



生物强化（硫循环）结合新型复合吸 附材料处理三高废水新实践

邓宇



研发工程师

湖南迪亚环境工程股份有限公司



长沙

2025年4月

目录

1

公司介绍

2

三高（高盐、高COD、高氨氮）废水处理现状

3

公司针对化工园区“三高”废水开发的系列高效、低成本处理技术

第1部分

TWO

公司介绍



公司基本信息

成立时间

2006年

员工人数

300余人

技术人员

60人

高级工程师

9人

核心技术优势

01

三高废水处理技术



高浓度工业废水（高COD，高氨氮，高盐），垃圾渗滤液处理等方面有技术优势。

02

知识产权成果



获得发明专利8项，实用新型专利30多项，软件著作权8件，有注册商标。

03

产学研合作



积极与湖南大学、湘潭大学等高校开展产学研合作，依托高校人才优势和科研平台进行技术研发。

三高废水实践案例（湖南省内）

湖南省项目名称及处理水量一览表



湖南省项目案例地理位置标记

序号	工程项目名称及处理水量	序号	工程项目名称及处理水量
1	株洲南郊垃圾填埋场渗滤液处理新建扩容工程-800吨/天	18	石门垃圾场渗滤液处理站扩建项目-150吨/天
2	芷江垃圾场渗滤液处理站新建+扩建工程-150吨/天	19	临澧垃圾场渗滤液处理站新建项目-100吨/天
3	麻阳垃圾场渗滤液处理站新建工程-100吨/天	20	汝城垃圾场渗滤液处理站新建项目-120吨/天
4	辰溪垃圾场渗滤液处理站新建项目-100吨/天	21	宜章垃圾场渗滤液处理站新建项目-150吨/天
5	怀化二垃圾场渗滤液处理站改造+扩建项目-500吨/天	22	倒窝里垃圾场渗滤液处理站改造项目-240吨/天
6	会同垃圾场渗滤液处理站新建项目-100吨/天	23	安仁县垃圾场渗滤液处理站改造项目-100吨/天
7	靖州垃圾场渗滤液处理站改造项目-50吨/天	24	桃江垃圾场渗滤液处理站扩建项目-400吨/天
8	通道县垃圾场渗滤液处理站改造项目-100吨/天	25	大通湖垃圾场渗滤液处理站新建项目-100吨/天
9	新晃垃圾场渗滤液处理站新建项目-100吨/天	26	江永垃圾场渗滤液处理站新建项目-80吨/天
10	溆浦垃圾场渗滤液处理站新建项目-150吨/天	27	祁东垃圾场渗滤液处理站新建项目-100吨/天
11	新化垃圾渗滤液处理站新建项目-100吨/天	28	邵阳市垃圾场渗滤液处理站改造+运营项目-200吨/天
12	洪江市黔城生活垃圾填埋场渗滤液处理改造项目-50吨/天	29	邵阳县垃圾场渗滤液处理站改造+运营项目-200吨/天
13	洪江市安江生活垃圾填埋场渗滤液处理站改造项目-100吨/天	30	邵阳市垃圾场渗滤液处理厂改造+运营项目-200吨/天
14	芷江县大垅镇垃圾填埋场渗滤液处理站新建项目-10吨/天	31	蓝山县垃圾场渗滤液处理站改造+运营项目-200吨/天
15	保靖垃圾场渗滤液处理站改造项目-100吨/天	32	攸县垃圾场渗滤液处理站改造+运营项目-100吨/天
16	澧县垃圾场渗滤液处理站新建项目-150吨/天	33	醴陵垃圾场渗滤液处理站运营项目-300吨/天
17	安化垃圾场渗滤液处理站扩建项目-400吨/天		

截止2024年底“两级AO+Fenton”技术在湖南省渗滤液处理总体市场，公司有**32座**县级以上垃圾渗滤处理项目，占全省74个县市的**43%**，具有较大的领先优势。

三高废水处理实践案例（省外）

项目名称及处理水量一览表

序号	工程项目名称及处理水量
1	安徽池州市垃圾场渗滤液处理厂改造+运营项目-150吨/天
2	广西资源县垃圾场渗滤液处理站改造+运营项目-150吨/天
3	四川威远县垃圾填埋场渗滤液处理站扩容改造工程-130吨/天
4	四川乐至县垃圾填埋场渗滤液处理站扩容改造工程-100吨/天
5	四川大英县垃圾填埋场渗滤液处理站改造工程-100吨/天
6	四川营山县垃圾填埋场渗滤液处理站改造工程-240吨/天
7	四川汶川县垃圾填埋场渗滤液处理站新建工程-35吨/天
8	四川昭觉县垃圾填埋场渗滤液处理站新建工程-50吨/天
9	四川泸县垃圾填埋场渗滤液全量化处理新建工程-150吨/天
10	四川邻水垃圾填埋场渗滤液全量化处理新建工程-400吨/天
11	云南砚山县垃圾场渗滤液处理站新建项目-80吨/天
12	云南景洪垃圾场渗滤液处理站新建项目-150吨/天
13	福建光泽县垃圾场渗滤液处理改造项目-50吨/天
14	福建邵武市垃圾填埋场渗滤液应急处理改造+运营项目-2万吨
15	河南新乡市垃圾填埋场渗滤液全量化应急处理改造+运营项目-3万吨



图6 四川、安徽、广西、云南、福建、河南省项目案例地理位置标记

2024年处理规模约为400万m³，除湖南省外，安徽、广西、四川、福建、云南、河南、河北等都有项目案例。

第2部分

三高（高盐、高COD、高氨氮）废水处理现状



□ “三高”（高盐、高COD、高氨氮）废水处理技术

预处理技术（蒸发结晶，高级氧化，吹脱法，化学沉淀法）

生化处理技术（厌氧生化，好氧生化）

深度处理与资源化技术（膜分离，高级氧化，资源回收）

组合技术（物化+生化+膜浓缩，电化学强化+短程硝化-厌氧氨氧化）

□ “三高”（高盐、高COD、高氨氮）废水处理难点



● 高盐废水的处理难点

- 高盐度使得微生物活性受抑制，处理效率大幅降低。
- 高盐度导致废水的渗透压增大，增加了处理过程中的能耗和成本。



● 高COD废水的处理难点

- 成分复杂，含有多种难降解有机物。
- 水质波动大。



● 高氨氮废水的处理难点

- 对硝化细菌等微生物有强烈毒性。
- 常伴随低碳氮比，需额外碳源，增加成本。



异养菌与硝化菌的矛盾

异养菌在降解高COD时会快速消耗溶解氧，影响氨氮的硝化过程，降低氨氮去除率。为了满足硝化菌的需氧量，需要增加曝气量，但这又会进一步抑制异养菌的活性。



溶解氧控制的困难

在高COD与高氨氮废水的协同处理过程中，难以精确控制溶解氧浓度，以满足异养菌和硝化菌的不同需求。

□ “三高”（高盐、高COD、高氨氮）废水处理需解决的问题

问题1

如何解决三高废水对于硝化过程的影响？

问题2

如何解决三高废水由于低碳氮比需要额外投加碳源，导致处理成本增加？

问题3

如何在废水高盐条件下，有效去除水中有机污染物？

问题4

如何在废水高盐条件下，有效去除水中氨氮污染物？

问题5

如何高效去除高浓度难降解COD废水？

第3部分

针对化工园区“三高”废水 开发的系列高效、低成本 处理技术

- ◆生物增效（硫循环）技术
- ◆新型复合吸附材料



生物增效技术

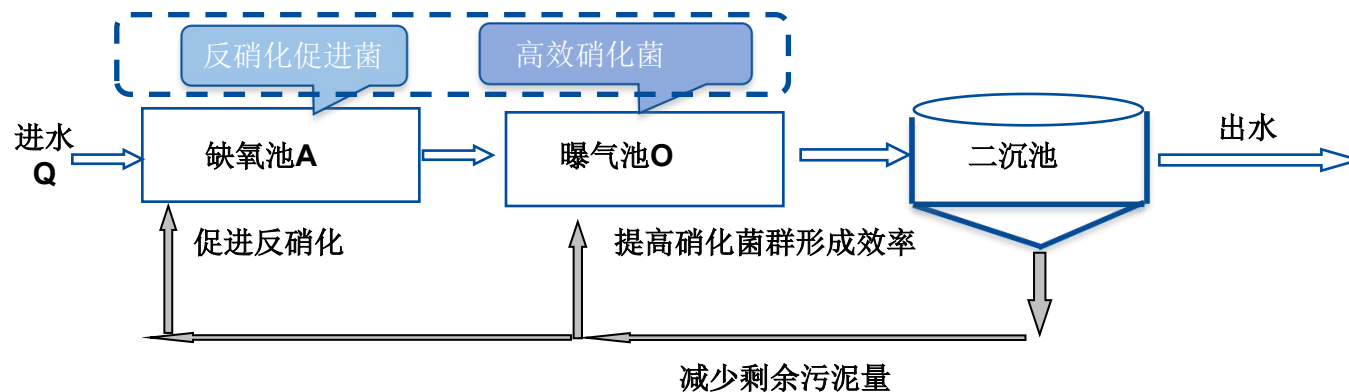
高效硝化菌是迪亚环境与武汉凯诺金共同研发的，经高通量筛选、驯化富集后形成高浓度硝化菌群。经过反复的中试试验和现场测试，早在2016年就已经应用于三高废水处理工艺，对两级A0的O池硝化效率提高起到了关键作用。

针对三高废水处理行业，本产品可实现快速启动、冲击恢复及强化硝化系统运行等功效。

- 主要成分为维氏硝化杆菌、亚硝化单胞菌等
- 可适应高盐、高氨氮环境



生物菌种制剂应用试验装置



菌种储存证明

中国微生物菌种保藏管理委员会普通微生物中心
China General Microbiological Culture Collection Center (CGMCC)

地址: 北京市朝阳区北辰西路1号院3号 中国科学院微生物研究所 邮政编码: 100101
电话: 010-64807355 传真: 010-64807288 电子邮件: cgmcc@im.ac.cn http://www.cgmcc.net

受理通知书 (收据)
存活性报告书

用于专利程序的生物材料保存

发出日期 2023 年 08 月 09 日

(请求保藏人或代理人的姓名、地址)

孙铁钢
湖南迪亚环境工程股份有限公司
湖南省长沙市雨花区万家丽中路一段469号圭水大厦2506

本保藏中心登记入册编号
CGMCC No. 28127

你(们)提供的请求保藏并注明以下鉴定
参属的生物材料(株): DY-1

上述请求保藏的生物材料(株)附有
 科学描述
 建议的分类命名: 克雷伯氏菌
Klebsiella sp.

发明专利的发明名称

专利号NO. _____

申请日期 _____ 年 月 日

该生物材料(株)已于 2023 年 08 月 09 日由本保藏中心收到,并登记入册。
根据你(们)的请求,由该日起保存三十年,在期满前收到提供生物材料样品的请求后再延续保存五年。
该生物材料(株)的存活性经本保藏中心于 2023 年 08 月 09 日检测,结果是:

(1) 存活 (2) 失活

中国微生物菌种保藏管理委员会普通微生物中心负责人签字和日期

姓名 周学军 2023 年 08 月 25 日

实用新型专利授权证明

 国家知识产权局

410016

发文日:
2024年03月19日

申请号或专利号: 202321974503.X 发文序号: 2024031901238810

申请人或专利权人: 湖南迪亚环境工程股份有限公司

发明创造名称: 一种高氨氮垃圾渗滤液氨氮预处理系统

授予实用新型专利权通知书

1. 根据专利法第40条及实施细则第60条的规定,上述实用新型申请经初步审查,没有发现驳回理由,现作出授予实用新型专利权的通知书。
申请人收到本通知书后,还应当按照办理登记手续通知书的规定办理登记手续。
申请人办理登记手续后,国家知识产权局作出授予实用新型专利权的决定,颁发相应的专利证书,同时予以登记和公告。
期满未办理登记手续的,视为放弃取得专利权的权利。
法律、行政法规规定相应技术的实施应当办理批准、登记等手续的,应当依照其规定办理。

2. 授予专利权的实用新型专利申请是以
2024年02月02日提交的权利要求书;
2024年02月02日提交的说明书;
2023年07月26日提交的说明书附图;
2023年07月26日提交的说明书摘要;
2023年07月26日提交的摘要附图;为基础。

3. 审查员依职权修改内容为:



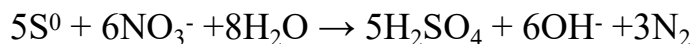
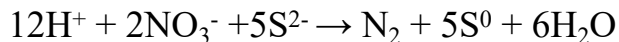
审查员: 陈靖淑
联系电话: 010-53966389

审查部门: 专利审查业务中心
74010135517

硫循环生物系统

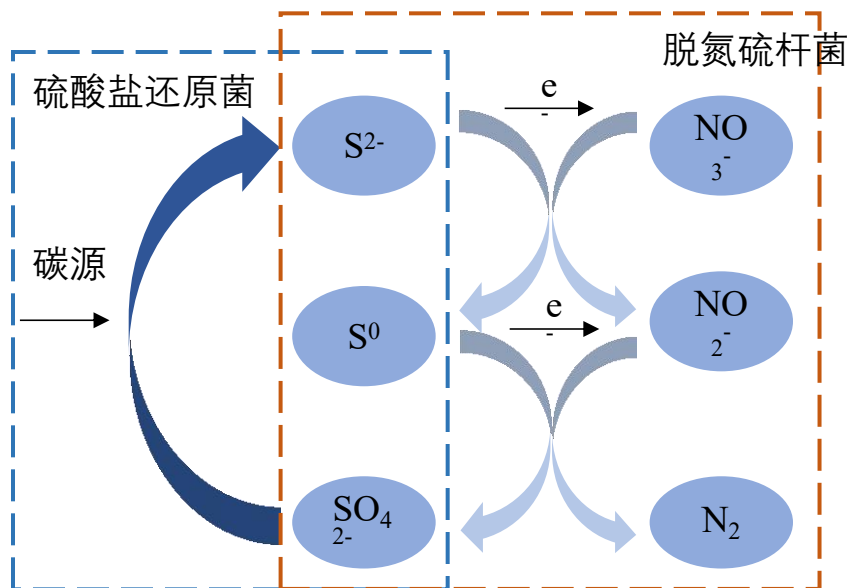
问题2

- 脱氮硫杆菌是常见的硫自养反硝化细菌，可以**同步脱氮脱硫**。

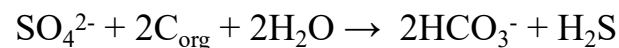


如何解决三高废水由于低碳氮比需要额外投加碳源，导致处理成本增加？

因垃圾渗滤液中有硫酸盐,再加上均相Fenton反应后残余在水中的硫酸根,进入AO系统的 SO_4^{2-} 可达到**数千毫克每升**, 加入硫酸盐还原菌将 SO_4^{2-} 转化为还原性硫为反硝化提供电子。



- 硫酸盐还原菌作为异养菌，可以将**硫酸盐还原成硫化物**。



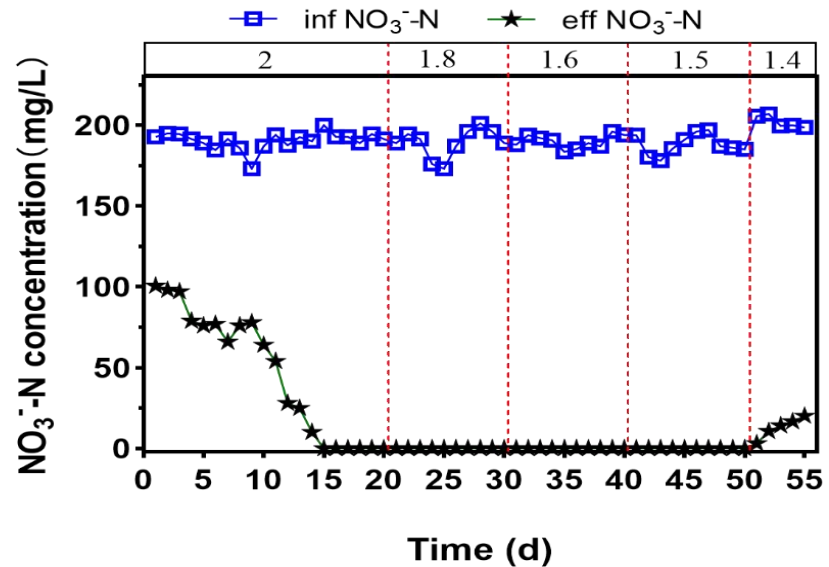
- 加入SRB的优势:

- 生成硫化物的同时去除重金属。
- 避免硫酸盐污染和硫离子的毒性作用等SAD缺陷，投加碳源较少。

硫循环系统渗滤液的实际处理效果

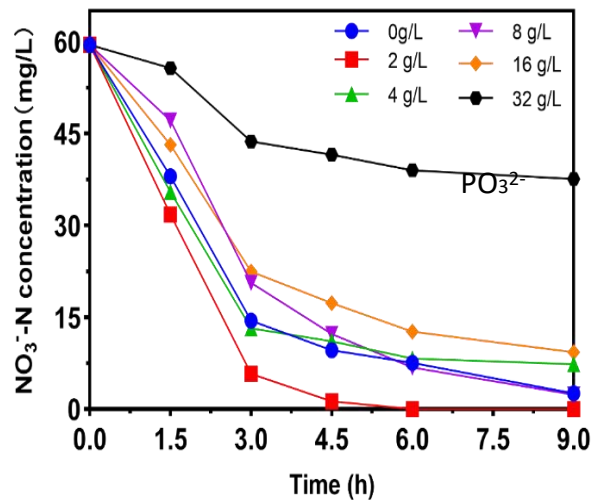
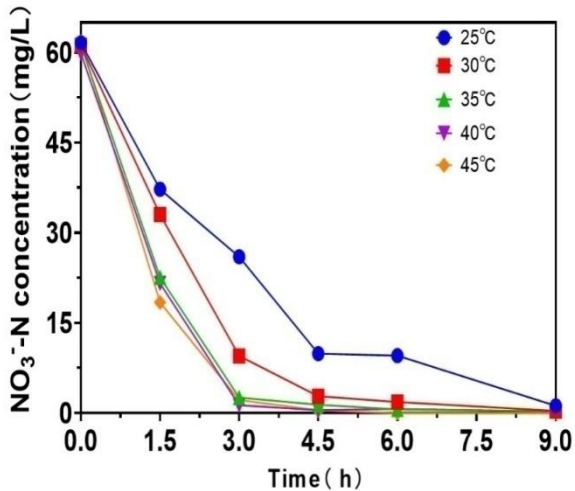
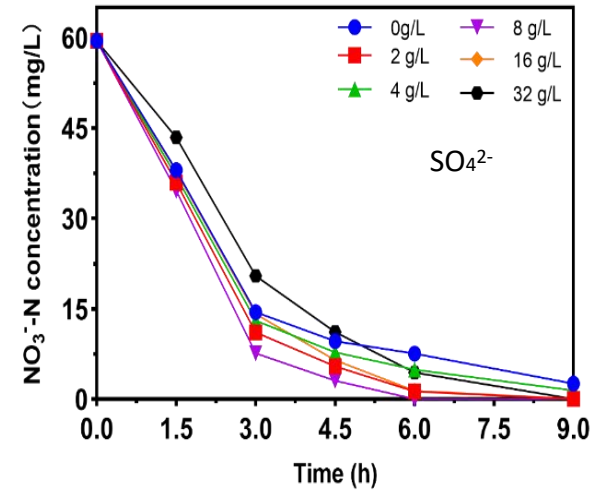
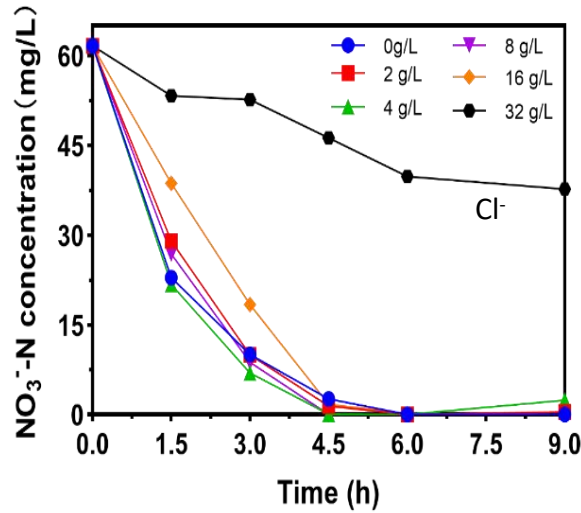
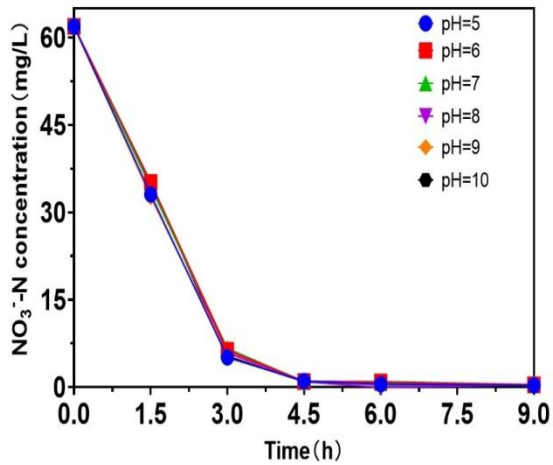


- 实际废水为湖南邵阳某污水处理站A/O池的垃圾渗滤液，初始浓度为1500 mg/L，稀释至200 mg/L，该废水B/C低，含各种油脂、盐类和悬浮物，pH呈中性。



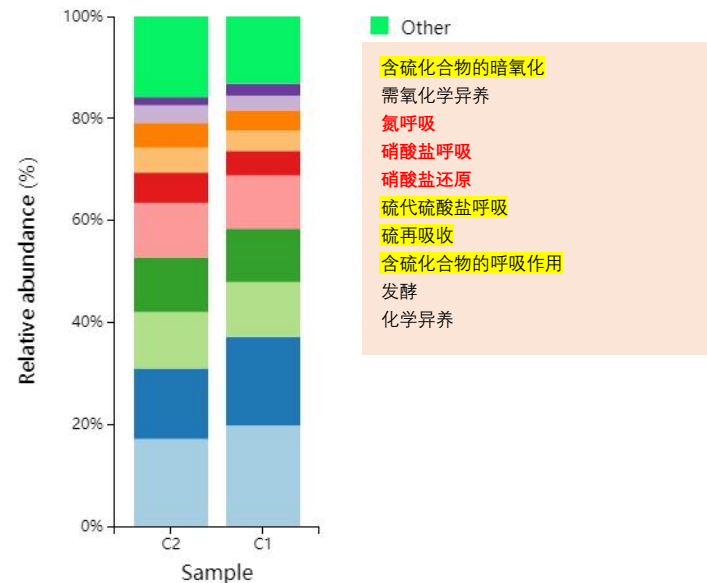
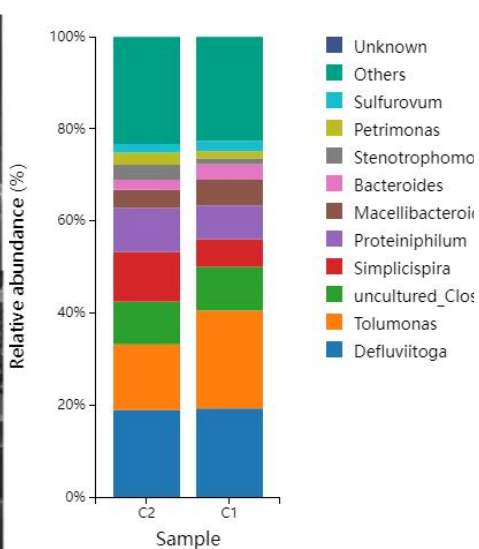
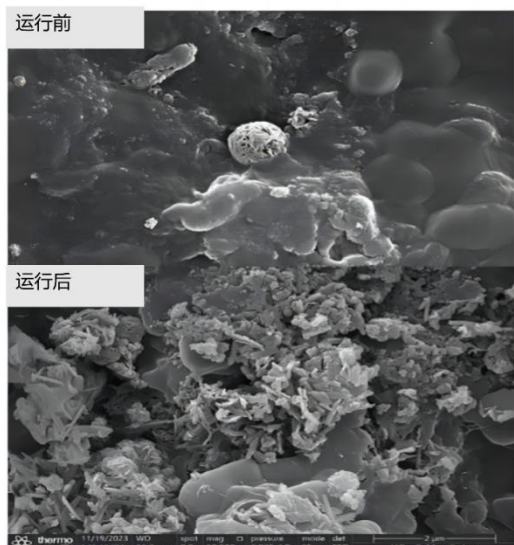
- 运行第13天反应器启动成功，C/N为1.5-2（COD/N=3.9~5.1）时运行稳定，脱氮率都达98%以上，C/N降至1.4（COD/N=3.6）时出水硝态氮浓度逐渐上升，但出水总氮仍在25mg/L以下。

硫循环脱氮条件及影响因素



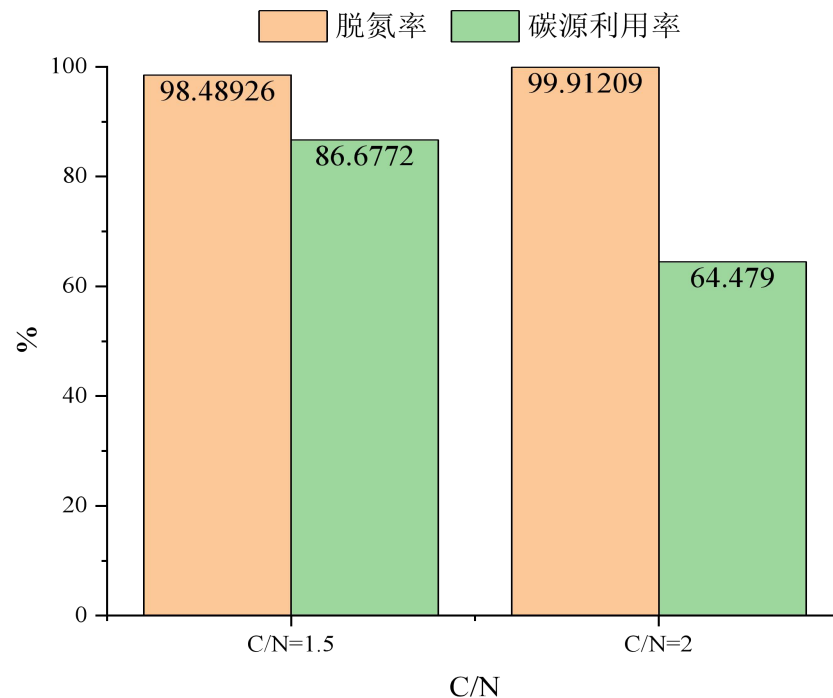
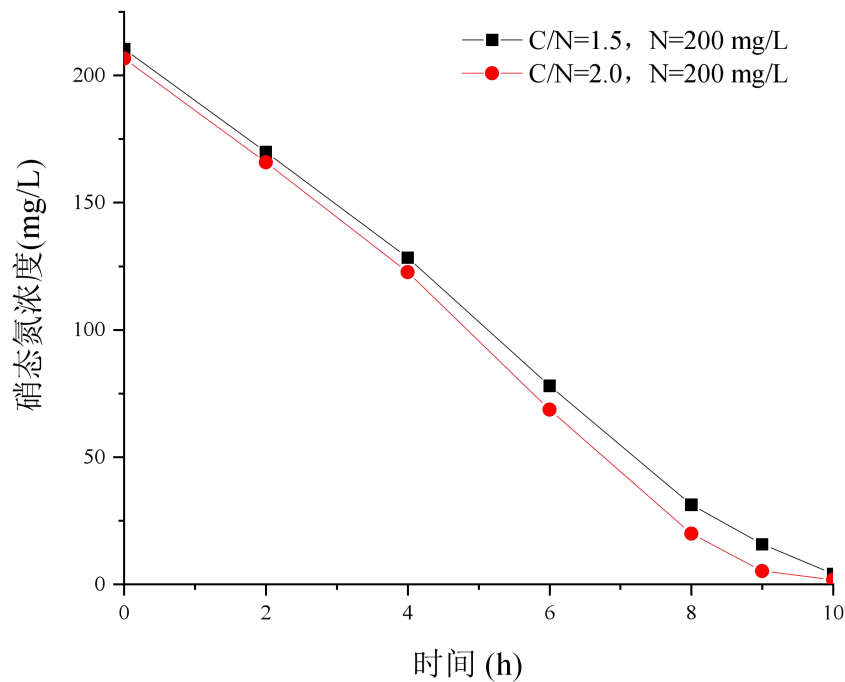
硫循环生物系统可适用于较宽范围pH、温度、Cl⁻、SO₄²⁻、PO₃²⁻等，适应能力强。

硫循环脱氮条件及影响因素



1. 香农指数反应前（C1）与反应后（C2）变化不大，说明菌种丰度未发生明显变化；
2. Defluviitoga和Sulfurovum等硫氧化细菌反应前（C1）与反应后（C2）也变化不大；
3. Proteobacteria菌属（变形菌门）和硫化物驱动的自养反硝化联系紧密，而且在反应器中其浓度在反应后呈现的增加，说明随着反应进行有利于该类菌属的富集。

渗滤液的实际处理效果



将硝态氮浓度提高至200 mg/L:

- C/N为1.5和2的情况下，硝态氮在**10~11小时**能基本去除，达到**5 mg/L 以下**。
- C/N=1.5时脱氮率为**98.5%**，碳源利用率为**86.7%**，C/N=2时脱氮率高达**99.9%**，碳源利用率为**64.5%**。

渗滤液处理中试案例

湖南省桃江县填埋场硫循环生物脱氮中试



- 湖南桃江县垃圾渗滤液处理站取原水进行中试，处理规模为 $20\text{m}^3/\text{d}$ ，采用两级AO+Fenton（第二级为AO滤池）工艺，采用硫基生物增效菌种调试，稳定运行1个月，AO池平均效率为 $12.55\text{g TN}/(\text{h} \cdot \text{m}^3\text{有效容积})$ 。以下是处理前后浓度对比表：

对比项目	氨氮 (mg/L)	硝态氮 (mg/L)	碱度 (mg/L)	COD (mg/L)	总氮 (mg/L)
原水平均浓度	682	1.53	1243	1020	688
调试好后中试出水平均浓度	2.84	16.92	96	64	23.4

- 原工艺为“两级AO+Fenton+BAF”，采用普通活性污泥调试，葡萄糖使用量为 $4.13\text{kg}/\text{吨水}$ ，按 $5000\text{元}/\text{吨}$ 单价，处理成本为**20.65元/吨水**；
- 采用硫基生物增效菌种调试的中试设备，葡萄糖使用量为 $1.92\text{kg}/\text{吨水}$ ，**处理成本为9.6元/吨水，碳源补加量降低53.5%**，大幅降低处理成本和减少碳排放。

渗滤液处理中试案例-湖南省汝城县硫自养深度脱氮中试

- 湖南汝城县垃圾渗滤液处理站二级Fenton的出水，处理规模为30m³/d，工艺为两级滤池串联，中试设备经过硫自养菌调试后，连续运行1个月，平均效率为**9.5gTN/(h·m³填料)**。以下是处理前后浓度对比表：

对比项目	氨氮 (mg/L)	硝态氮 (mg/L)	碱度 (mg/L)	COD (mg/L)	总氮 (mg/L)
原水平均浓度	4.34	118	1051	41	126
调试好后中试出水平均浓度	1.56	22.51	132	34	31.3



项目现场大门



项目前期现场小试

- 原工艺通过两级脱氮滤池常规处理，中试工艺采用硫自养脱氮滤池（两级），原工艺与中试工艺处理成本对比如下：

对比项目	原工艺	中试工艺
碳源费 (元/吨水)	2.5-3.5 (葡萄糖按单价5000元计)	0.8-1.2 (碳酸氢钠按单价2300元计)
硫磺 (元/吨水)	0 (硫磺按单价2000元计)	0.4-0.6 (硫磺按单价2000元计)
电费 (元/吨水)	0.6 (多余的葡萄糖需要通过曝气将其完全氧化)	0.3
合计 (元/吨水)	3.1-4.1	1.5-2.1



生物滤池投加硫自养菌调试



脱氮反应时产生的气泡效果

新型复合吸附材料

G1系列材料-高盐度废水COD达标处理或回收高价值有机物

➤ 项目概况

作为中国五矿集团有限公司的重要骨干子企业，隶属于中钨高新材料股份有限公司的郴州钨公司汇聚系统内集矿山、冶炼、加工、贸易于一体的完整钨产业链技术、人才、市场、装备等优势资源，年产高性能的特种钨基新材料粉末产能达到1万吨/年。

项目废水就来源于公司高性能的特种钨基新材料生产过程中产生的废水，废水中主要有有机污染物、无机污染物为硫酸钠等。每天废水产生量为 600-1000m³/d（按每天700m³/d 水量设计），废水中有机污染物 COD 值为300~1000ppm之间，有机污染物的存在影响了废水的达标排放和副产硫酸钠（元明粉）的品质，处理去除废水中的有机污染物对企业的废水达标排放和提升副产硫酸钠的品质意义重大。

➤ 项目废水水质水量情况

1. 项目废水水质：pH：2~3（2.5 左右），COD：300~1000ppm，TDS：8~10%，水温：45℃左右。
2. 项目废水污染物成分：无机污染物：硫酸钠、硫酸等；有机污染物。
3. 项目废水产生量：项目废水产生量：700m³/d（29.17m³/h）。
4. 项目废水治理水质目标：项目废水经处理后COD 值≤100mg/L，无异味。
5. 废水中有机污染物去向：将废水中的有机污染物提取、提纯后回用或委外处置（送垃圾焚烧厂焚烧处置）。

G1系列材料-高盐度废水COD达标处理或回收高价值有机物

➤ 中试实验结果

1. G1材料可以满足废水去除有机污染物的使用要求。
2. 实验证明：G1吸附材料饱和后可以用脱附剂进行脱附，而且脱附效率 $\geq 98\%$ 。
3. 原废水pH值为2.5左右、**TDS: 8~10% (高盐条件)**、进水COD值 $\leq 1000\text{mg/L}$ 、水温 $\leq 48^\circ\text{C}$ 、进水流量 $\leq 50\text{L/h}$ 的条件下，**可以将废水 COD 值降到 $\leq 100\text{mg/L}$ 。**
4. 吸附装置的周期制水量为 4940L 左右。G1吸附材料饱和吸附容量 $\geq 66.33\text{g/L}$ 。
5. 实验证明：1. 脱附液可以通过精馏方法将脱附剂进行分离，回收得到的脱附剂可以循环使用。2. 为确保处理效果，采用G1吸附填料去除废水中的有机污染物，需要采用二级串联。

如何在废水高盐条件下，有效去除水中有机污染物？



废水原水水样

原水、处理后水样（一级、二级、三级）

新型复合吸附材料

F1系列材料-高COD废水达标处理



药剂照片

F1材料通过多种原料复配，发挥组合作用，去除难降解以及高浓度COD废水。药剂能适应处理垃圾填埋场渗滤液、化工废水、焦化废水、印染废水、造纸废水、皮革废水、电镀废水、养殖废水和食品废水等

如何高效去除高浓度难降解COD废水？

国家知识产权局

<p>410100</p>  <p>申请号: 202411507289.6 发文序号: 2024102800758940</p>	<p>发文日:</p> <p>2024年10月28日</p>
---	--------------------------------

专利申请受理通知书

根据专利法第 28 条及其实施细则第 43 条、第 44 条的规定，申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日等信息通知如下：

申请号：2024115072896
 申请日：2024 年 10 月 28 日
 申请人：湖南迪亚环境工程股份有限公司,湘潭欧蓝绿环境工程有限公司
 发明人：马欧,肖胜兰,邓宇,周上腾,王一飞
 发明创造名称：一种复合 COD 去除剂及其制备方法和应用

经核实，国家知识产权局确认收到文件如下：
 权利要求书 1 份 2 页,权利要求项数：10 项
 说明书 1 份 14 页
 说明书附图 1 份 1 页
 说明书摘要 1 份 1 页
 专利代理委托书 1 份 3 页
 发明专利请求书 1 份 5 页
 实质审查请求书 文件份数：1 份
 申请方案卷号：PX240471CN

提示：
 1.申请人收到专利申请受理通知书之后，认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时，可以向国家知识产权局请求更正。
 2.申请人收到专利申请受理通知书之后，再向国家知识产权局办理各种手续时，均应当准确、清晰地写明申请号。

审 查 员：自动受理
 联系电话：010-62356655



审查部门：知识产权业务处
 专利审查业务章

200101 纸件申请，回函请寄：100088 北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 国家知识产权局专利局受理处收
 2023.03 电子申请，应当通过专利业务办理系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外，以纸件等其他形式提交的文件视为未提交。

一种复合COD去除剂发明专利受理通知书

新型复合吸附材料

如何高效去除高浓度难降解COD废水？

F1系列材料-高盐度废水COD达标处理

项目名称：泸县垃圾填埋场渗滤液应急全量化处理工程

项目地点：四川省泸县垃圾填埋场（得胜镇附近）内

工程规模：150m³/d（产水）

盐度：4%（高盐度）；氯离子：7000-8000mg/L

采用工艺：“一级AO+F1系列材料处理+二级AO+芬顿处理+两级BAF”

F1系列材料处理运行效果情况

检测项目	COD	色度
原水（mg/L）	4540	400
处理后（mg/L）	420	8

整体出水达到《生活垃圾填埋场污染物控制标准》GB 16889-2024表2标准

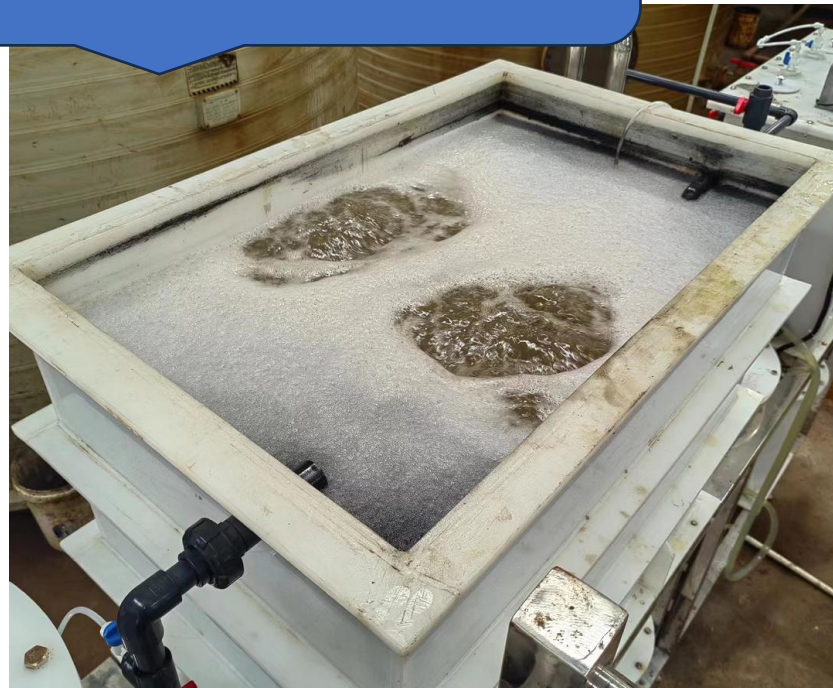


项目现场照片

新型复合吸附材料

BE系列材料-高盐度废水氨氮达标处理

如何在废水高盐条件下，有效去除水中氨氮污染物？



湖南长宏新能源材料有限公司
高盐度废水处理项目药剂应用现场照片

检测项目	COD	氨氮	盐度	氯离子
原水 (mg/L)	5750	412	13%	80000
处理后 (mg/L)	415	0.95	/	/

处理效果情况



处理前



处理后

总结

产品板块	产品名称	作用	氯离子耐受浓度	总盐耐受含量	性能指标
生物增效 (硫循环)	高效硝化菌群系列	强化硝化系统运行	5000mg/L	2%	正常启动时间 \leq 2周；氨氮稳定去除率 \geq 99%
	硫基脱氮菌群系列	在高盐，低碳氮比条件下，降低碳源投加量	16000mg/L	4%	正常启动时间 \leq 4周；总氮稳定去除率 \geq 95%；需求碳氮比 \leq 2.5，碳源补加量降低53.5%
新型复合吸附材料	G1系列	高盐度废水COD达标处理或回收高价值有机物	-	-	TDS: 8~10%，有机物靶向回收率 \geq 95%
	BE系列	高盐度废水氨氮达标处理	80000mg/L	13%	氨氮去除率 \geq 90%
	F1系列	高COD废水达标处理	20000mg/L	4%	难生物降解有机物去除率 \geq 80%

THANKS

谢谢观看