our society

Carlos A. Martínez-Huitle, Ignasi Sirés and

➤ Fenton氧化

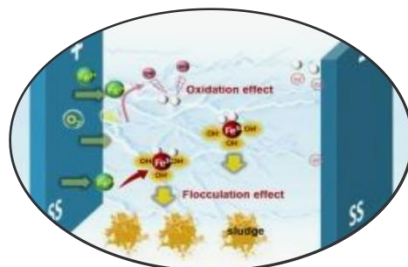
➤ 电Fenton氧化



药剂投加减少、
铁泥削减

➤ 絮凝

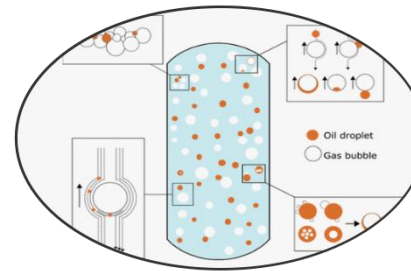
➤ 电絮凝



药剂减少、
精准控制

➤ 气浮

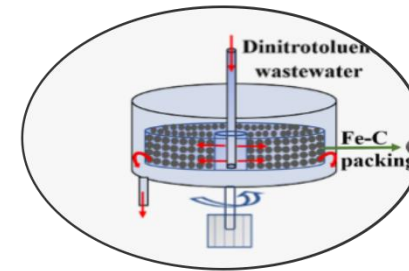
➤ 电气浮



适用性强

➤ 微电解

➤ 电还原



不易钝化、
无药剂添加

1.项目背景——装备化需求

政策背景

➤ 工信部发布的《环保装备制造业高质量发展行动计划》指出：

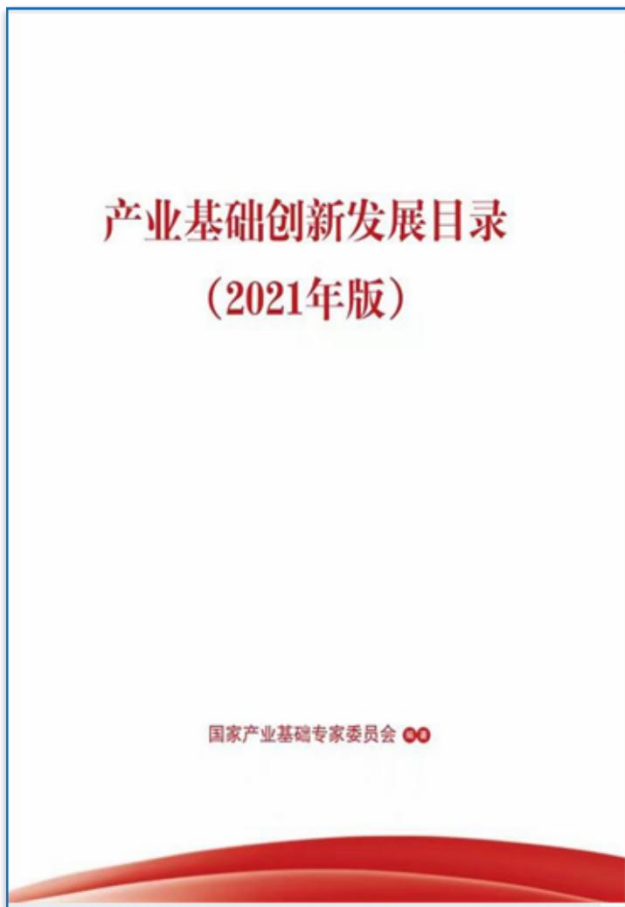
在工业废水治理领域，重点推广工业废水深度处理及毒性削减装备、低能耗工业废水处理装备

《二十大报告》：“建设美丽中国要着力解决突出环境问题”、《“十四五”环境健康工作规划》、《新污染物治理行动方案》、《环保装备制造业高质量发展行动计划（2022 - 2025年）》、《工业领域碳达峰实施方案》、《减污降碳协同增效实施方案》、环保装备制造业高质量发展行动计划（2022—2025年）



1. 项目背景——“五基”发展需求

➤ 本项目相关技术入选《产业基础创新发展目录（2021 年版）》（简称“五基”发展名录）



76 产业基础创新发展目录（2021 年版）	
基础材料	
序号	产品和技术名称
1	超低温 SCR 脱硝专用催化剂
2	高效低能耗 CO ₂ 捕集吸附剂
3	挥发性有机物（VOCs）低温燃烧催化剂
4	挥发性有机物（VOCs）吸附浓缩分子筛
5	汽车尾气三效催化剂专用高性能铈基储氧材料
6	高炉煤气有机硫（COS）水解催化剂
7	烧结烟气一氧化碳（CO）氧化催化剂
8	柴油车尾气净化专用高性能脱硝小孔分子筛催化材料
9	除尘用高温金属柔性膜材料
10	煤气净化吸附用微晶材料
11	水处理用基于聚乙烯隔膜的 高效选择性纳滤膜（PENF）
12	水处理用纳米平板陶瓷膜
13	水处理菌剂
14	水处理用悬浮填料
15	适用于高浓度双氧水制取的阴极催化材料
16	水处理高级氧化高性能长寿命催化剂
17	水处理用高性能絮凝剂

环保、低碳及资源综合利用装备领域 77	
序号	产品和技术名称
18	靶向重金属吸附土壤调理剂
19	城市轨道交通减振用聚氨酯材料
基础制造工艺及装备	
序号	产品和技术名称
1	水泥、玻璃行业除尘脱硝一箱化工艺
2	高压损强制风冷结构炉排片制备工艺
3	半导体制程专用超纯高浓度臭氧装置
4	锅炉烟气治理用超高速化学吸收除臭技术
5	高浓度难降解含盐废水深度处理装备
6	水处理用深度脱氮生物过滤装备
7	高热值水冷炉排片加工制造工艺
8	生活垃圾智能分选工艺装备
9	含油污泥热水解+闪蒸处理工艺
10	冶金行业固废综合利用回转窑工艺与装备
11	污泥深度干化与资源化技术与装备
12	钢渣、铸渣、钎钎渣粉磨处理工艺与装备

78 产业基础创新发展目录（2021 年版）	
序号	产品和技术名称
13	黄磷炉气高温干法膜过滤工艺
14	水处理装备模块化标准化智能化制造工艺
15	高盐有机废水电化学调控高级氧化强化处理工艺
16	有机固废好氧发酵智能装备
17	污泥、粪渣一体化干化焚烧设备
18	生活垃圾焚烧飞灰等离子体熔融资源化技术与装备
19	医疗废物等离子体气化熔融无害化处置技术与装备
20	有机污染场地电阻加热强化微生物绿色耦合原位修复工艺及装备
21	有机污染场地高通量模块化直接热解吸异位修复工艺及装备
22	大宗固废制备功能性材料的关键工艺技术
23	有机涂层钢基废材高效热解再生与保级利用技术及装备
24	废铅酸蓄电池湿法短流程回收处理技术及装备
25	中低温失活 SCR 脱硝催化剂的再生技术及装备
26	有机固体废弃物资源化处置及能源化处理技术及设备
27	基于臭氧法的晶体乙醛酸一水合物制备基础制造工艺

核心材料、设备和工艺技术：“高产双氧水阴极膜材料制备”、“电化学氧化含盐废水预处理设备”和“高盐废水电化学调控高级氧化处理工艺”；列入了重点发展和支持名录

目 录

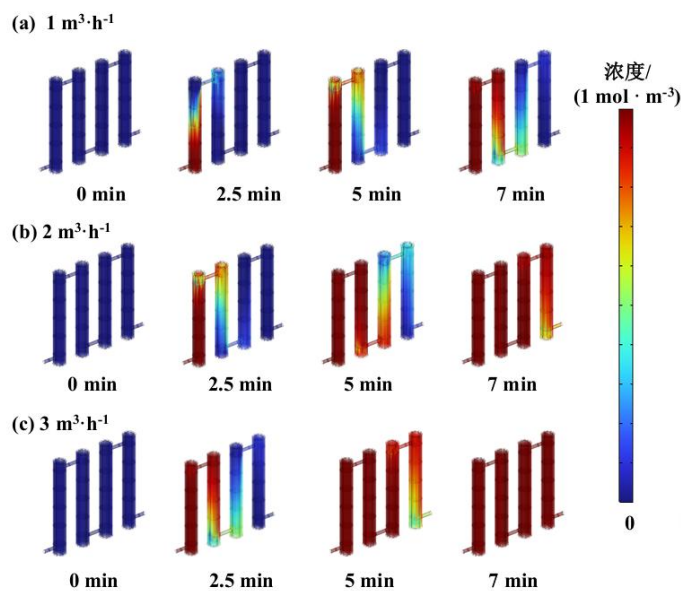
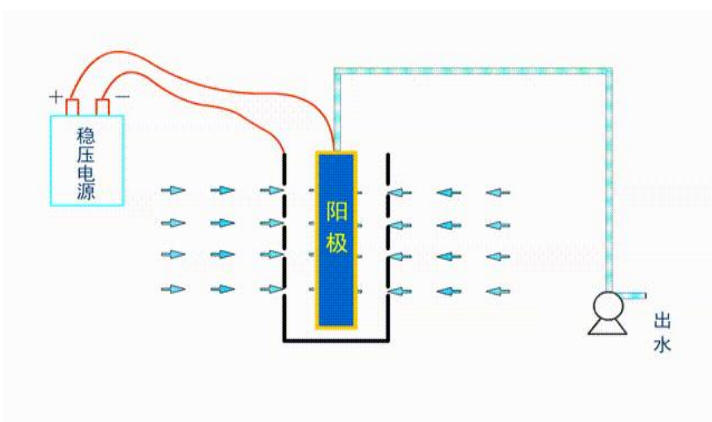
1. 研究背景
2. 设备开发
3. 技术构建与成果
4. 典型应用案例
5. 总结和建议



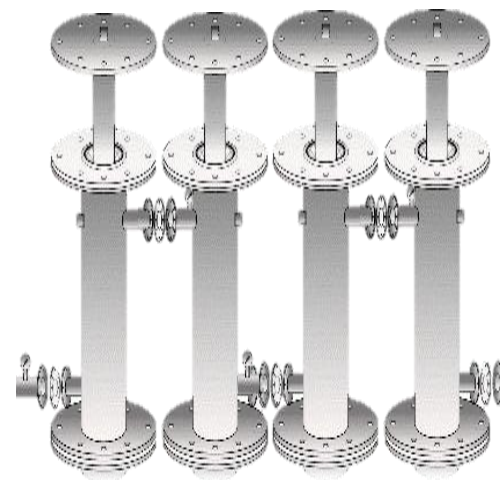
2.装备化开发

反应器的合理设计在反应中起到非常关键的作用，结合适配的反应器是应用的关键

- 开发管式电催化膜电极反应器
- 开发微/窄通道管式电化学反应器



***传质增强**
(传质效率比平板电极提高5.6~5.8倍)



***示意与实物照片**

可以依据水质和水量及其处理效果灵活选配管式电极组件和数量

实现模块化生产和组装，使电化学反应器设计标准化、操作简易化，满足多种应用场景需求

2、电极加工组装现场

◆ 装备产品：管式窄通道电化学反应器

成品组装



安装现场



实现了模块化生产和组装，使电化学技术处理化工废水设计标准化、操作简易化

目 录

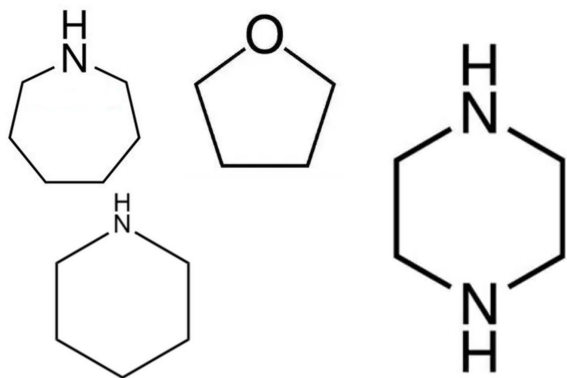
1. 研究背景
2. 设备开发
3. 技术构建与成果
4. 典型应用案例
5. 总结和建议



3. 技术构建

场景

- 低分子环烷烃、哌啶等饱和杂环类物质



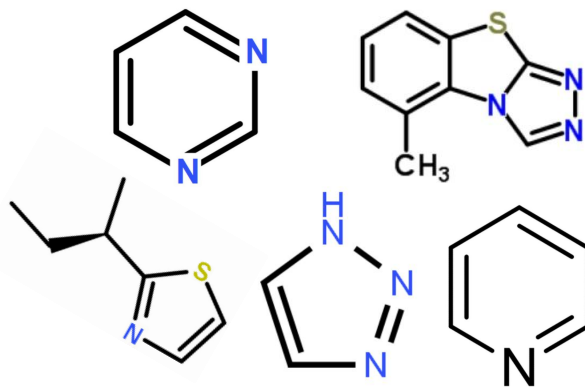
电化学直接氧化-还原技术

直接e⁻介导

技术

原理

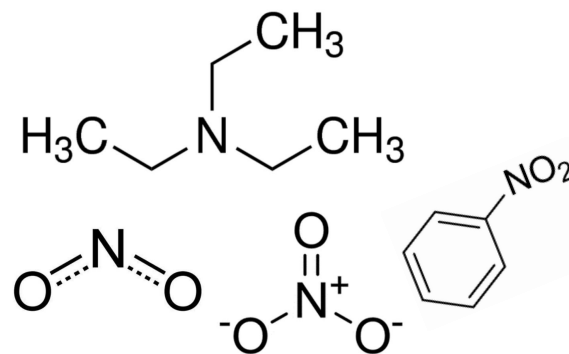
- 嘧啶、环唑等不饱和杂环类物质



电化学调控-Fenton/O₃耦合技术

·OH介导

- 硝基、氯溴等取代有机物、硝态氮、氨氮等无机物质

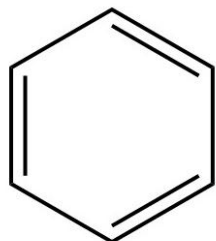


电化学阴极还原-阳极氯介导耦合技术

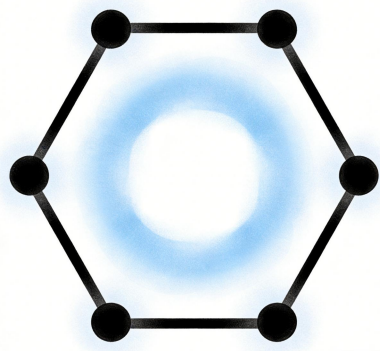
H⁺、Cl[·]介导

依据污染物特性，构建活性物种介导的电化学还原氧化技术

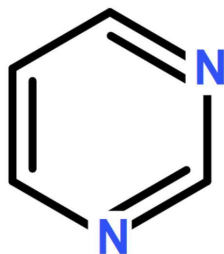
3. 技术构建——氮的引入电子云收缩



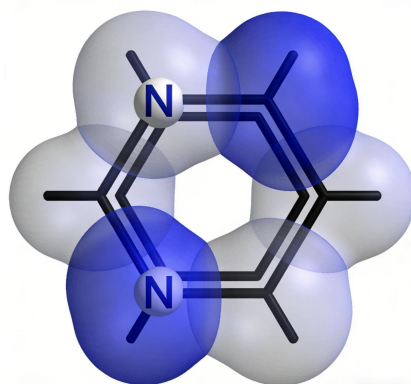
苯环



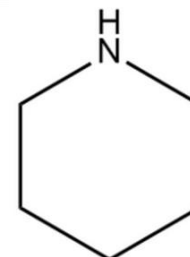
6个共轭电子



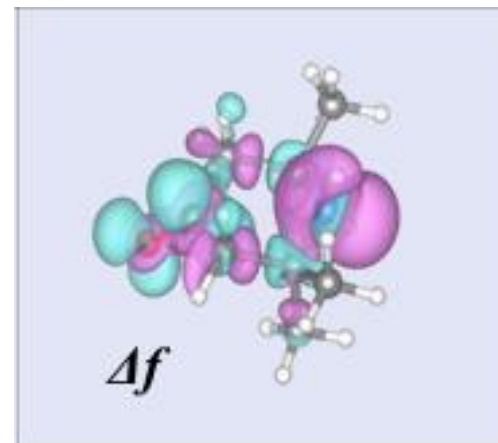
吡啶环



6个共轭电子 (氮原子中心电子云密度强, 碳位点缺电子)



哌啶环



0个共轭电子

氮原子的引入电子云收缩形成高密度分布中心, 且随着共轭电子的减少, 导致热力学和化学稳定性稳定性增强, 活化能较高

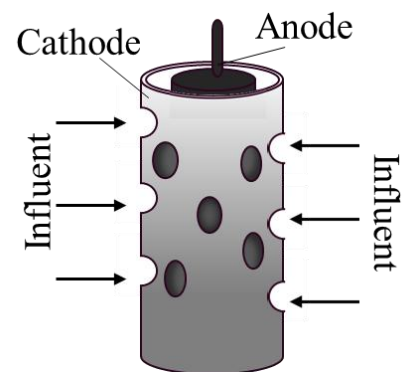
3.1 e⁻介导的电化学直接氧化技术

难题

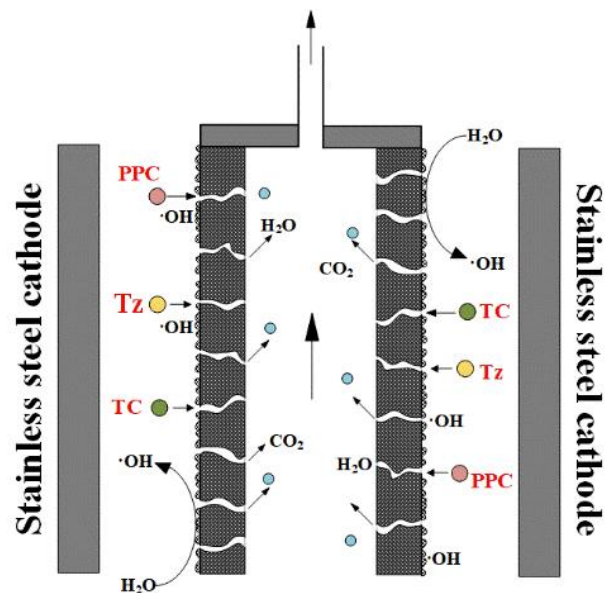
环己亚胺、哌啶、四氢呋喃等有机物电子云区域分布较为均匀，自由基进攻位点少，难以降解

突破

基于管式电催化膜过滤深度处理关键技术，精准控制污染物降解与定向转化

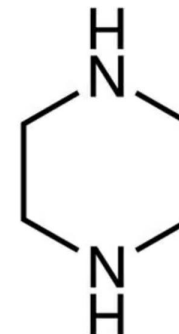
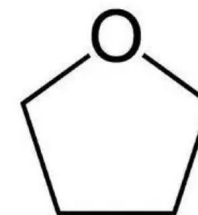
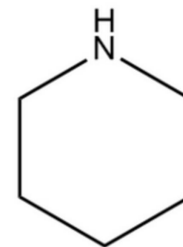
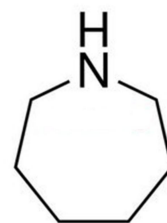


管式膜电极示意图



电化学直接氧化技术原理图

➤ 低分子环烷烃、哌啶等饱和杂环类物质



实现了环烷烃、四氢呋喃、哌啶类等饱和环状有机物有效开环，有机碳源转化率达95%以上

3.1 e⁻介导的电化学直接氧化技术

难题

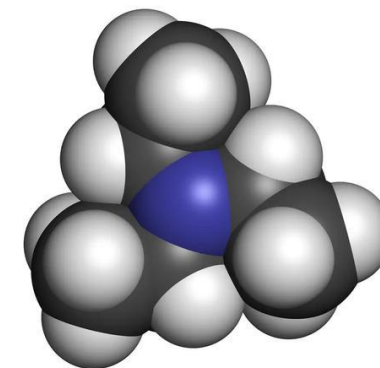
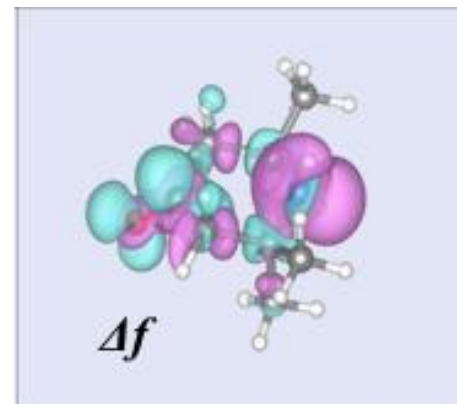
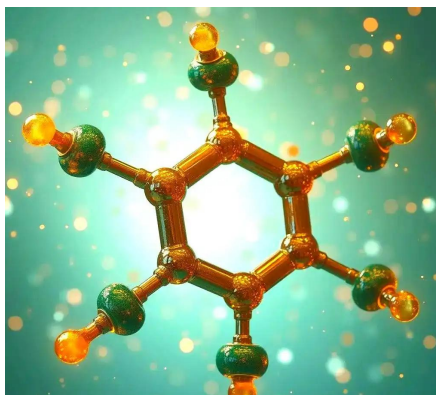
环己亚胺、哌啶、四氢呋喃等有机物电子云区域分布较为均匀，自由基进攻位点少，难以降解

突破

基于管式电催化膜过滤深度处理关键技术，精准控制污染物降解与定向转化

理论与技术

- 基于管式膜电极流道限定特性，**构筑过滤型反应器**，增加**有效碰撞面积**，提高电化学反应效率，实现**直接电子介导**，持续降解难开环污染物以及污染物定向转化



苯环、哌啶、三乙胺的电子云分布

实现了环烷烃、哌啶类等饱和环状有机物有效开环降解，有机碳源转化率达95%以上

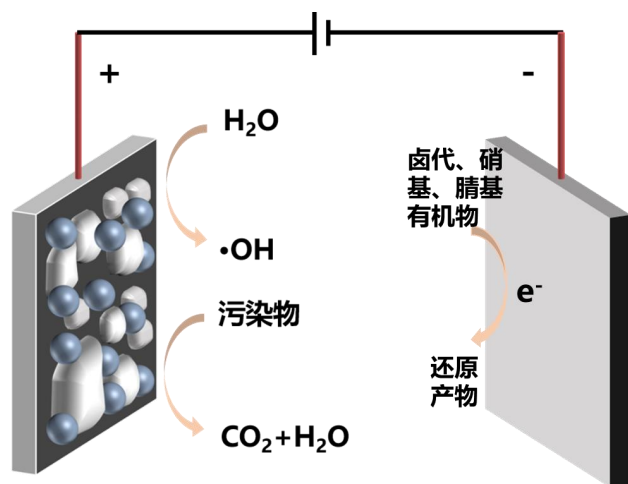
3.2 e⁻介导的电化学直接氧化-还原技术

难题

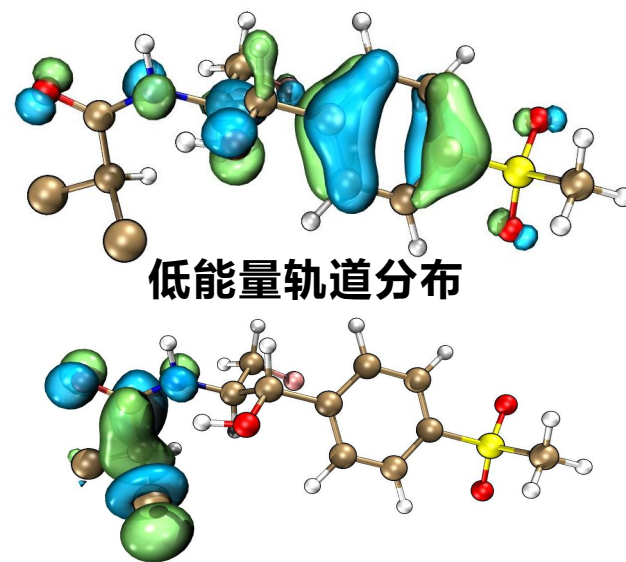
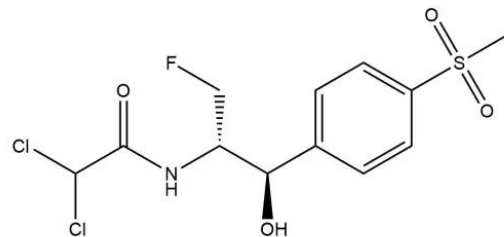
氟苯尼考等含卤素有机物，卤素吸电子能力强，电子云分布发生偏移，能量高，需要还原与氧化同步进行，降低轨道能量

突破

基于管式电催化膜过滤深度处理关键技术，精准控制污染物降解与定向转化



电化学直接氧化-还原技术原理图



氟苯尼考的能量轨道分布

实现了氟苯尼考等含卤素抗生素残留的有效脱毒和转化，保障后续生化系统的稳定运行

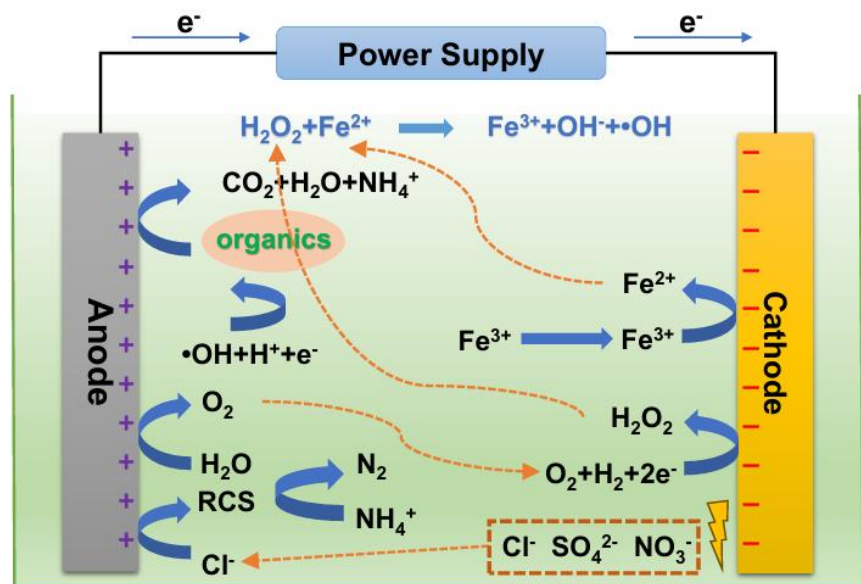
3.3 ·OH介导的电化学调控

难题

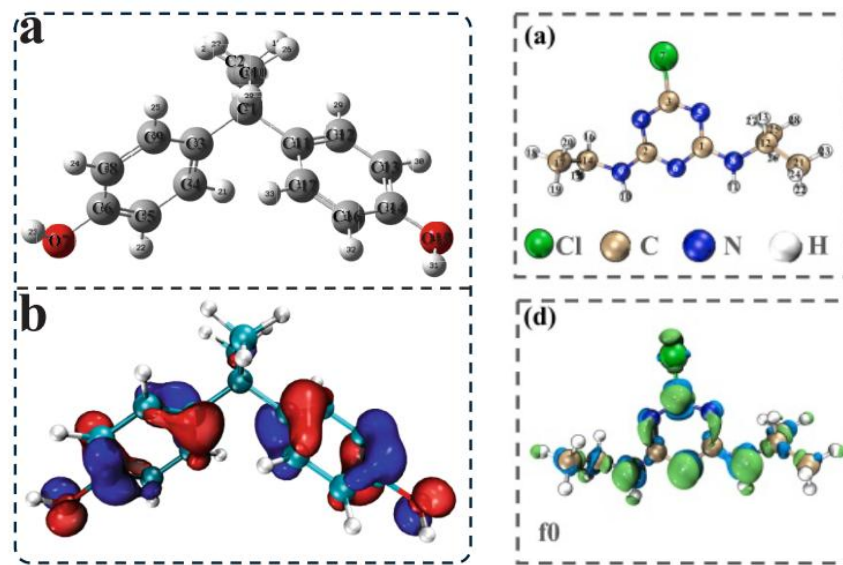
不饱和烷烃和杂环等富电子区域位点较多，易受自由基进攻开环降解，但阳极氧化产·OH能力有限

突破

采用电化学调控芬顿耦合技术，提高·OH生产及氧化效率



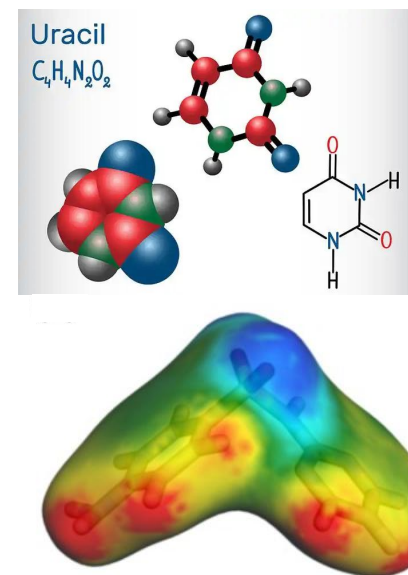
电化学调控-芬顿耦合技术原理图



双酚A

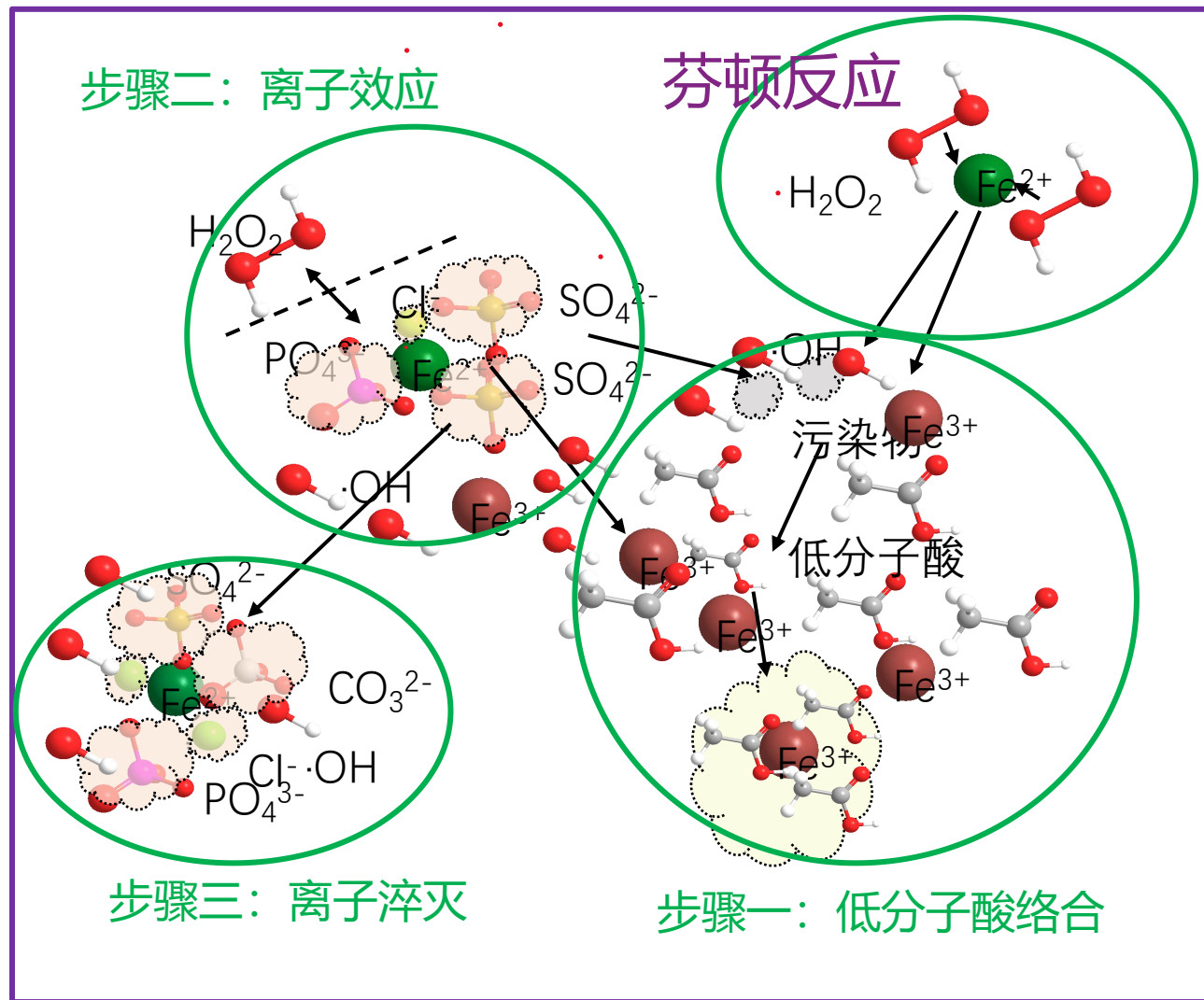
阿特拉津（三嗪氮杂环）

磺胺嘧啶



实现嘧啶、环唑、唑啉等多种毒性污染物的高效特异性转化、实现的高效靶向降解为低分子有机酸，急性毒性趋零，提高了碳转化和有效利用，显著降低碳排放量

3.3 ·OH介导的电化学调控（以Fenton氧化为例分析停滞原因）



步骤一：低分子酸络合

Fenton反应过程中三价铁离子与低分子酸形成稳定络合物，加剧了有机物去除难度

步骤二：离子效应, 氧化停滞

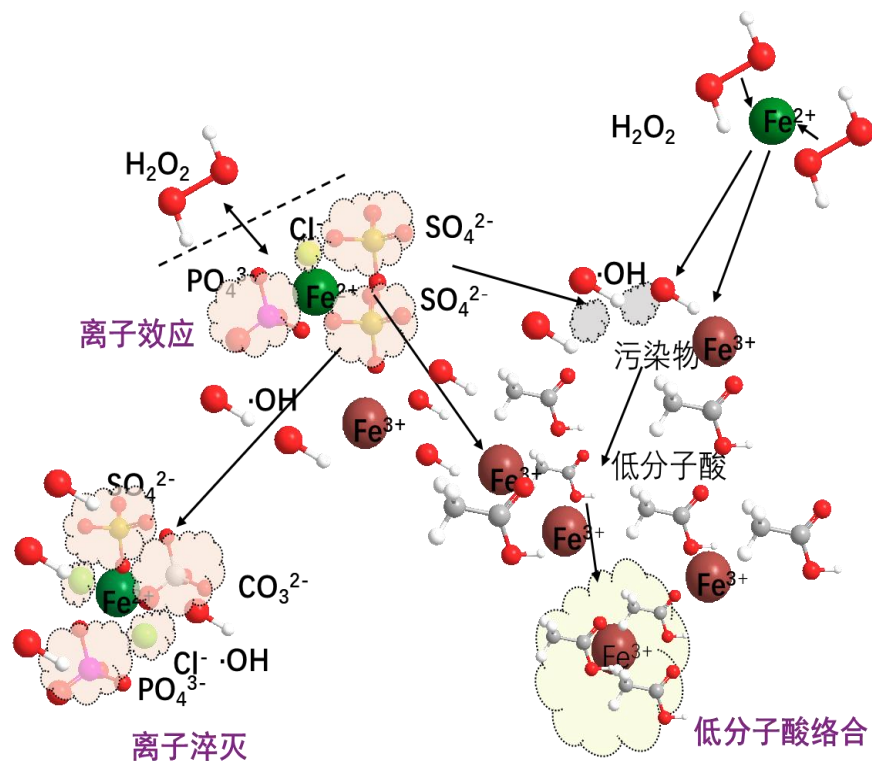
化工废水Fenton体系中存在大量复杂阴离子，会结合阳离子形成大分子团或是吸附有机物形成胶体颗粒，阻碍双氧水与二价铁离子接触碰撞

步骤三：阴离子淬灭，反应无效

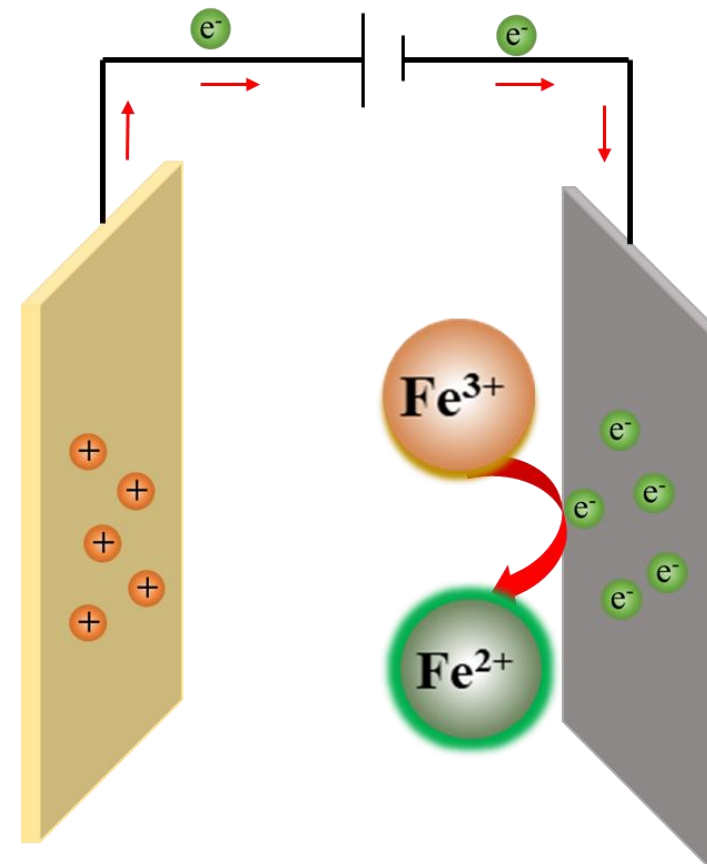
化工废水成分复杂，各种离子通常共存于反应体系中，造成对羟基自由基的淬灭，消耗自由基

3.3 $\cdot\text{OH}$ 介导的电化学调控（以Fenton氧化为例分析停滞原因）

解决方法一： Fe^{3+} 阴极还原 Fe^{2+} ，催化剂循环利用



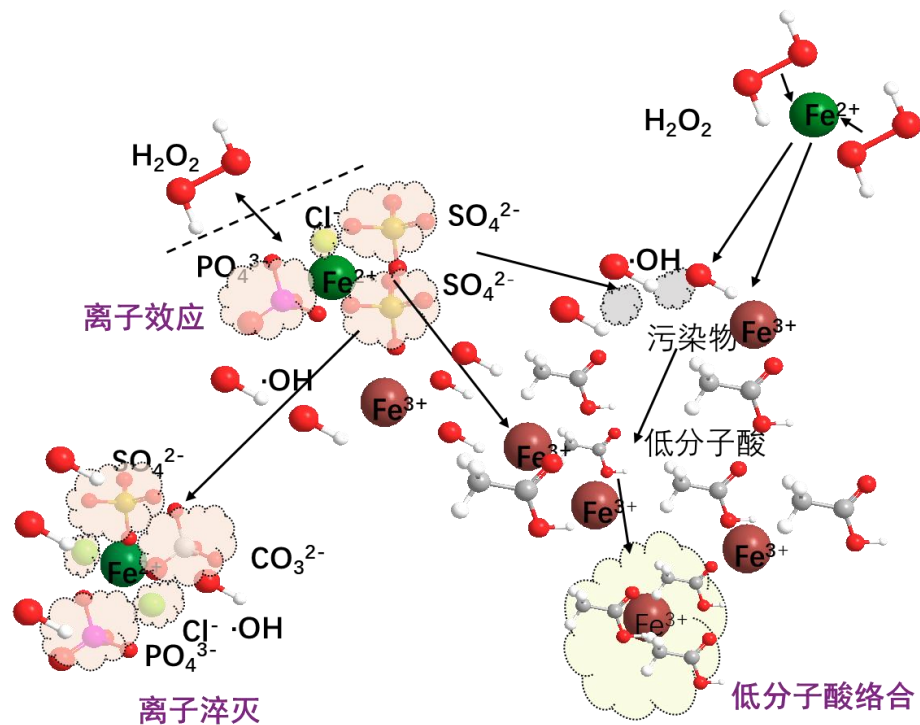
传统芬顿



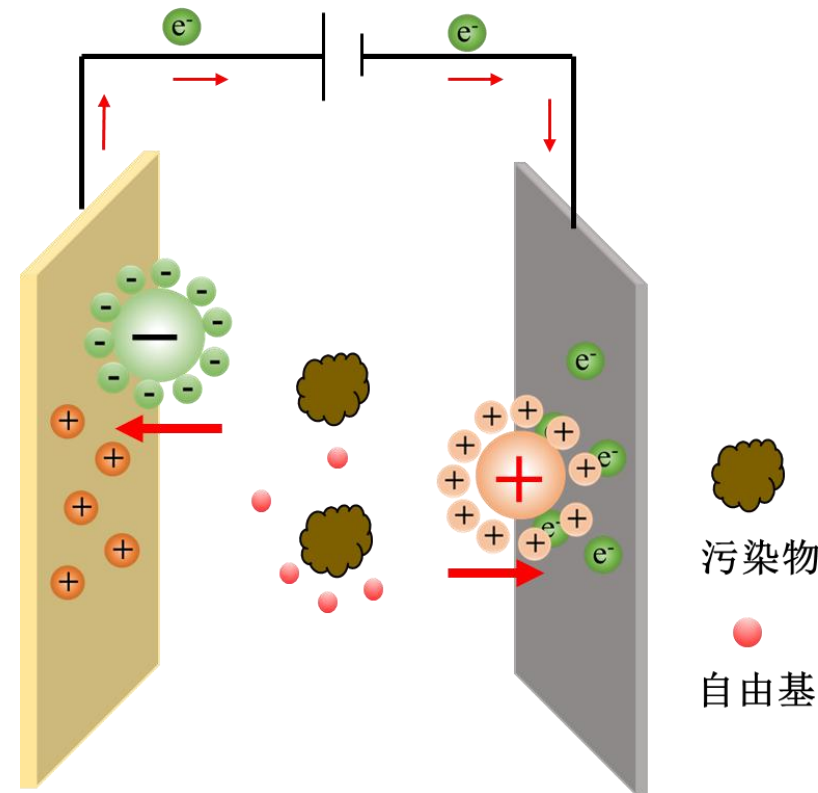
电化学调控

3.3 ·OH介导的电化学调控（以Fenton氧化为例分析停滞原因）

解决方法一：阴离子定向迁移，阻止离子效应和自由基淬灭



传统芬顿

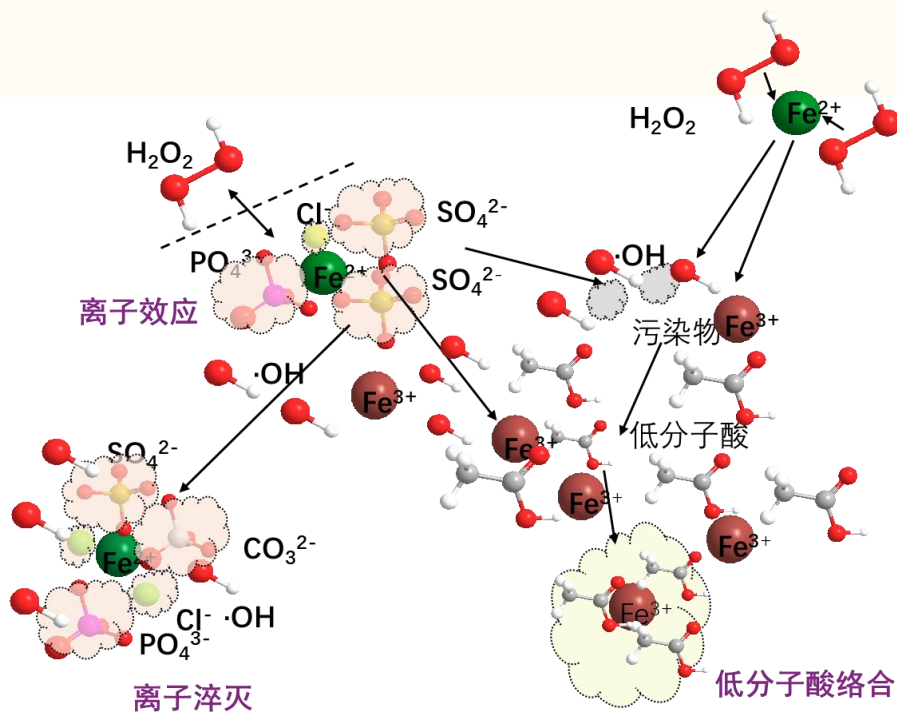


电化学调控离子定向迁移

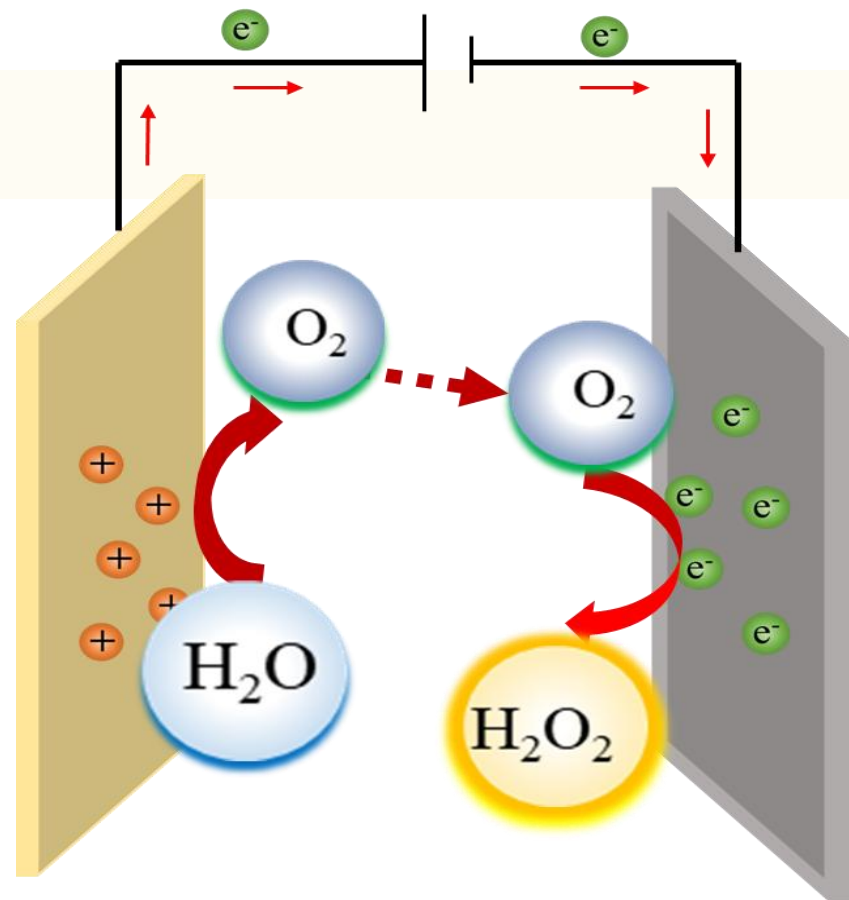
技术效果：解决了芬顿氧化停滞和电化学氧化效率低的问题；促进铁的循环利用，有效控制了离子效应发生，实现了阴阳极协同，铁泥产生量降低80%，氧化效率提升50~70%；在温和条件下实现COD可持续降解，可达70~90% 以上

3.3 ·OH介导的电化学调控（以Fenton氧化为例分析停滞原因）

解决方法三：分子氧超溶导促，阴极利用，双氧水产生



传统芬顿



电化学调控

3.3 ·OH介导的电化学调控（形成电化学调控-芬顿耦合技术）

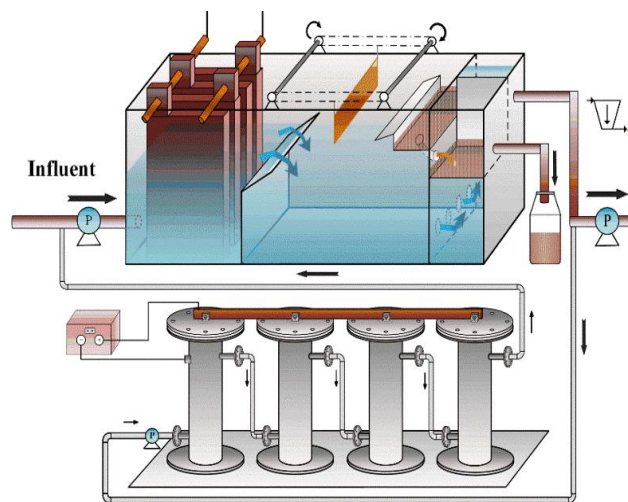
问题

高盐高污染化工废水，存在离子效应和自由基淬灭的现象，造成高级氧化能耗升高，甚至反应停滞

高浓度化工废水
预处理“能手”

解决方法

- 基于电芬顿和电化学理论，电化学调控离子定向迁移、络合及还原，实现污染物持续降解



1. 阳极析氧，超溶促导阴极ORR产生 H_2O_2 ，实现协同降解
2. Fe^{3+} 阴极还原 Fe^{2+} ，催化剂循环利用
3. 阴离子定向迁移，阻止离子效应和淬灭发生

发布团体标准

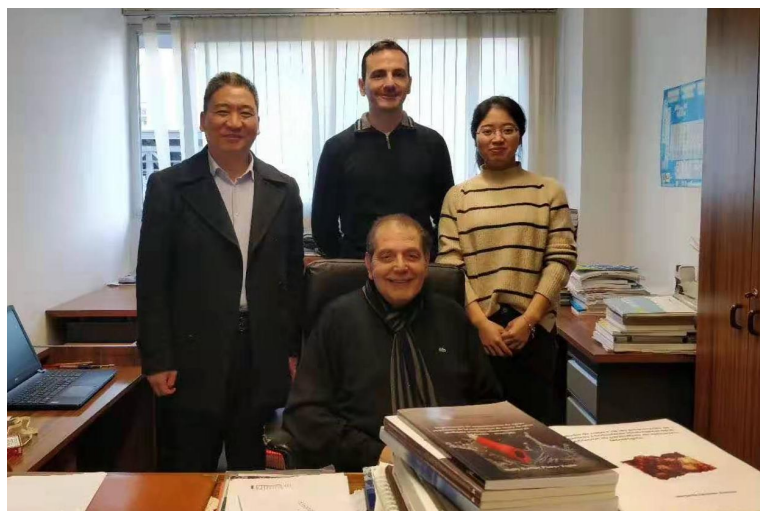
《废水处理技术规范 电芬顿氧化法》

发明了一种在温和条件下实现污染物持续降解的高级氧化方法

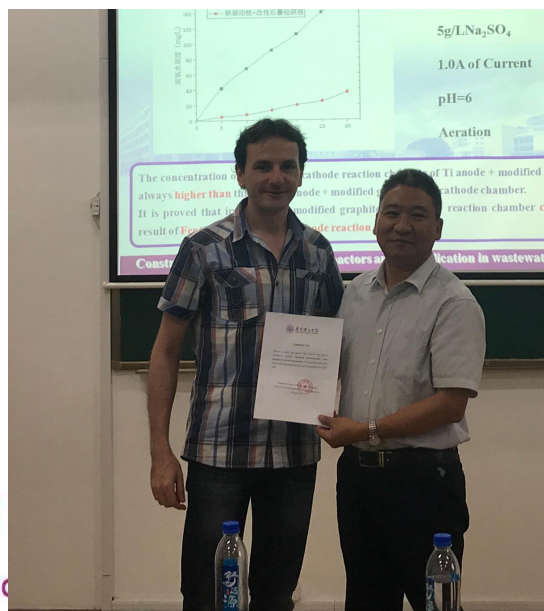
COD去除率70%以上， H_2O_2 : COD=0.5~0.7，比传统芬顿提升2~5倍；产泥量降低80%；运行费用降低2/3

3.3 ·OH介导的电化学调控（形成电化学调控-芬顿耦合技术）

国际合作



2019年春在巴塞罗那合影



巴塞罗那大学 Enric Brillas 和 Ignasi Sires

Enric Brillas

电化学水处理技术泰斗级教授，首创电芬顿技术等电化学催化技术，H指数64，担任Chemosphere副主编和JHM，ACB编委。

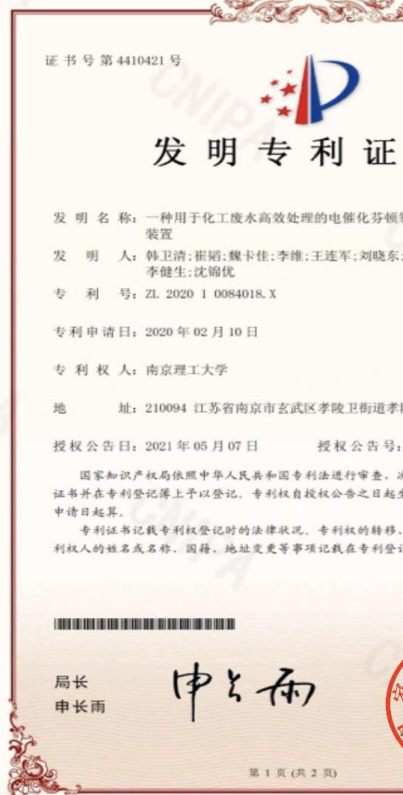
Ignasi Sires

研究方向为环境电化学，材料学，光催化技术等。近年来，参与及主编专著8部，在Chem. Rev., Appl. Catal. B: Environ., Environ. Sci. Technol. 及 Water Res.等SCI期刊上发表论文125篇，ESI高被引论文20篇，H指数42。

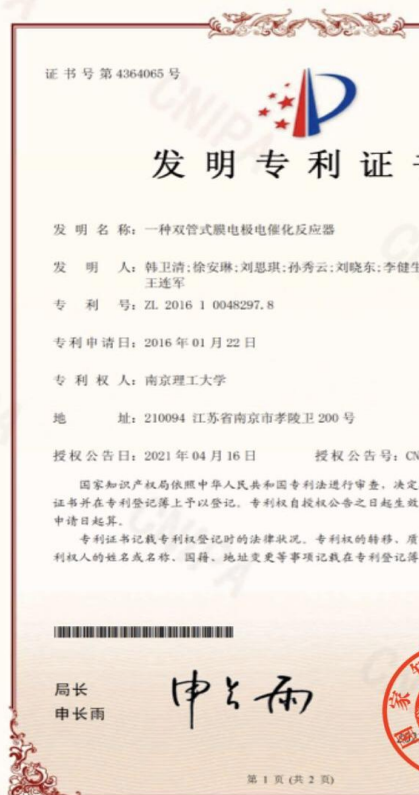
2018-2019年徐安琳由国家公派联合培养建立沟通，并合作发表论文3篇。

3.3 ·OH介导的电化学调控（形成电化学调控-芬顿耦合技术）

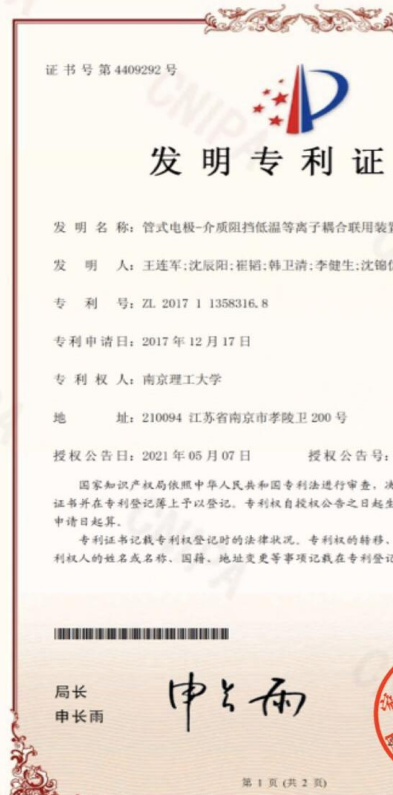
五项核心专利技术



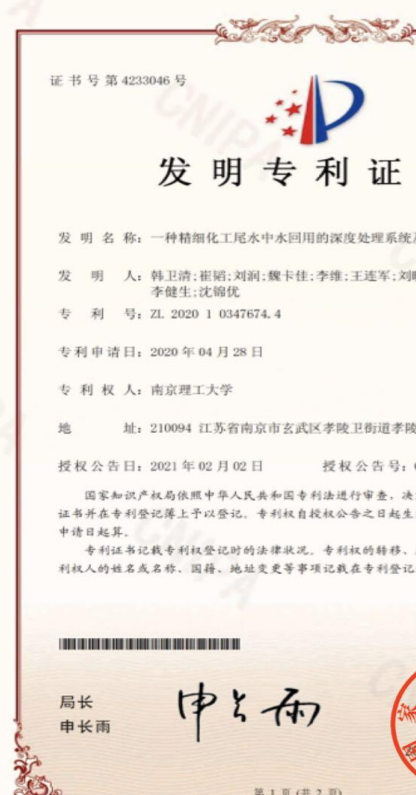
一种用于化工废水高效处理的电催化芬顿氧化-电化学氧化耦合工艺及其装置
(ZL202010084018.X)



一种双管式膜电极电催化反应器 (ZL 106995229A)



管式电极-介质阻挡低温等离子耦合联用装置
(ZL108083395A)



一种精细化工尾水中水回用的深度处理系统及方法
(ZL202010347674.4)

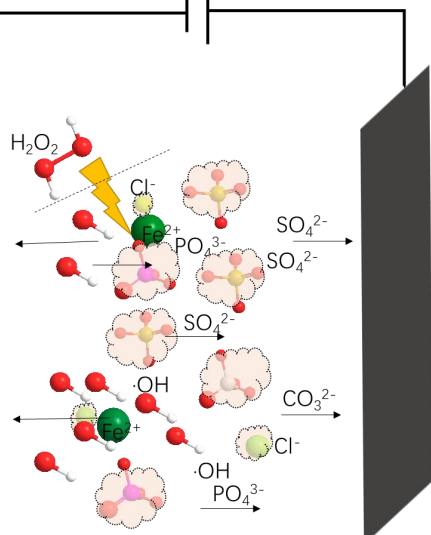


一种实现非均相芬顿氧化过程中自由基靶向氧化的装置及方法
(ZL202110348081.4)

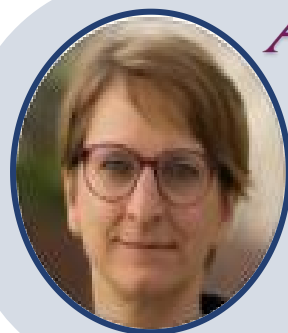
3.3 ·OH介导的电化学调控（形成电化学调控-芬顿耦合技术）

同行专家评价

离子定向迁移



阻止离子效应和淬灭发生



Anett Georgi 德国 Helmholtz 环境研究中心知名教授、环境领域权威学者

“电催化Fenton-电化学氧化耦合技术是当前唯一可实现有机物持续降解的可靠技术，具有引领作用”

——*SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT* 67 (2019)187-193

电化学关键技术取得重大突破，获得国内外同行专家的高度认可

3.3 ·OH介导的电化学调控-芬顿耦合技术

难题

不饱和烷烃和杂环等富电子区域位点较多，易受自由基进攻开环降解，但阳极氧化产·OH能力有限

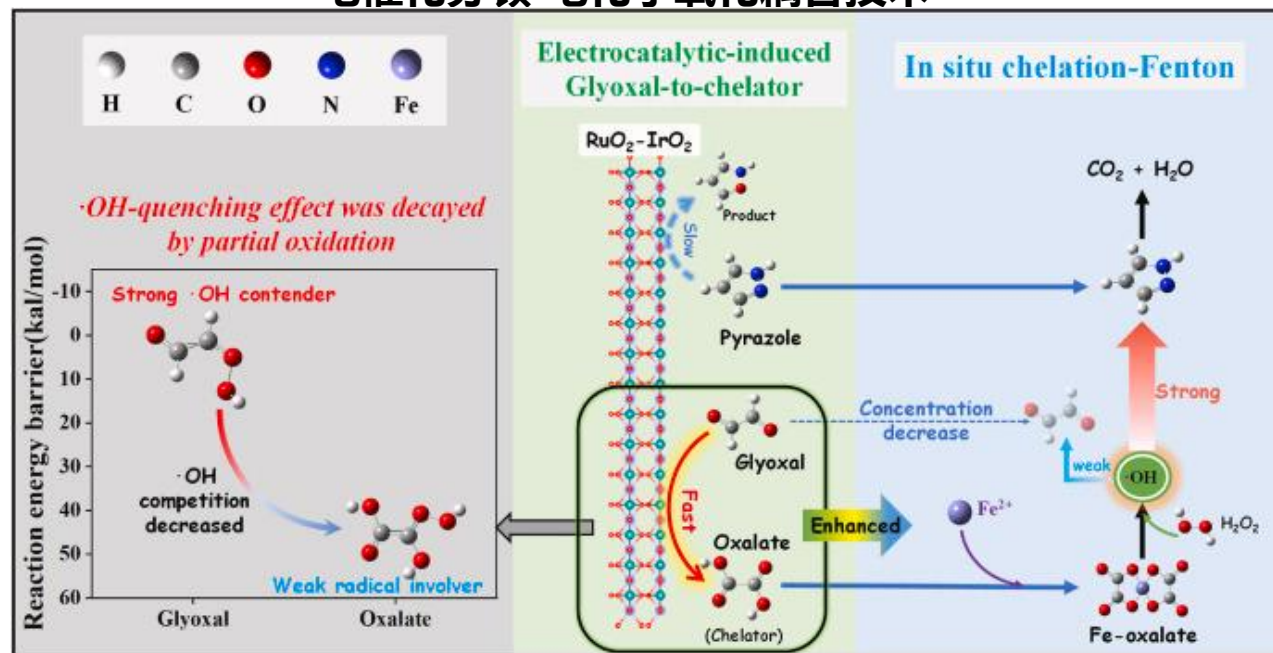
突破

采用电化学调控芬顿耦合技术，提高·OH生产及氧化效率

理论与技术

- 阳极析氧，阴极利用氧气 $2e^-$ 还原产生 H_2O_2
- 通过原位污染物到螯合剂的转化实现无额外螯合剂的 Fenton

电催化芬顿-电化学氧化耦合技术



实现**嘧啶、环唑、唑啉**等多种毒性污染物的高效特异性转化、实现的高效靶向降解为**低分子有机酸**，**急性毒性趋零**，提高了碳转化和有效利用，显著降低碳排放量

3.4 ·OH介导的电化学调控--臭氧催化氧化技术

难题

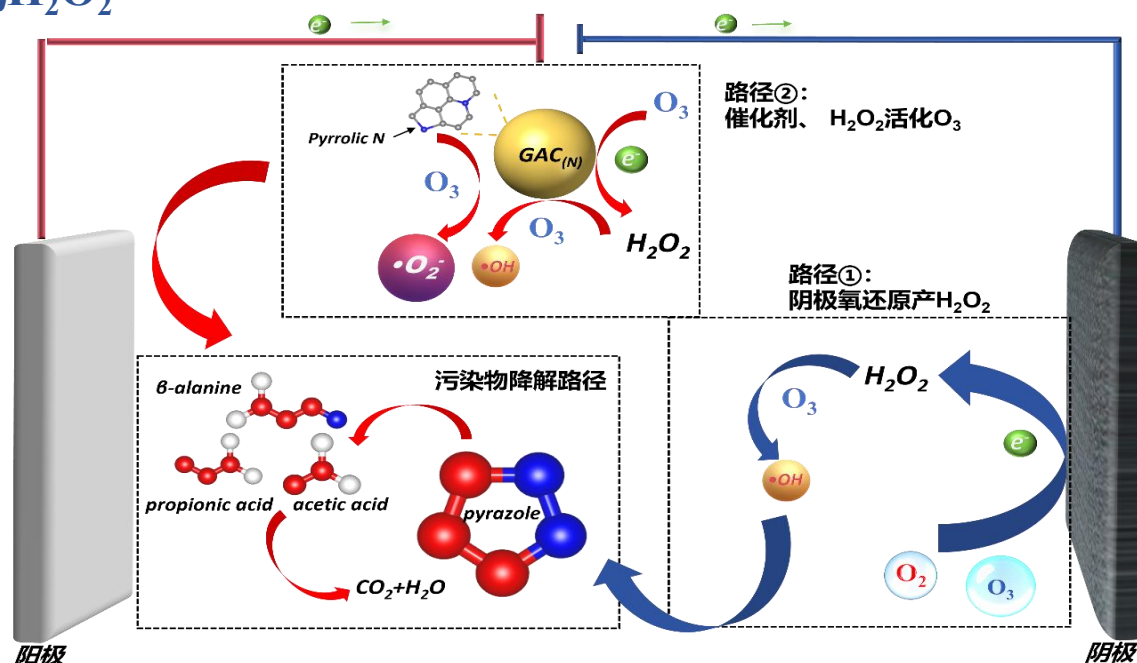
不饱和烷烃和杂环等富电子区域位点较多，易受自由基进攻开环降解，但阳极氧化产·OH能力有限

解决方法

- 利用管式膜电极，提供外部电子，克服催化剂向O₃传递电子所产生的失活问题
- 阳极氧化和阴极利用残留氧合成H₂O₂

理论与技术

- 阳极析氧，阴极利用氧气2e⁻还原产生H₂O₂
- 阴极原位产生H₂O₂活化臭氧、阴极激活催化剂催化臭氧



构建了多级氧介导活性物种生成，对嘧啶类、三环唑类杂环物质的 TOC去除率达85%以上，去除效率比常规非均相臭氧提高了23%，催化剂寿命提升4倍以上，急性毒性趋零，遗传毒性脱除90%以上。

3.5 “活性氯”介导的电化学氮脱除技术

难题

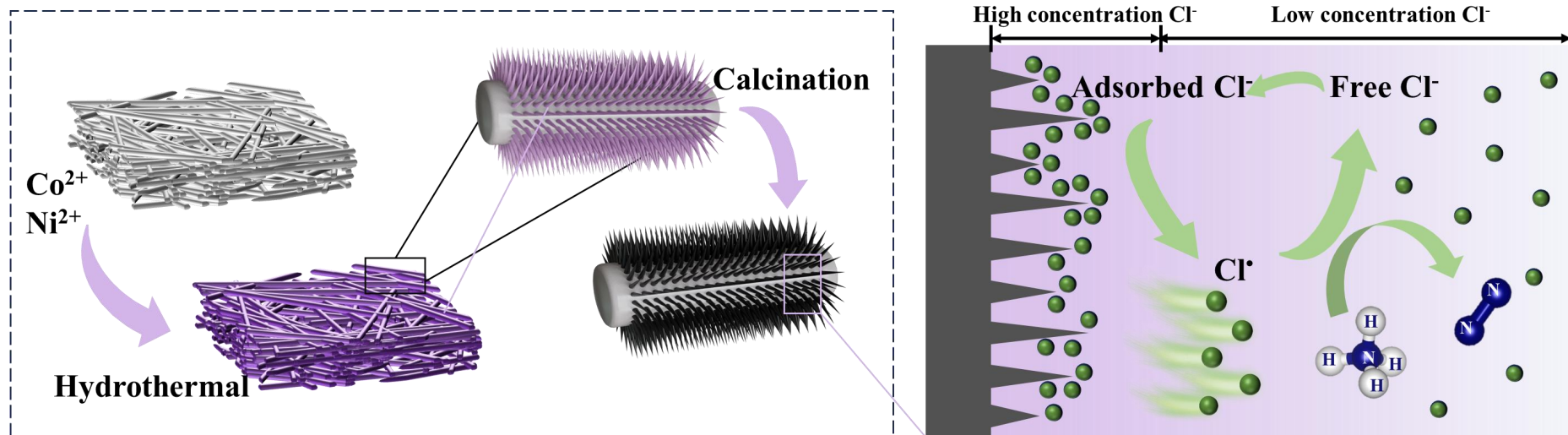
单一活性物种无法实现低分子有机氮及总氮的有效脱除

突破

通过构建电化学阳极氧化氯自由基生产-阴极改性硝态氮还原技术，实现总氮脱除

理论与技术

- 电解质调控阳极产生 $\text{Cl}\cdot$ ，实现有机碳源、氮源的定向转化及氮源去除



实现有机碳源、氮源的定向转化，总氮出水 $\leq 15\text{mg/L}$ ；较电化学氧化速率提升2-5倍，碳排放量减少60%

3.5 “活性氯”介导的电化学氮脱除技术

难题

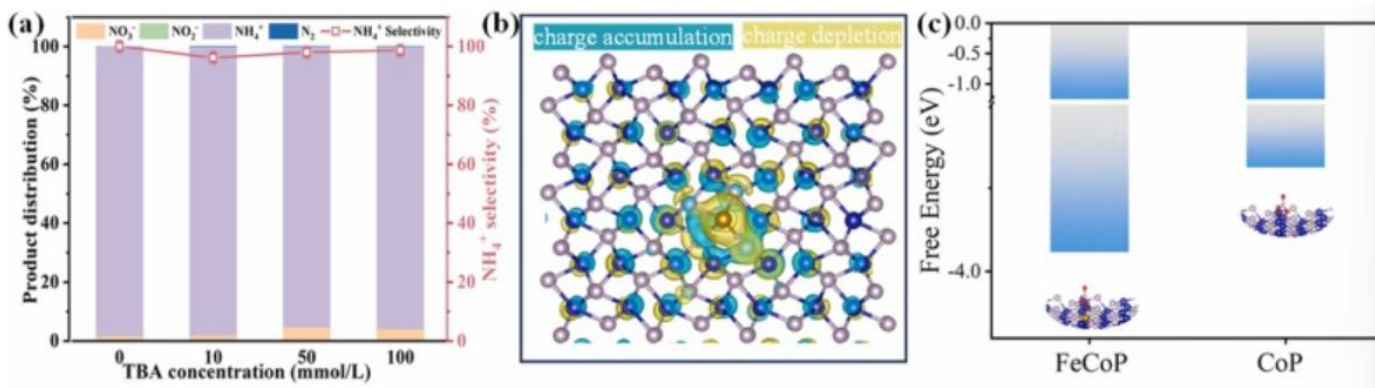
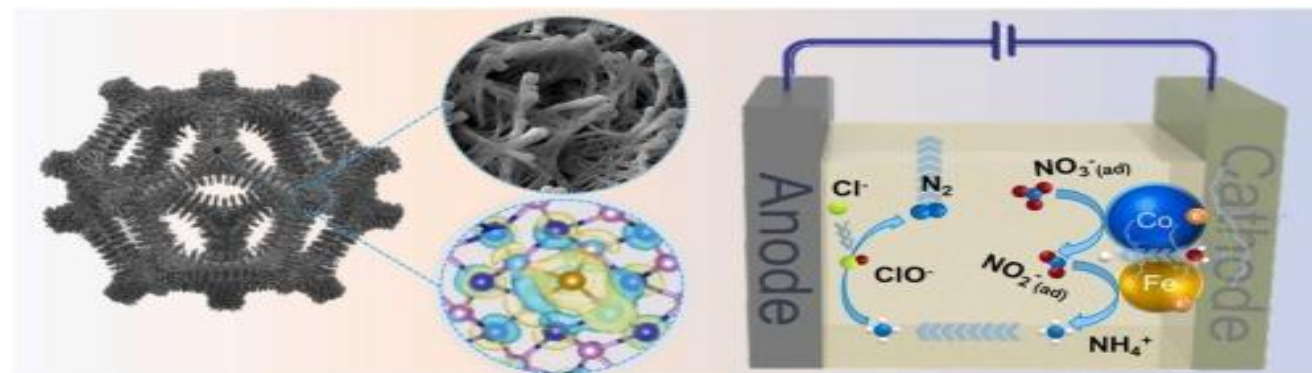
单一活性物种无法实现低分子有机氮及总氮的有效脱除

突破

通过构建电化学阳极氧化氯自由基生产-阴极改性硝态氮还原技术，实现总氮脱除

理论与技术

- 电解质调控阳极产生 $\text{Cl}\cdot$ ，实现有机碳源、氮源的定向转化及氮源去除
- 阴极还原，实现氯苯、硝基苯、硝态氮等物质的还原



实现有机碳源、氮源的定向转化，总氮出水 $\leq 15\text{mg/L}$ ；较电化学氧化速率提升2-5倍，碳排放量减少60%

3.6 “原子氢 H^* ”介导的电化学还原技术

难题

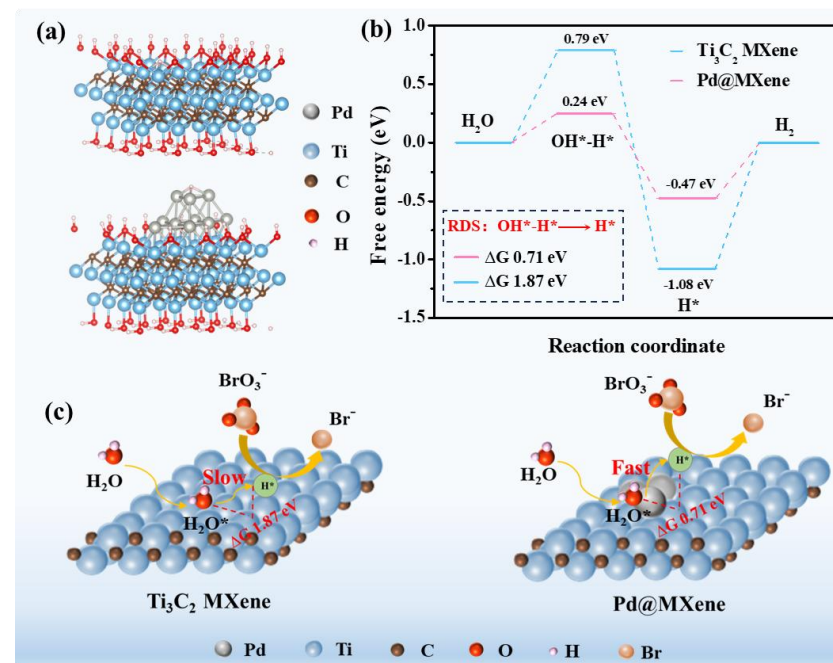
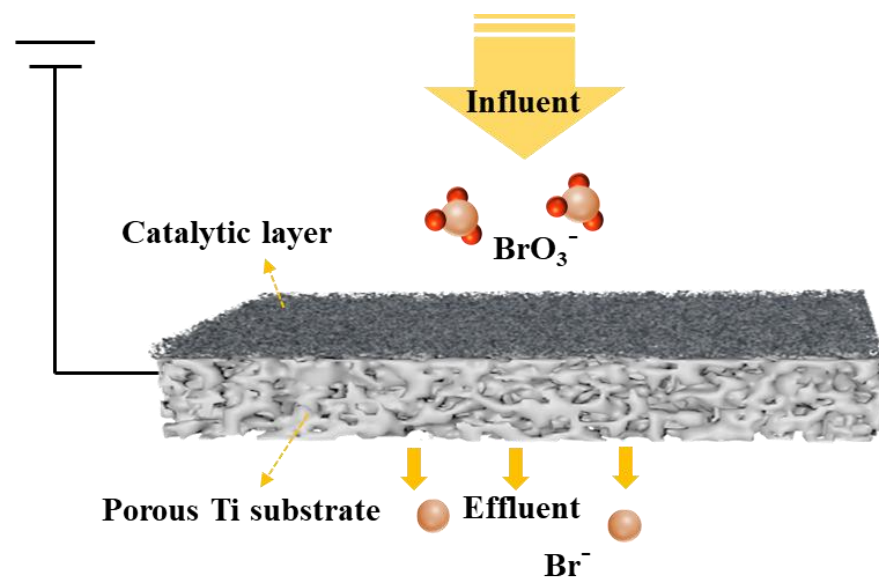
单一活性物种无法实现复杂水质背景下的含卤素无机物的毒性脱除

突破

通过阴极改性产 H^* 还原技术，实现卤素无机盐的转化与毒性脱除

理论与技术

- 材料改性调控阴极产生 H^* ，氯苯、硝基苯、硝态氮等有机物物质的还原；硝酸盐、溴酸盐、氯酸盐等毒性无机盐的还原



实现 H^* 主导的还原反应路径，在复杂水质背景下具有良好的抗干扰能力和毒性削减性能，保障出水安全性

目 录

1. 研究背景
2. 设备开发
3. 技术构建与成果
- 4. 典型应用案例**
5. 总结和建议



4.1 电化学调控芬顿/O₃·OH介导的耦合技术 工程应用案例

典型工程实例——沙漠“芒硝湖”整治

“

“腾格里过去污染很厉害，附近省份向沙漠里倒污水，我为这个问题专门作出批示，要求停止污染，加强治理。”

——习近平总书记在十三届全国人大二次会议内蒙古代表团审议时的谈话

”



难题

6家化工企业长期将废水排放至沙漠，汇集到芒硝采集废坑塘(“芒硝湖”),湖水盐分达到饱和，COD高达2000-5000mg/L



现场运行图

检测报告

委托单位: 宁夏回族自治区生态环境厅 报告编号: NHT-2020-1111 第 3 页 共 4 页

7 检测结果

表 7-4 检测结果

单位: mg/L (除特别说明外)

序号	检测点位	检测结果		
		pH值	色度 (倍)	化学需氧量
1	芒硝湖 1#	7.74	164	1.76×10 ³
2	芒硝湖 2#	7.81	164	1.88×10 ³
3	芒硝湖 3#	7.78	164	1.56×10 ³
4	芒硝湖 4#	7.88	164	1.86×10 ³
5	芒硝湖 5#	7.88	164	1.70×10 ³
6	出水口	7.88	20	84.7

备注说明:
1. 检测时间: 2020.10.29、2020.10.30、2020.10.31 三个水样为芒硝湖不同点位的水样
2. 芒硝湖废水水质为双氧水进水
3. 出水口水样为双氧水出水

检测人: 李强 审核人: 李强 日期: 2020.10.31 日期: 2020.10.31 日期: 2020.10.31

电催化芬顿-电化学氧化耦合技术处理效果

水样批次	COD (mg/L)		去除率 (%)
	进水	出水	
09.29	1611	80	95.03
10.02	1867.2	91.2	95.11
10.04	1843	84.7	95.40

处理效果

在中试的基础上，开发区采购了一台设备，经处理后COD和色度达到了周围水体的水平，吨水处理费用17元（传统芬顿氧化达300元）。

4.2 “活性氯”介导的电化学氮脱除技术

难题

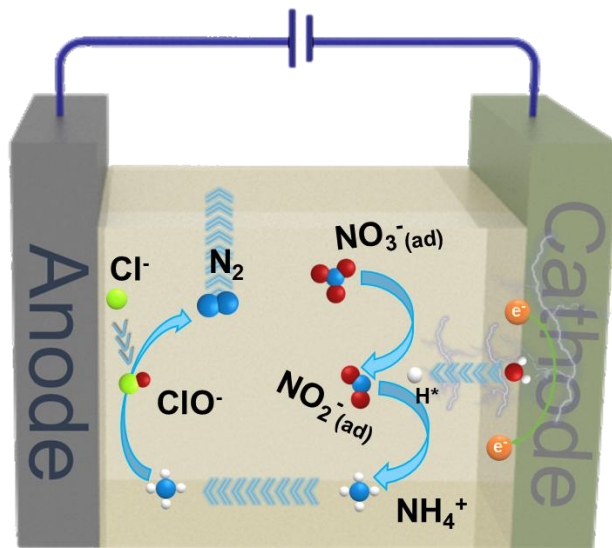
单一活性物种无法实现低分子有机氮及总氮的有效脱除

突破

通过构建电化学阳极氧化氯自由基生产-阴极改性硝态氮还原技术，实现总氮脱除

理论与技术

- 电解质调控阳极产生 $\text{Cl}\cdot$ ，实现有机碳源、氮源的定向转化及氮源去除
- 阴极改性产生 H^* ，实现氟苯尼考、硝基苯、硝态氮等物质的还原



实现有机碳源、氮源的定向转化，总氮出水 $\leq 15\text{mg/L}$ ；较电化学氧化速率提升2-5倍，碳排放量减少60%

ZL201610174088.8

US11787717B2

US9902637B2

ZL201810652255.4

US11513109B2

US9090489B2

ZL202011046985.3

US10233013B2

US11753319B2

ZL202010370829.6

《Evaluation methods for industrial wastewater treatment and reuse processes. ISO 23043:2021》

《Guidelines for softening and desalination of industrial wastewater for reuse. ISO 23044:2020》

ZL202010347674.4

ZL202010946764.5

ZL202110684747.3

4.3 发明了电化学调控氯自由基-阴极还原氮脱除技术 工程应用案例

场景 低分子有机氮脱除

难题 江苏激素研究所有限公司废水有机氮以环唑类为主（70 mg/L），去除难度大
总氮含量135 mg/L，脱除困难

技术 采用电化学调控氯自由基-阴极还原氮脱除技术，实现电化学氧化-还原协同脱氮



应用证明

应用单位	方洋水务有限公司	
项目名称	方洋水务有限公司奥升德尼龙66废水“电化学直接氧化、电催化芬顿-电催化氧化耦合技术”预处理工程项目	
单位注册地址	连云港市徐圩新区徐圩大道66号	
应用起止时间	2021年7月至今	
经济效益（万元）		
自然年	新增销售额	新增利税
2021	54259	6152
2022	63102	7415
2023	45961	5681
累 计	165063	19248
所列经济效益的有关说明及计算依据： 该技术的运用保障了企业的正常生产运行，是企业生产的必要条件，企业的近三年新增利税计算为该技术产生的间接经济效益。		
具体应用情况： 美国奥升德公司作为全球领先的膜技术供应商，在污水处理领域有着丰富的应用经验。己亚胺废水由于具有高浓度、高毒性等特点，传统的生物处理工艺，在其美国奥升德公司寻求多家预处理技术后，确定了“电催化氧化耦合技术”的预处理技术，该预处理技术能够将己亚胺去除98%，总氮去除75%，生物系统降低70%投资，毒性物质得到有效的转化，经过预处理后，可无需配水直接进入生物系统处理，大幅减少生物系统建设规模。年减排CODcr 1960吨，总氮478.5吨，计碳减排5.6万吨CO ₂ 。		
应用单位法定代表人签名：	应用单位财务章：	
应用单位盖章：		

有机氮脱除率87%，总氮脱除率90%。

激素厂

电化氮脱氮技术先后在江苏省农药研究所、山东海化、泰州百力等公司实施应用于含氮环唑、三乙胺、二乙胺等生产废水处理的10余项工程，有效去除废水中的低分子有机氮及总氮

中电环保300172

用户评价：
.....，电极购买
成本下降了
90%，真正做
到了买得起用得
久。

[illegible]

用户评价：
电极销售至
西班牙/印度
/土耳其等
13个国家和
地区，取得
良好效果

突破卡脖子技术！国家背书33项化工颠覆技术，产业升级密码揭晓

2025-02-28 15:25 · 氯碱前沿

近日，工信部发布了第一批先进适用技术名单，其中包括浅冷油吸收法炼厂干气回收利用成套技术、难降解化工废水电催化氧化关键技术、重油高效催化裂解(RTC)成套技术等33项化工技术上榜。从首批33项化工技术清单看化工产业破局新路径。

难降解废水电催化氧化技术——化工废水的“分子手术刀”

被誉为“化工废水的分子手术刀”



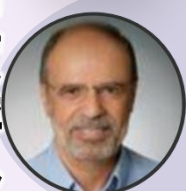
国际同行高度评价



Jelena Radjenovic 西班牙加泰罗尼亚水研究所教授、环境领域权威学者

“...采用沉积法能够使金属氧化物有效嵌入到纳米结构中，有效提高了制备的纳米嵌入型电极的寿命和催化活性，其催化性能与商用BDD电极相当....”

——Chemosphere 253(2020) 126701



Mehmet A. Oturan 法国马恩-拉瓦雷大学教授、电化学水处理领域权威学者

“.....当纳米结构引入电极衬底时，它表现出良好的电子传输特性，并有助于在电极表面生成羟基自由基...”

—*Applied Catalysis B: Environmental* 296(2021) 120332

目 录

1. 研究背景
2. 设备开发
3. 技术构建与成果
4. 典型应用案例
5. 总结和建议



5. 总结与结论

- **理论：** 电极材料优化优选、电极界面结构优化和电化学反应动力学研究，是降低电化学处理过程中能耗的核心；
 - **材料：** 根据水中污染物选择不同的阳极和阴极材料；
 - **反应器：** 高效电化学过程不仅仅是电极材料研制、合理反应器开发和匹配是降低能耗研究重点和主要方向；
- ★ 电化学可以实现污染物选择性靶向降解，是实现低碳处理的最有效方法之一



南京理工大学
NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY

感谢各位同仁
敬请批评指正！

南京理工大学环境与生物工程学院
ADD: 江苏省南京市玄武区孝陵卫200号