

BioCleaner

The most revolutionary **waste-water treatment system** in the world.

污水处理无污泥生化技术—— BioCleaner载体固化微生物

In The Context of Dual Carbon Goals, Zero Sludge · Low Carbon · High Efficiency · Sustainable

零污泥 · 低碳 · 高效 · 可持续

目录

CONTENTS

1

污水处理污泥的困扰

2

无污泥生化技术介绍

3

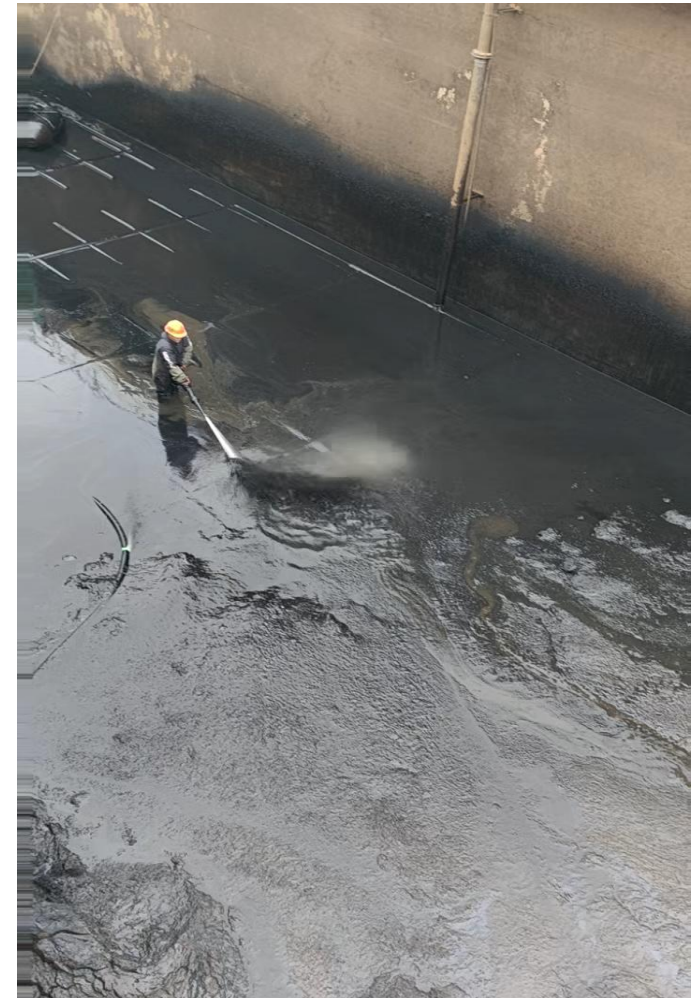
BioCleaner公司产品

4

相关工程案例与数据

BioCleaner

一、污水处理污泥的困扰



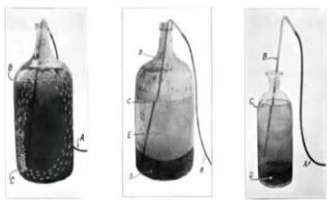
BioCleaner

百年活性污泥.

通过将微生物（通常是细菌和真菌）引入污水中，利用它们的代谢活动来分解和去除有机物质，从而净化水体

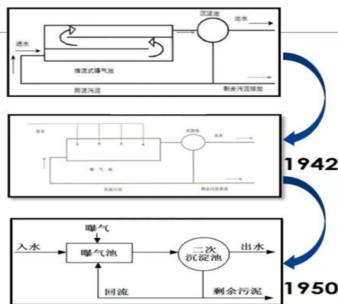
1911年

美国劳伦斯试验站Clark和Gage通过曝气污泥发现可以净化污水



20世纪40-50年代

曝气池混合方式的推进，通过平推流，阶段曝气以及氧化沟工艺的出现，以及AO，AAO等。



20世纪70-80年代

美国和澳大利亚科学家开展了序批式活性污泥的研究，有了SBR，随着自动化的发展有了CASS，CAST等工艺

20世纪70-90年代

各类生物质填料的发展，从活性炭到各类多孔结构的海绵，到沸石到石英石，到生物碳

20世纪90年代

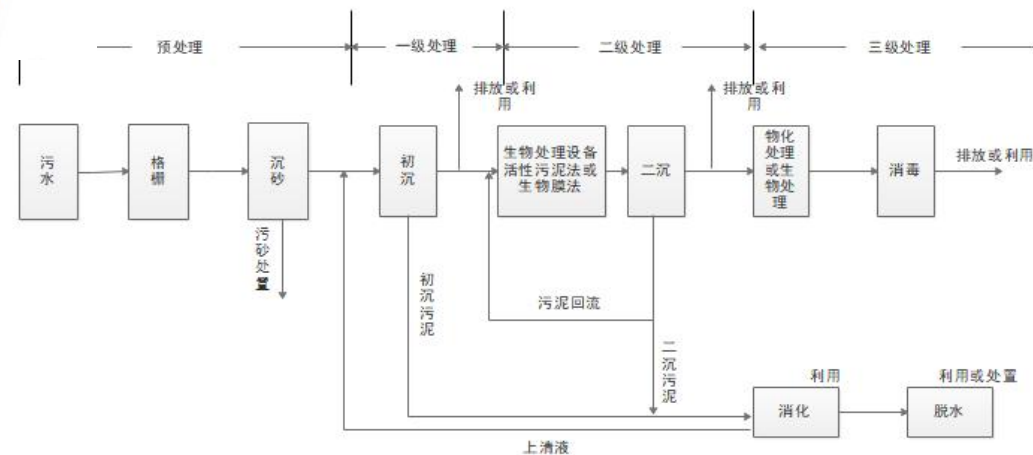
颗粒污泥技术的发展，主要是厌氧颗粒污泥技术，固化微生物技术的发展吸附，包埋耦合等



活性污泥法工艺流程



生活污水处理流程图



污泥的主要来源:

- 1、初次沉淀污泥：来源于预处理和初沉池，主要为无机颗粒和部分有机物。
- 2、剩余活性污泥：来源于生物处理阶段，微生物代谢和繁殖产生大量有机污泥。
- 3、二次污泥：来源于二沉池，包含剩余活性污泥，占污泥总量的大部分。
- 4、化学污泥：来源于化学药剂投加，常见于除磷或深度处理。

传统活性污泥法核心反应： 有机物 (COD) + O₂ → 微生物合成细胞质 (污泥) + CO₂ + H₂O

BioCleaner



污泥的本质组成

40~60%

死亡微生物细胞外壳 (有机质)

15~25%

未降解有机物残余 (粪便等)

10~20%

无机悬浮固体 (泥沙矿物)

5~10%

病原菌·寄生虫卵·致癌物

微量

重金属: Cd·Pb·Hg·Cr·As

95~99%

含水率, 体积庞大, 臭气熏天

核心缺陷分析:

- ① 微生物在分解有机物 (COD) 时, 会利用部分有机物能量来合成自身细胞质 → 这些新生细胞质就是"剩余污泥"的来源
- ② 细胞的产率系数 (Y_{obs}) 约 0.3-0.6 gVSS/gCOD, 即每处理1克COD就会产生0.3-0.6克有机污泥
- ③ 这是传统生化法的"原罪", 无论优化参数还是改进工艺, 只要还在用活性污泥法, 就无法从根本上消除污泥的产生

水体污染

污泥有机物渗入地下水和地表水，BOD/COD严重超标。磷氮随径流进入湖泊引发蓝藻爆发、富营养化，破坏整个水生态系统，水体恢复周期长达十年以上

土壤重金属

Cd、Pb、Hg、Cr、As等重金属随填埋/农用渗入土壤，在土壤中富集数十年，农田一旦污染极难修复，严重威胁食品安全和18亿亩耕地红线

大气恶臭

堆放/运输/处理过程分解产生 H_2S 、 NH_3 、有机胺等恶臭气体，厌氧分解还产生大量 CH_4 （温室气体），污泥碳排放约占污水处理总碳排放的30%以上

病原微生物传播

含大量病原菌（大肠杆菌/沙门氏菌）、寄生虫卵（蛔虫/贾第虫）、病毒（轮状病毒），随风传播或随水迁移，引发严重公共卫生危机

温室气体排放

填埋和不当处理释放大量的 CO_2 和 CH_4 ，与“双碳”目标背道而驰。全国污泥处理产生的碳排放约占污水处理总碳排放的30%以上

巨额处置成本

填埋200~400元/吨，焚烧500~800元/吨。2023年全国市场规模超1,500亿元，占污水厂运营成本40~60%，是最大单项运营支出

全国每年产生 $\geq 6,000$ 万吨湿污泥（含水率80%），无害化处理率仅67%，大量随意堆放或偷排，造成严重的水体/土壤/大气三重污染

6,000万吨

2023年城镇湿污泥年产量
住建部统计年鉴

67%

市政污泥无害化处理率
33%仍存在二次污染

1,500亿元

全国污泥处置市场年规模
2023年持续高速增长

3%

污泥厌氧消化普及率
德国等发达国家 $\geq 50\%$

9,000万吨

预测2026年年产量
「重水轻泥」长期积累

5~8g

每吨污水产干污泥量
活性污泥法固有缺陷

40~60%

污泥处置占污水厂运营成本
最大单项运营支出

7,288万吨

2020年全国污泥总产量
含生活+工业双重压力

BioCleaner

传统污泥处理工艺链——每一环节都高成本且产生二次污染

产泥	浓缩	调质	脱水	稳定化	干化处置
活性污泥法持续运行产泥 含水率99%，体积庞大	重力/机械浓缩 含水率降至97%	石灰/ FeCl_3 调质 改善脱水性能	板框/离心脱水机 泥饼含水率75~80%	厌氧消化/好氧堆肥 杀灭部分病原体	热干化+焚烧/填埋 能耗极高仍有残留

最终处置方式及费用对比（元/吨干泥）		
卫生填埋	200~400元/吨	渗滤液和重金属风险，禁止趋势明显
好氧堆肥	200~350元/吨	重金属超标，农用严格受限
厌氧消化	300~500元/吨	产沼气，但仍有大量有机残渣
热干化+焚烧	500~800元/吨	减量90%，但能耗极高，设备投资大

污泥深度分析——为何污泥是最难处理的二次污染物

为何污泥处置如此困难？

体积庞大	含水率95~99%，每处理1万吨污水产200~400吨湿泥，运输成本极高
成分复杂	有机物+无机物+病原体+重金属+污染物混合，单一技术无法彻底处理
重金属锁定	Cd/Pb/Hg/Cr/As与有机质结合，传统技术无法去除，农用严格受限
病原体顽固	诺如病毒等在污泥中存活数月，热处理/化学处理难以100%灭活
产量持续增长	随污水处理率提高，污泥产量年增5~8%，2025年将超9,000万吨
填埋空间耗尽	一线城市填埋场基本饱和，"无地可埋"已成紧迫现实
焚烧排放争议	虽减量90%，但产生二噁英/重金属烟气，建设遭居民强烈反对
资金压力	处置费400~800元/吨，全国年处置成本超1,500亿元，中小厂难承受

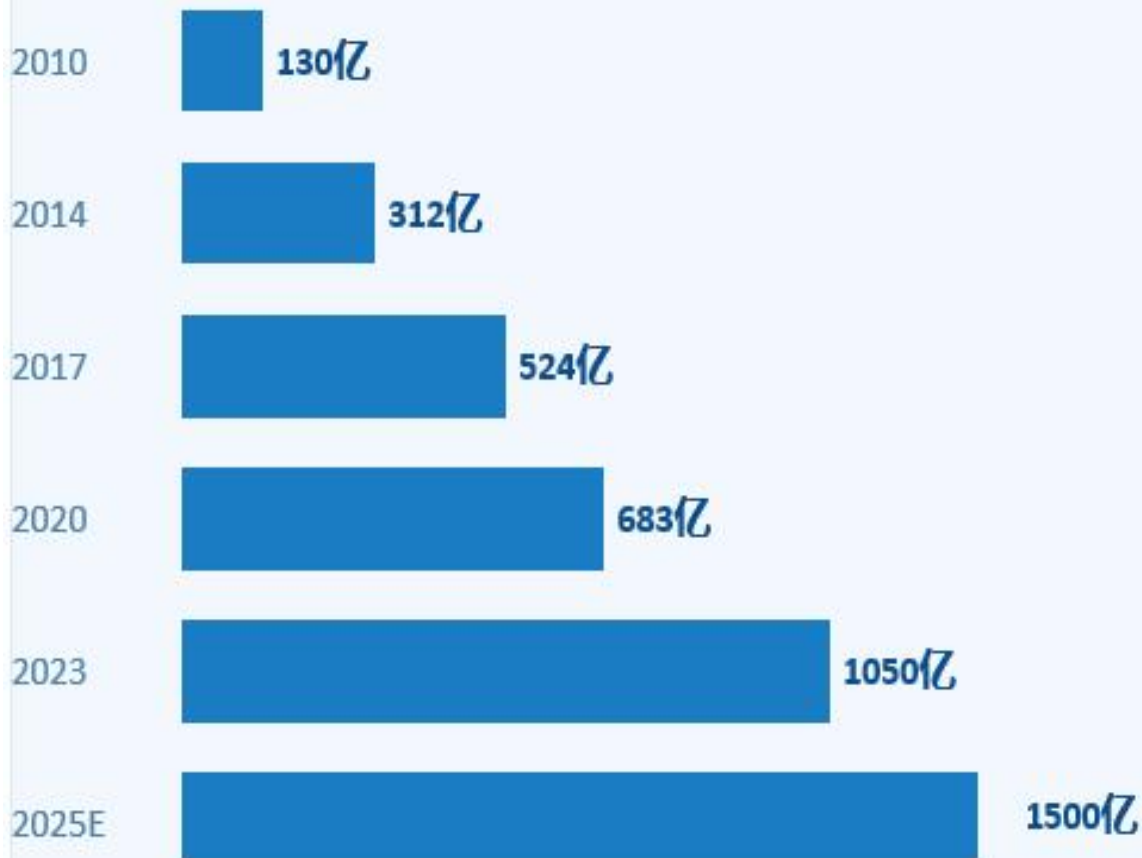
污泥 vs 其他固废——二次污染烈度对比

污染类型	生活垃圾	一般固废	★ 污水污泥
水体污染	中等	低	极高 ★
土壤重金属	低	中等	极高 ★
病原体传播	低	极低	高 ★
恶臭气体	中等	低	极高 ★
温室气体	中等	低	高 ★
处置难度	中等	低	极难 ★
处置成本	低	极低	极高 ★
政策管控	一般	一般	严格 ★

BioCleaner

污泥处理行业市场——规模持续扩大，技术缺口巨大

中国污泥处理市场规模（亿元）



行业主要问题与缺口

资金缺口	2025年须新增100万吨/年处置能力，需数千亿投资
技术路线不明	填埋受限→焚烧受阻→堆肥受制，急需新技术
重水轻泥积弊	早期"重水轻泥"遗留大量无污泥处置能力的污水厂
无害化率不足	无害化率仅67%，33%污泥仍在偷排或随意处置
运营成本畸高	污泥处置占运营成本40~60%，中小厂难以承受
源头减量缺失	"从源头不产泥"的技术近乎空白，急需技术革命

BioCleaner

国家政策——「固废十条」与污泥源头削减的必然逻辑

2015

「水十条」（水污染防治行动计划）

明确：污泥必须无害化处置，禁止随意堆放；要求2020年地级市以上城市污泥无害化率达90%；首次纳入总量减排考核

2021

「十四五」城镇污水处理及资源化利用发展规划

目标：2025年底城市污泥无害化处置率≥90%（县城≥70%）。新增处置能力100万吨/年，撬动千亿市场

「固废十条」 2026年1月国务院正式印发《固体废物综合治理行动计划》，首次明确将污泥列为重点固废整治对象，强调从源头减量，到2030年重点领域固体废物专项整治取得明显成效

「固废十条」核心涉污泥政策要点

目标

2030年目标

重点领域固废专项整治取得明显成效，城镇污泥产生量得到有效管控，固废历史堆存量显著下降

源头

首次明确「源头削减」优先

明确提出污泥治理须从末端处置转向「源头减量」，从根本上降低污泥产生总量，改变过去单纯“治标不治本”模式

协同

协同处置与资源化

鼓励生活垃圾焚烧设施协同处置城镇污水处理厂污泥，推动污泥资源化利用，但明确前提：确保安全稳定运行

技术

推动技术革新

《行动计划》通过技术攻关等层面为全链条治理提供支撑，鼓励零排放、低碳化新技术替代传统高能耗处置工艺

碳达峰

协同减污降碳

系统性降低固废产生量与堆存风险，实现减污降碳协同增效，与“双碳”目标深度绑定

政策逻辑链：为何「源头不产泥」是唯一出路

末端处置宣告失败

①

填埋禁止·焚烧受阻·堆肥受限
传统“末端治污”路线全面收紧

「固废十条」要求源头削减

②

国家政策首次明确：从根本上降低污泥「产生量」，而非只处置

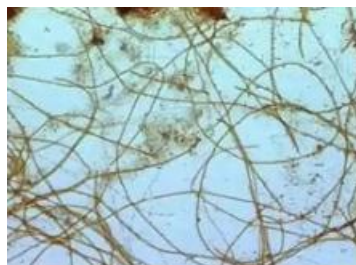
源头削减 = 从生物处理技术革命

③

唯有改变微生物处理方式，才能从源头消除污泥的产生根因

BioCleaner

二、BioCleaner 无污泥生化技术



基因技术的发展

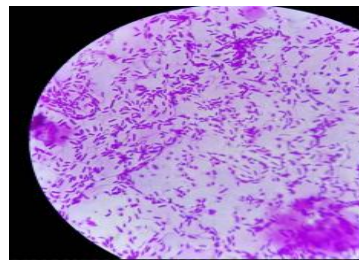
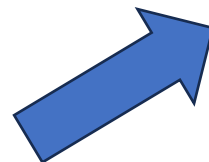
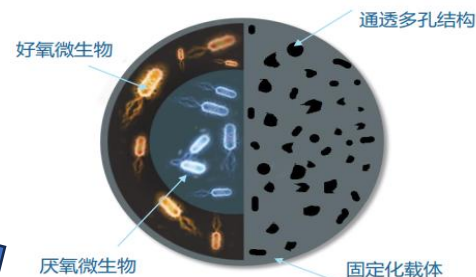


Activated carbon



Volcanic packing

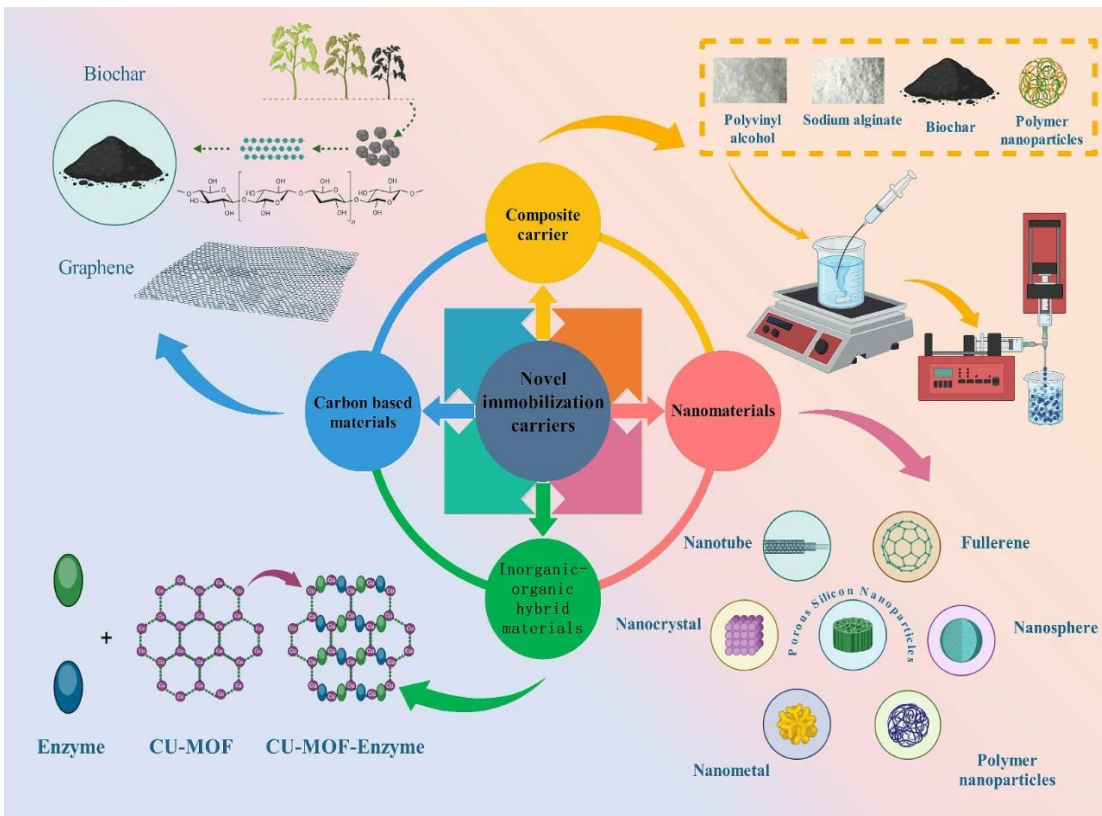
材料技术的发展



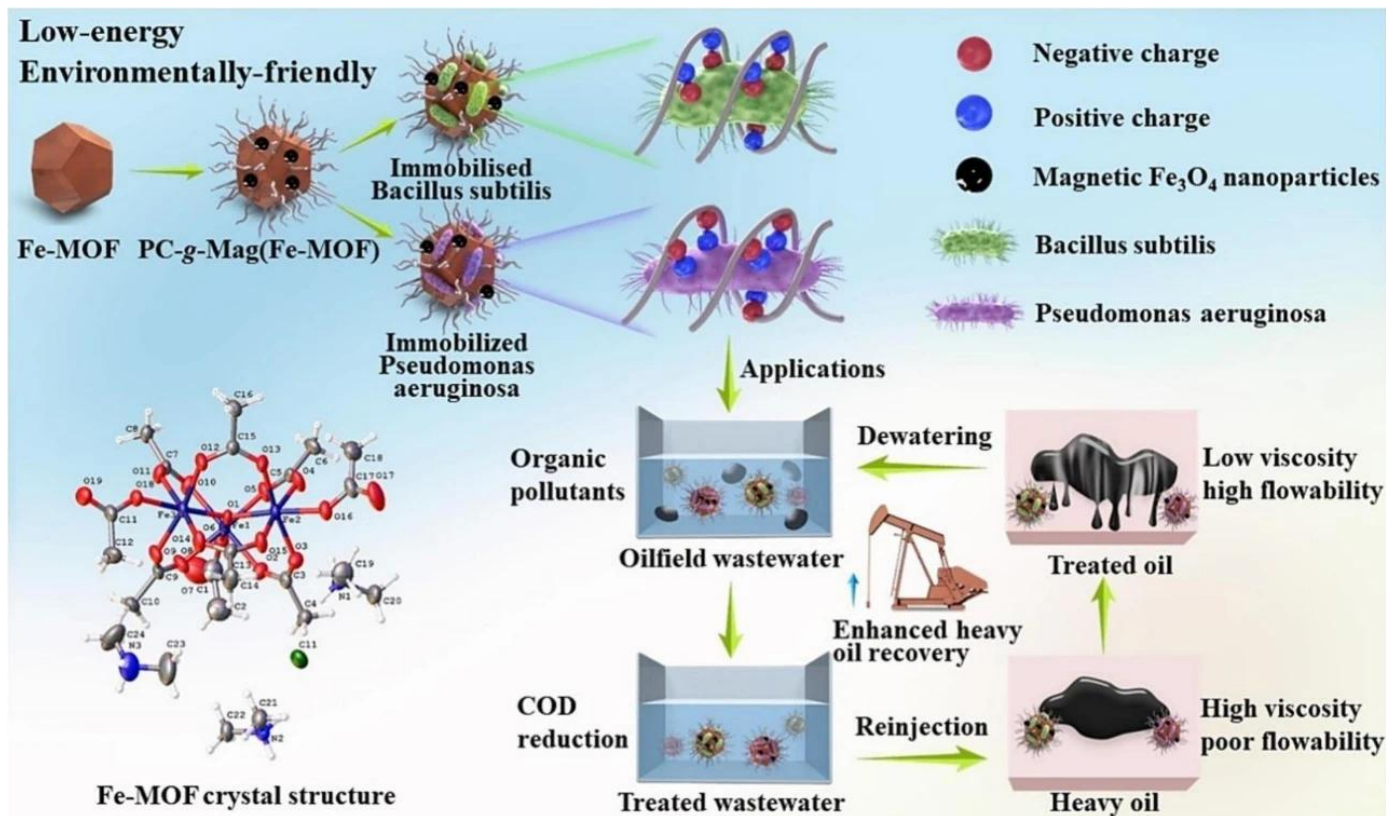
生物的手段将高效的微生物进行筛选，通过静电引力吸附的技术将微生物休眠在载体颗粒里面，通过缓释以及更高的微生物浓度，从而取缔活性污泥。

BioCleaner

BioCleaner载体固化微生物原理与制备流程图



BioCleaner载体固化微生物载体原理



BioCleaner微生物固化制备

BioCleaner

载体固化微生物两大核心技术

1 微生物载体颗粒化技术：通过生物技术手段，将多种选配的优势组合载体固化微生物置于多酶体系的惰性多孔颗粒化载体中，并通过层层保护，确保微生物“母体”可以抵制外界各种非极端的不良环境（强酸、强碱等极端环境除外）的一种新型颗粒化技术。颗粒一旦放入污水，颗粒中的母体微生物就可以持续繁殖出大量优质组合的微生物菌群进入污水中。而一旦离开水体，颗粒中的微生物母体就又开始进入“睡眠”状态。

2 载体固化微生物筛选组合技术：只有将优质的微生物组合起来才能达到最佳的污水处理效果。微生物之间彼此共生，相互作用，载体固化微生物颗粒化技术能够根据污水条件选配不同的微生物进行颗粒化，因此有针对性的、使用最低的运营成本、载体固化地处理污水。适用于各种需要微生物处理的任何地方，包括各种高难度污水的处理。



颗粒化载体固化微生物



颗粒化载体固化微生物



BioCleaner筛选的复合微生物特性

- 1.多样性：**筛选出的微生物包括光合菌、硝化细菌、反硝化细菌、乳酸菌、放线菌、酵母菌等多种类型，这些微生物具有不同的代谢途径和功能。
- 2.正相关效应：**这些微生物在组合中能够相互协作，产生协同效应，共同提高对污水中有机污染物的降解效率。
- 3.特殊功能：**筛选出的微生物具有降解污水中有机污染物的特殊功能，这意味着它们能够有效地分解和转化污水中的有害物质。
- 4.共代谢能力：**一些微生物能够在共代谢过程中降解那些单独存在时不能被利用的化合物，这种能力对于处理难降解的有机污染物尤为重要。
- 5.适应性：**微生物具有快速适应外界环境变化的能力，这使得它们能够在不同的环境条件下保持活性。
- 6.代谢多样性：**微生物能够利用环境中的多种天然物质，尤其是有机化合物，进行生物降解或转化。
- 7.高效性：**微生物的酶体系能够快速适应环境变化，且微生物的繁殖速度快，这使得它们在处理污水时具有高效性。
- 8.无害性：**筛选出的微生物对人类无害，且不含致病菌、重金属和有毒有害化学物质。



BioCleaner 载体固化材料的特性

- 1.多酶体系：**载体上固定了多重特定污染物选配的优势组合微生物菌群，形成了一个多酶体系，这有助于提高微生物处理污水的效率。
- 2.高生物浓度：**载体床能够保证处理的污水与微生物充分接触，每个载体的直径只有3/8英寸，微生物载体内的细孔内外表面积大约有2-3平方米，这为微生物提供了较大的空间附着并大量繁殖。
- 3.高效除磷脱氮：**载体含有高效除磷脱氮微生物群落，能够有效地降低污水中的磷和氮含量。
- 4.耐盐性：**载体中包含极端耐盐菌，这表明产品能够在高盐环境中使用，适用于处理含有较高盐分的废水。
- 5.安全性：**产品不含致病菌，不含重金属和有毒有害化学物质，经过卫生毒理检验，属于实际无毒、无刺激性。
- 6.物理特性：**载体的物理特性，无色无味，结构稳定。
- 7.稳定性：**载体能够稳定地固定微生物，即使在暂停水处理系统的情况下，只需用清水洗净并放置在阴凉通风处即可，下次重启时重新放入即可。
- 8.环境适应性：**载体能够在0℃—45℃的温度范围内正常使用，最佳温度区间为20℃ - 35℃。可以使用10年，10年内不需要添加和更换。

BioCleaner

BioCleaner——载体固化微生物技术

将特定功能微生物菌群，通过离子吸附、包埋、交联、共价结合等生物工程手段，固定在高比表面积的情性多孔陶瓷载体颗粒上，形成高密度、高活性、可持续再生的生物处理单元。

载体材料

- 情性多孔陶瓷颗粒（直径3/8英寸）
- 细孔内外总表面积2–3 m²/颗
- 物理结构保护内层微生物免受冲击
- 耐酸碱，化学稳定，使用寿命10年

微生物密度

- 载体内：20,000 mg/L
- 传统活性污泥：2,000–4,000 mg/L
- 密度高出10倍以上！
- 高密度 = 高处理效率 = 小设备占地

固定化方式

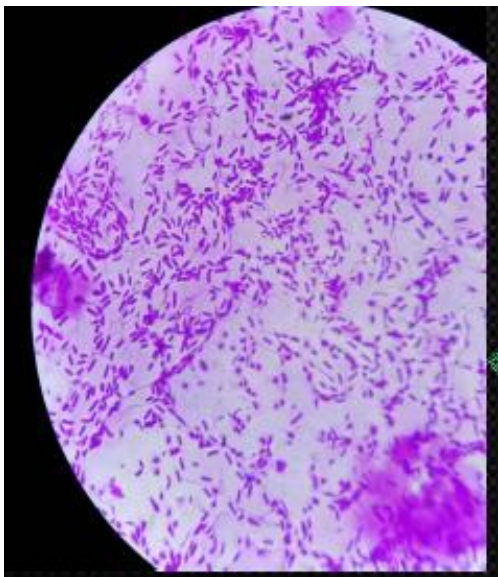
- 离子吸附：静电力吸附微生物
- 物理包埋：微生物嵌入多孔结构
- 化学交联：共价键固定关键菌群
- 多种方式组合，各层菌群独立保护

自我再生能力

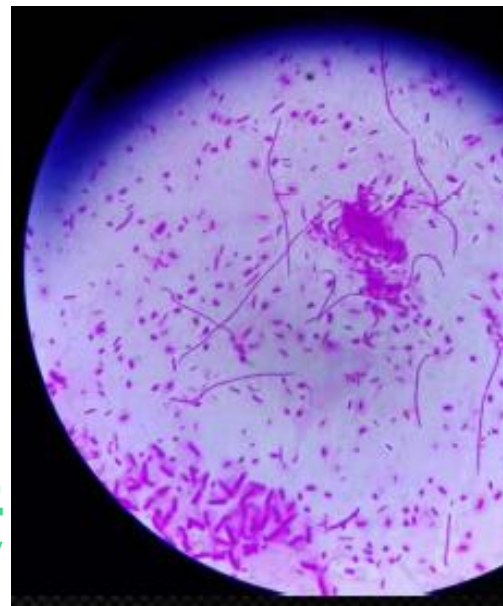
- 无需每日添加菌种
- 载体持续提供庇护所促进繁殖
- 微生物自行补充消耗的菌群
- 不受外部毒性冲击影响

BioCleaner

BioCleaner 载体固化微生物具备的特性



比传统微生物更浓的微生物密度
比传统微生物更短的食物链体系
比传统微生物更强的微生物活性
长期有效10年内无需添加和更换



简单 安全 高效 方便 快捷



BioCleaner

BioCleaner 固化技术——与普通载体技术的根本区别

✗ 普通载体/填料技术（碳纤维/陶粒/塑料球等）

功能定位	✗ 提供附着表面，等自然界微生物附着，完全被动
菌种来源	✗ 污水水体中随机微生物，质量参差不齐
密度水平	✗ 有限提升，通常≤5,000~8,000 mg/L
固化方式	✗ 无固化，仅物理吸附，细菌易脱落
启动速度	✗ 需数周~数月培养期，效果不稳定
抗冲击性	✗ 差：有毒物质会大量杀死附着菌，崩溃
污泥产生	✗ 仍大量产生污泥，未能解决根本问题
可持续性	✗ 需定期补充菌种或更换填料

✓ BioCleaner IMT 固化技术（专利 No.8066873B2）

功能定位	✓ 主动植入预选优势菌种，载体是菌种的「永久家园」
菌种来源	✓ 16,000+种驯化优势菌，针对特定污染物精准筛选
密度水平	✓ 20,000 mg/L（传统活性污泥法的10倍）
固化方式	✓ 四重固化：离子吸附+包埋+交联+共价结合
启动速度	✓ 数小时内即可投入运行，无需培养期
抗冲击性	✓ 强：内层菌群受物理保护，受损后迅速自我修复
污泥产生	✓ 腐生菌互食机制，污泥趋近于零（完全矿化）
可持续性	✓ 10年使用寿命，每2~3年更换约10%载体即可

答案：微生物将污泥中的有机物彻底“吃光”，转化为 CO_2 (气体逸出) + H_2O (水) + 无机盐 (溶解)
有机物经多酶体系完全矿化，全程无有机残余固体 → 无污泥！

步骤①

超高密度菌群“饱和攻击”

BioCleaner载体内固化微生物密度高达20,000 mg/L，是传统活性污泥的10倍。超高密度菌群在载体周围形成强烈的生物氧化区，对有机物（包括已有的污泥）发动“饱和攻击”。

步骤②

多酶体系协同切割大分子

复合菌群携带脱羧酶、脱氨酶、水解酶、氧化酶等多种胞外酶，通过“共代谢 (Co-metabolism)”协同作用，将大分子有机物（包括死细菌外壳）逐步切割成小分子。

步骤③

细菌“互食”：活菌吃死菌

BioCleaner 中的腐生性 (Saprobic) 微生物专门以其他微生物的死亡残骸为食，形成微观食物链：活跃菌群 → 消化死亡菌体 → 释放能量 → 进一步消化更多有机物。这是关键！

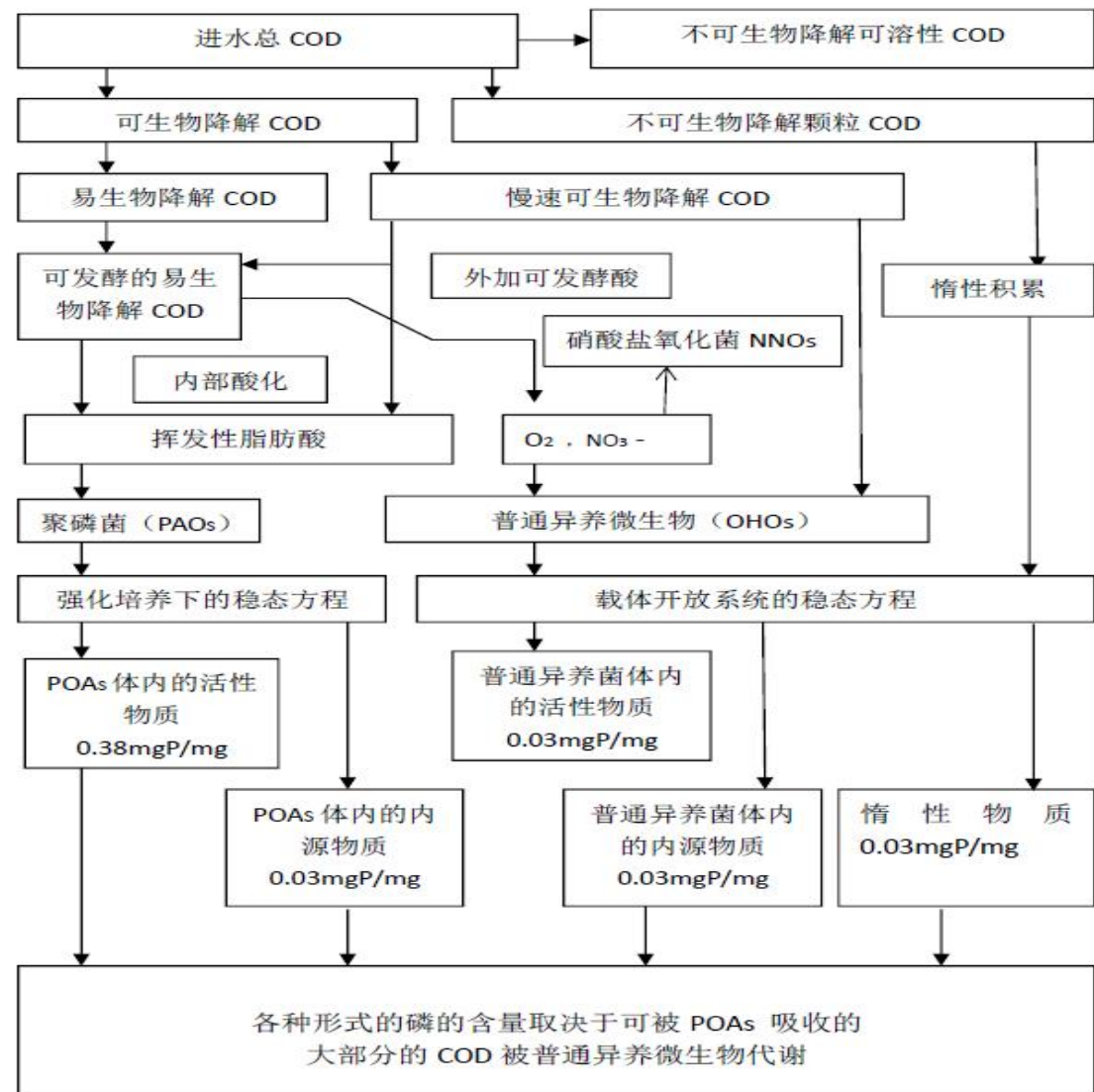
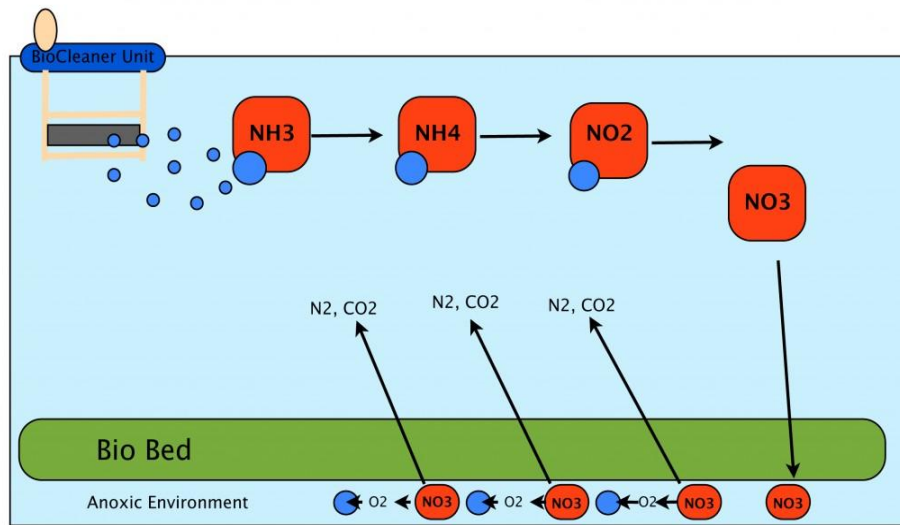
步骤④

完全矿化 — 零有机残留

经过多轮酶解 → 氧化 → 矿化，有机碳链完全断裂，最终产物为气态 CO_2 (自然逸出)、液态 H_2O 和溶解态无机盐 (NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 PO_4^{3-})。全程无有机固体残余。

BioCleaner

BioCleaner 载体固化 微生物污染物去除方式



BioCleaner

完全矿化的化学本质 — 有机物的最终命运



CO₂

↑气体

气态逸出大气，参与自然碳循环，无毒无害

H₂O

💧液体

变成净化水，可直接排放或循环再利用，水质达标

NO₃⁻

溶解态

溶解于水中，浓度低于排放标准，可被植物直接吸收

SO₄²⁻

溶解态

溶解于水中，无毒，是天然水体中的正常成分

PO₄³⁻

溶解态

溶解于水中，植物营养，浓度受控，不引起富营养化

结论：所有最终产物要么是气体、要么溶解在水中——不存在固态有机残余物，污泥从根本上消失了！

BioCleaner

BioCleaner载体固化微生物部分微生物功能详解

注：以下9种为 BioCleaner 的代表性展示——BioCleaner 实际拥有十余种不同配方产品，针对河道/工业废水/养殖/村镇等场景定制菌群，菌种库超 16,000 种。

形态示意	菌种名称	结构特征	主要分解对象
①  杆菌 (Rod)	枯草芽孢杆菌 <i>Bacillus subtilis</i> 芽孢杆菌骨架	- 革兰氏阳性杆菌，周生鞭毛，产中生椭圆芽孢 - 兼性厌氧，宽温宽pH稳定，载体内外均可活跃增殖	- 蛋白质·淀粉·脂肪（三联酶系广谱降解） - 混合有机物 BOD/COD，去除率 ≥85% - 参与反硝化，协助完整脱氮
②  杆菌 (Rod)	地衣芽孢杆菌 <i>Bacillus licheniformis</i> 芽孢杆菌骨架	- 革兰氏阳性杆菌，链状排列，芽孢耐高温（121℃） - 产胞外多糖形成生物膜基质保护整体菌群	- 角蛋白·毛发·皮革等结构蛋白（keratinase） - 纤维素衍生物·复杂多糖（葡聚糖酶/木聚糖酶） - 碱性废水 pH 8~10 专项（COD去除≥80%）
③  杆菌 (Rod)	解淀粉芽孢杆菌 <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> 芽孢杆菌骨架	- 革兰氏阳性短杆菌，分泌三大脂肽家族（surfactin等） - 末端芽孢含DPA，极耐干燥与化学消毒	- 油脂 FOG·乳化油·磷脂（脂肪酶+磷脂酶A，去除≥90%） - 淀粉·糖类（高活力α-淀粉酶） - 表面活性素乳化颗粒，协助其他菌接触降解

BioCleaner

注：④巨大芽孢杆菌是零污泥的生物学基础；⑤⑥PNSB光合菌提供内源碳源自循环，大幅减少外加碳源投加；BioCleaner 十余款产品按水质定制菌群比例。

形态示意

菌种名称

结构特征

主要分解对象

④



巨大杆菌 (最大)

巨大芽孢杆菌

Bacillus megaterium

★ 零污泥核心 ★

- 细菌界最大杆菌 ($1.2 \times 2 \sim 5 \mu\text{m}$)，未生芽孢胞壁极厚

- 胞外蛋白酶分泌位点密布，腐生活性极强

- ◆ ★ 死亡菌体细胞壁肽聚糖 (金属蛋白酶专一水解)

- ◆ 死细胞DNA/RNA (DNase/RNase彻底消化)

- ◆ → 全体菌死亡残骸完全矿化，污泥产率 $Y_{obs} \rightarrow 0$

⑤



PNSB (光合内膜)

沼泽红假单胞菌

Rhodospseudomonas palustris

光合菌 PNSB

- 革兰氏阴性杆菌，含菌绿素a，光合内膜系统 (不产氧光合)

- 具RuBisCO固碳酶+三种固氮酶 (Mo/V/Fe型)，代谢极多样

- ◆ $\text{CO}_2 + \text{光能} \rightarrow \text{乙酸/琥珀酸}$ (内源碳源，减少外加碳投加)

- ◆ 短链有机酸·油脂·氯代苯甲酸等难降解物

- ◆ $\text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3$ (固氮)，系统内源氮自补

⑥



球菌 (Coccus)

球形红细菌

Rhodobacter sphaeroides

光合菌 PNSB

- 革兰氏阴性球菌，光合内膜 (ICM) 大面积折叠

- 光谱800~860nm (宽)，高产辅酶Q10，趋光性强

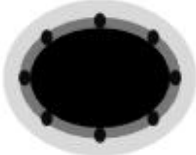
- ◆ $\text{H}_2\text{S} \cdot \text{有机硫化物} \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$ (光合氧化，去除率 $\geq 95\%$)

- ◆ 1周内消除黑臭水体臭味

- ◆ CoQ10副产，增强全体菌群抗氧化存活率

BioCleaner

注：⑦⑧协作实现好氧全程脱氮（无需独立厌氧区）；⑨与⑥覆盖全工况除硫；9种均为 BioCleaner 16,000+菌种库代表性精选，实际配方产品超十余种。

形态示意	菌种名称	结构特征	主要分解对象
⑦  氨单加氧酶 (AMO) 密布	亚硝化单胞菌 <i>Nitrosomonas europaea</i> 硝化菌	- 革兰氏阴性卵圆杆菌，化能自养（无光合色素） - 细胞壁高密度氨单加氧酶（AMO）活性位点	◆ $\text{NH}_3\text{-N} \rightarrow \text{NO}_2^-$（硝化第一步，AMO催化） ◆ 氨氮去除率$\geq 90\%$，出水$\text{NH}_3\text{-N} \leq 1 \text{ mg/L}$ ◆ 不消耗有机碳，与芽孢杆菌零竞争，分工独立
⑧  单极生鞭毛 (nosZ完整)	施氏假单胞菌 <i>Pseudomonas stutzeri</i> 好氧反硝化菌	- 革兰氏阴性短杆菌，单极生鞭毛 • nosZ (N_2O还原酶) 完整，nirS亚硝酸还原酶+外膜双加氧酶	◆ $\text{NO}_3^-/\text{NO}_2^- \rightarrow \text{N}_2\uparrow$（好氧全程反硝化，零$\text{N}_2\text{O}$温室气体） ◆ 甲苯·苯·萘等苯系物（双加氧酶降解） ◆ 有氧单段完成完整脱氮，无需独立厌氧区
⑨  硫粒内含物 (黄色)	脱氮硫杆菌 <i>Thiobacillus denitrificans</i> 化能自养除硫菌	- 革兰氏阴性短杆菌，周鞭毛，化能无机自养 • 含亚硫酸盐氧化酶+卡尔文循环 (RuBisCO)，胞内硫粒内含物	◆ $\text{H}_2\text{S}\cdot\text{S}^0\cdot\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{NO}_3^- \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{N}_2\uparrow$（厌氧除硫同步反硝化） ◆ 完全无需有机碳，低COD底泥厌氧区独立存活 ◆ 与⑥覆盖全水柱除硫（好氧水面+厌氧底层）

BioCleaner

共代谢 (Co-metabolism) — 难降解物质的克星

在自然界中，某些化合物单独存在时无法被微生物降解，但当另一种可利用的有机物（共基质）存在时，这类难降解物质也能被同时降解。BeiJerink称之为微生物的绝对可靠性。

污染物输入



有机物

COD · BOD



氨氮

$\text{NH}_3\text{-N}$



油脂

FOG · 磷脂



难降解物

苯系 · 农药



硫化物

H_2S · 臭气



CO_2

光合菌碳源



N_2

固氮菌氮源

BioCleaner 协同共生

芽孢杆菌骨架 — 有机物降解

①

枯草芽孢杆菌

● 分解蛋白质·淀粉·脂肪，广谱降解有机物

②

地衣芽孢杆菌

● 分解角蛋白·纤维素，耐高温碱性废水

③

解淀粉芽孢杆菌

● 专项分解油脂FOG，产表面活性素乳化扩大降解面

零污泥核心 — 死亡菌体矿化

④

巨大芽孢杆菌

★ 腐生消化所有死亡菌体残骸，完全矿化为 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ，污泥产率 $\rightarrow 0$

光合菌PNSB — 内源碳氮自循环

⑤

沼泽红假单胞菌

● 固定 CO_2 生成有机酸（内源碳），固定 N_2 （内源氮），减少外加投入

⑥

球形红细菌

● 光合氧化 H_2S 消除臭气，副产CoQ10增强菌群抗氧化

脱氮除硫菌 — N & S 彻底去除

⑦

亚硝化单胞菌

● 将 $\text{NH}_3\text{-N}$ 氧化为 NO_2^- （硝化第一步）

⑧

施氏假单胞菌

● 将 $\text{NO}_2^-/\text{NO}_3^-$ 还原为 N_2 ↑（好氧反硝化，零 N_2O 排放）

⑨

脱氮硫杆菌

● 厌氧化能氧化 $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$ ，无需有机碳，底层彻底除硫

净化输出



CO_2 ↑

气态逸出



H_2O

净化水



N_2 ↑

零 N_2O



SO_4^{2-}

无毒硫酸盐



无机盐

$\text{NO}_3^-/\text{PO}_4^{3-}$



零污泥

Yobs $\rightarrow 0$



内源碳氮

自循环供给

BioCleaner

BioCleaner vs 传统活性污泥法——12项关键指标全面对比

对比指标	✗ 传统活性污泥法	✓ BioCleaner 固载微生物
微生物浓度 (MLSS)	2,000~4,000 mg/L	20,000 mg/L (高10倍)
BOD单位容积处理量	0.5~2 kg BOD/m ³ ·d	4~15 kg BOD/m ³ ·d (高5~10倍)
反应器所需容积	基准 (1.0×)	仅需1/5~1/10 (极大节省土地)
水力停留时间 (HRT)	6~24小时	可缩短至1~4小时
污泥产率 (Yobs)	0.3~0.5 gVSS/gCOD	趋近于零 (腐生菌完全消解)
启动时间	数天~数周	数小时即可投入运行
抗毒性/冲击负荷	差 (无保护易崩溃)	强 (内层保护, 受损迅速恢复)
吨水处理电费	0.3~0.5元	0.08~0.18元 (节省约75%)
工艺配套设施	二沉池+浓缩+脱水+干化	无需, 大幅简化工艺流程
建设投资	基准 (1.0×)	节省约50% (无污泥处置设施)
运营总成本	基准 (1.0×)	降低30~50% (电+人工+污泥)
系统稳定性	断电后污泥死亡难恢复	断电后菌群自保, 重启快速恢复



三、BioCleaner公司介绍

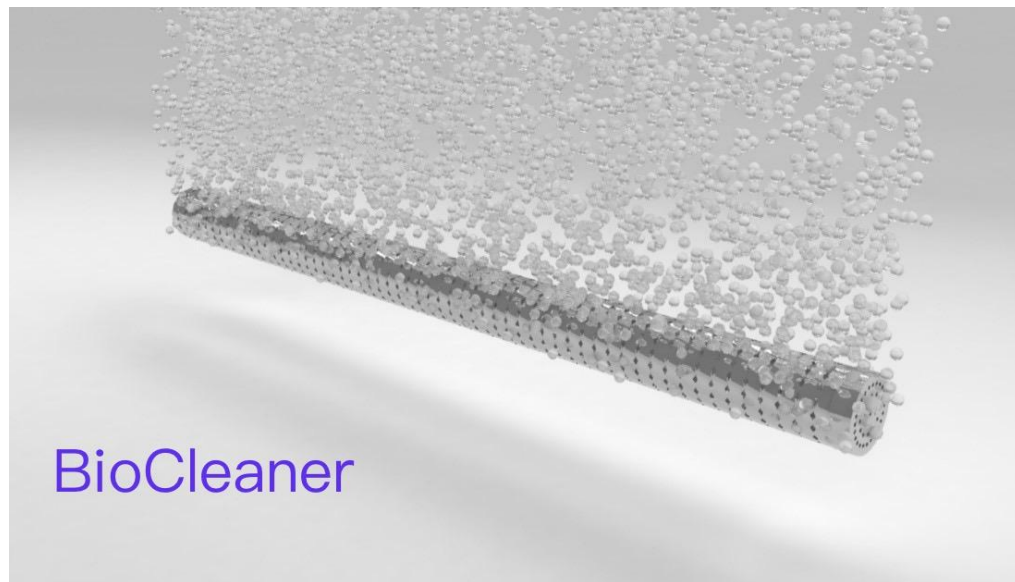
厦门美华敬良环保设备有限公司是美国BioCleaner在华子公司，全权代表BioCleaner公司在中国区的业务和发展，美国BioCleaner公司研发生产载体固化复合微生物技术获得美国国家绿色环保A级专利，该技术可以减少人工，削减淤泥，不需要重复投加，耐盐，不产生臭味以及污泥等二次污染，是革命性的污水处理技术。

美国Biocleaner公司与美国路易斯安娜大学生物系共同开发研制高科技微生物技术，该大学拥有世界最著名的微生物专家，存有世界上最多的优势微生物达11000多种。有着长期使用和驾驭微生物的丰富经验。微生物载体化技术是该公司研发的最革命性的微生物技术之一，该技术颠覆了使用100多年的传统活性污泥法。该技术获得美国国家绿色环保A级专利（证书号：8066873B2），以及全球大部分的国家发明专利。

BioCleaner

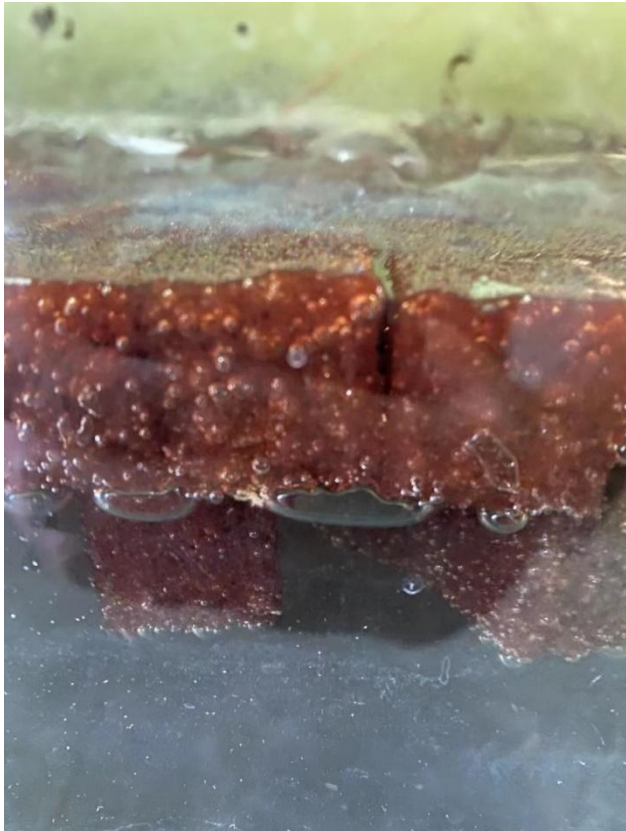
微生物发生器-结构图

微生物发生器-结构图



BioCleaner

挂膜效果展示



BioCleaner

五大核心优势

1

零污泥产生

腐生菌互食+完全矿化，有机物100%转化为 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ ，彻底告别污泥处置难题，每年节省数十万~百万元污泥处置费用

2

极低运营成本

吨水电费0.08~0.18元，节省75%。无污泥脱水机、无污泥运输、无干化设备，总运营成本降低30~50%

3

工艺极度简化

无需二沉池、浓缩池、脱水机、干化机等污泥处置设施。建设投资节省约50%，占地大幅减少

4

强抗冲击恢复

菌群固化于载体内层，受有毒物冲击后快速自我修复，不会出现传统活性污泥法的崩溃现象

5

10年长效质保

设备寿命 ≥ 10 年，菌种持续自我更新，每2~3年仅需更换约10%载体，维护极简，基本无人值守

六大应用场景

河道黑臭水体

城市黑臭河道、景观湖泊。1周消臭，3~4月达IV类水

市政生活污水

替代活性污泥法，省去二沉池，节省50%建设投资

村镇分散污水

超一级A，0.08~0.15元/吨，无人值守

工业高难度废水

COD可达38,000~80,000 mg/L，耐毒性冲击

污泥减量处理

曝气池直投，月消减6.5~10%，趋近零排放

养殖废水处理

高BOD猪场/鱼塘，80%水循环利用

BioCleaner

杂志、专家学者的认同

水环境治理中载体固化微生物的生物功能与安全分析

谷为民¹, 吴柏良², 吴松涛², 朱扣³

(1. 北京中联环境工程股份有限公司-生态环境设计研究院, 北京 100020;

2. 中建三局水务环保公司, 深圳 518046;

3. BioCleaner中国, 厦门 361000)

摘要: 水环境治理中微生物必不可少。由于原有的水生生态系统富营养化或遭到破坏, 导致水体变臭、变黑; 投加有益微生物后可加速水体微生物群落和水生态系统恢复。目前常使用的载体固化微生物可向水体缓释百亿级菌落浓度的微生物, 能迅速分解水体中的营养物质以及水体中的淤泥。高浓度的微生物对水环境的恢复有很好的促进作用, 但是对水体的安全和原水水生生物的影响, 以及高浓度的有益微生物菌落在水体恢复后期如何逐渐消亡, 使原有水生生态系统恢复健康, 这些均是每位水环境治理工程师面临的问题。本文从微生物选配与微生物安全等多方面进行阐述, 对载体固化微生物进行理论分析来研究其生物功能和安全性。

关键词: BioCleaner载体固化微生物; 水环境; 生物安全; 环境安全

Biological function and safety analysis of carrier immobilized microorganism in water environment treatment

GU Wei-min¹, WU Bo-liang², WU Song-yao², ZHU Kou³

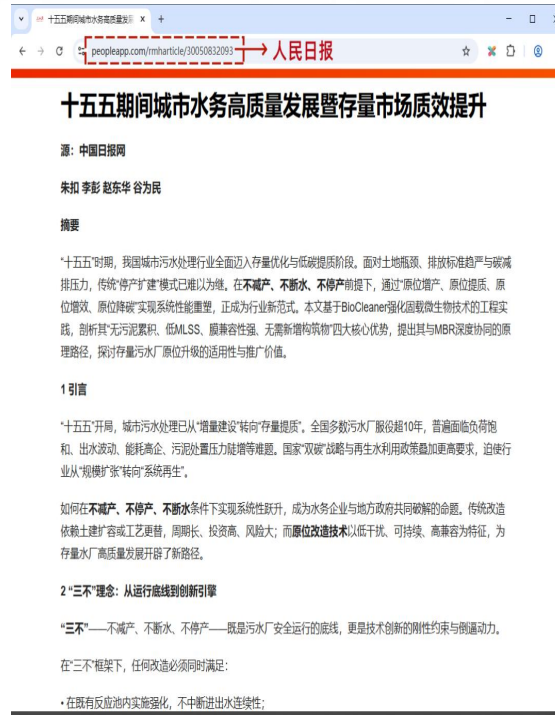
(1. Beijing China-Union Engineering Co., Ltd, Beijing 100020, China

2. Water Environmental Protection Company of Third Bureau of China Construction Company, Shenzhen 518046, China;

3. BioCleaner.inc, Xiamen 361000, China)

Abstract: Microorganism is indispensable in water environment treatment. Due to the eutrophication or destruction of the aquatic ecosystem, the water becomes smelly and black. Adding beneficial microorganisms can accelerate the recovery of microbial community and aquatic ecosystem. At present, the commonly used carrier immobilized microorganism can release 10 billion level colony concentration microorganism to rapidly decompose the eutrophic substances and sludge in the water body. High concentration of microorganisms can promote the recovery of water environment, but would produce the impact on water safety and aquatic organisms in water. In addition, how high concentration of beneficial microbial colonies gradually die out in the later stage of water recovery. These are the problems faced by every water environment treatment engineer when the aquatic ecosystem restores the health. In this work, the selection of microorganisms and microbial safety are described, and the theoretical analysis of the carrier immobilized microorganisms is carried out to study its biological function and safety.

Keywords: Biocleaner immobilization carrier microorganism; water environment; bio-safety; environmental safety



第二代技术是通过在污染河流中投放固体微生物来进行治理。 固化微生物是颗粒状的, 投放后通过水体流动和水气交换, 不断地散发进入水体, 并在水中不断繁殖, 形成优势菌种。通过其对有机物强大的降解能力, 快速降解河道中有机污染物和氮、磷的富营养物质, 同时可以有效降低底泥中的有害物质, 降低底泥厚度, 实现城市河道底泥的免清淤。在此过程中将形成完整的水生生态循环链条, 激发水体自我修复能力。这些微生物会对总氮、总磷及氨氮物质进行吞噬, 并且可以有效降低 COD。在微生物吞噬总氮、总磷及氨氮物质之后水体透明度将得以改善。从实践效果来看[41~42]: 黑臭水的透明度最多达到 5 cm, 但固体微生物投放两月之后, 水体的透明度将会大幅度增加 1~2 m。透明度提升后, 阳光得以照射到水中, 水体里固有的植物孢子发生光合作用, 水草将会自行生长, 包括挺水植物、浮水植物、浮叶植物等, 最终形成水生生态系统。植物系统完善后将进一步吞噬有害物质同时富集营养物, 并为动物系统提供饵料。同时这些微生物在新陈代谢的过程中会释放氧气, 在植物生长及微生物新陈代谢作用下, 黑臭河道溶解氧将迅速上升。溶解氧上升后引发一系列生物学效应: 浮游植

固定化载体微生物在黑臭水体中的运用与思考

李素芹¹ 郭鹏程² 朱扣³ Dennis Tee³

(1. 北京科技大学生态科学与工程系 北京 100083;

2. 黄河勘测规划设计有限公司 河南郑州 450003;

3. BioCleaner中国厦门美化敦良环保设备有限公司 福建厦门 361000)

要: 按照国家相关要求2020年前要消除黑臭河道, 怎么消除? 是动大手术(基础工程)还是原位摘是根据各个地方政府的实际需求以及财政预算决定的, 哪怕是PPP项目也要考虑到还款。在众多城市地高举, 财政吃紧的当下, 大型工程明显得不偿失, 无力承办, 所以只能是慢慢修复, 逐步解决, 那么就原位解决的必要性与可行性。固化微生物的最大优势就是可不被水流冲走, 可在原位削减有机淤泥。

关键词: 固定化载体微生物; 微生物; 黑臭水体; 原位修复

The Activities and Thinking of CMIC Immobilization Carrier Microorganism

Li Suqin Guo Pengcheng Zhu Kou Dennis Tee

(1. University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China;

2. Yellow River Engineering Consulting Co Ltd, Zhengzhou, Henan 450003, China;

3. BioCleaner.inc, Xiamen, Fujian 361000, China)

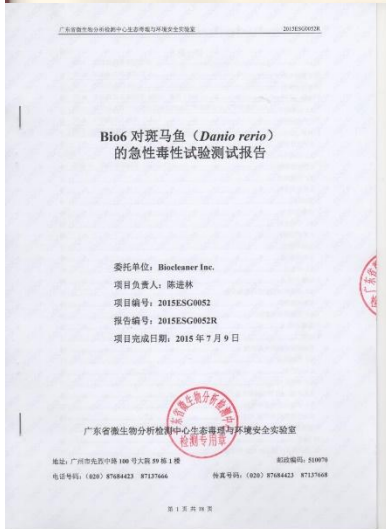
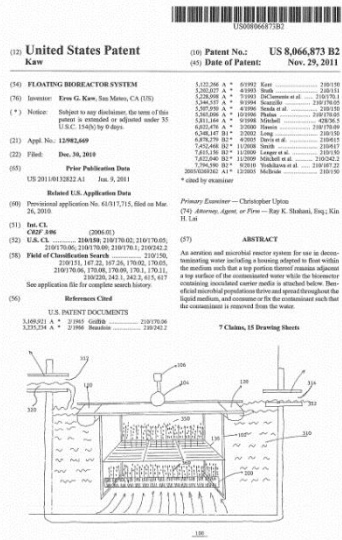
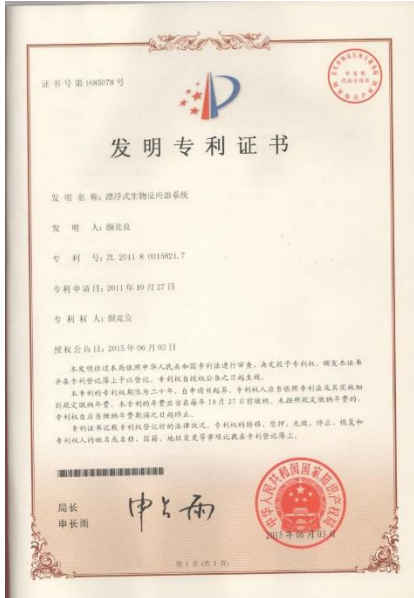
stract: According to Chinese government requirement that must clean the black and odor river before 2020, then how sure we can success, to do more construction? or do it in original site? It according to the government budget and final, even PPP project, the government also need to considerate to pay it in time. But now most city have more debt and financial stress, big project, most local government can not pay for it, so we need to think about to deal the black and odor by step, we can use solve it in the river, CMIC immobilization carrier microorganism can solve the problem in site.

Keywords: CMIC immobilization carrier microorganism; microorganism; black and odor river; in situ remediation

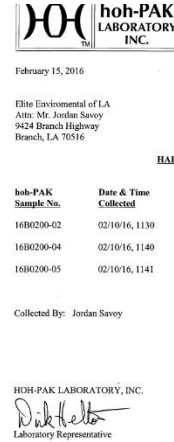


BioCleaner

获得的相关专利以及鉴定证书



CETIS Summary Report				Report Date: 24 Jul-17 15:58 (p 1 of 1)							
				Test Code: BCL0717.113 11-6704-6618							
Inland Silverside 96-h Acute Survival Test				Aquatic Bioassay & Consulting Labs, Inc.							
Batch ID:	11-6897-1605	Test Type:	Survival (96h)	Analyst:							
Start Date:	18 Jul-17 16:30	Protocol:	EPA/821/R-02-012 (2002)	Diluent:	Laboratory Seawater						
Ending Date:	22 Jul-17 15:00	Species:	Menidia beryllina	Brine:	Not Applicable						
Duration:	94h	Source:	Aquatic Biosystems, CO	Age:							
Sample ID:	21-4412-9758	Code:	BCL0717.113	Client:	Biocleaner Inc.						
Sample Date:	17 Jul-17 10:48	Material:	Sample Water	Project:							
Receipt Date:	17 Jul-17 12:33	Source:	Bioassay Report								
Sample Age:	30h (25.7 °C)	Station:	Biocleaner Chem5								
Single Comparison Summary											
Analysis ID	Endpoint	Comparison Method	P-Value	Comparison Result							
05-0372-6643	96h Survival Rate	Equal Variance t Two-Sample Test	0.1466	100% passed 96h survival rate							
Test Acceptability											
Analysis ID	Endpoint	Attribute	Test Stat	TAC Limits							
05-0372-6643	96h Survival Rate	Control Resp	0.975	0.9							
				Lower	Upper						
				>>	Yes						
					Passes Criteria						
96h Survival Rate Summary											
Conc-%	Code	Count	Mean	95% LCL	95% UCL	Min	Max	Std Err	Std Dev	Cv%	%Effect
0	N	4	0.9750	0.8954	1.0000	0.9000	1.0000	0.0250	0.0500	5.13%	0.00%
100		4	0.9000	0.7163	1.0000	0.8000	1.0000	0.0577	0.1155	12.83%	7.69%
96h Survival Rate Detail											
Conc-%	Code	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4						
0	N	1.0000	1.0000	0.9000	1.0000						
100		1.0000	0.8000	0.8000	1.0000						
96h Survival Rate Binomials											
Conc-%	Code	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4						
0	N	10/10	10/10	9/10	10/10						
100		10/10	8/10	8/10	10/10						



2、检测

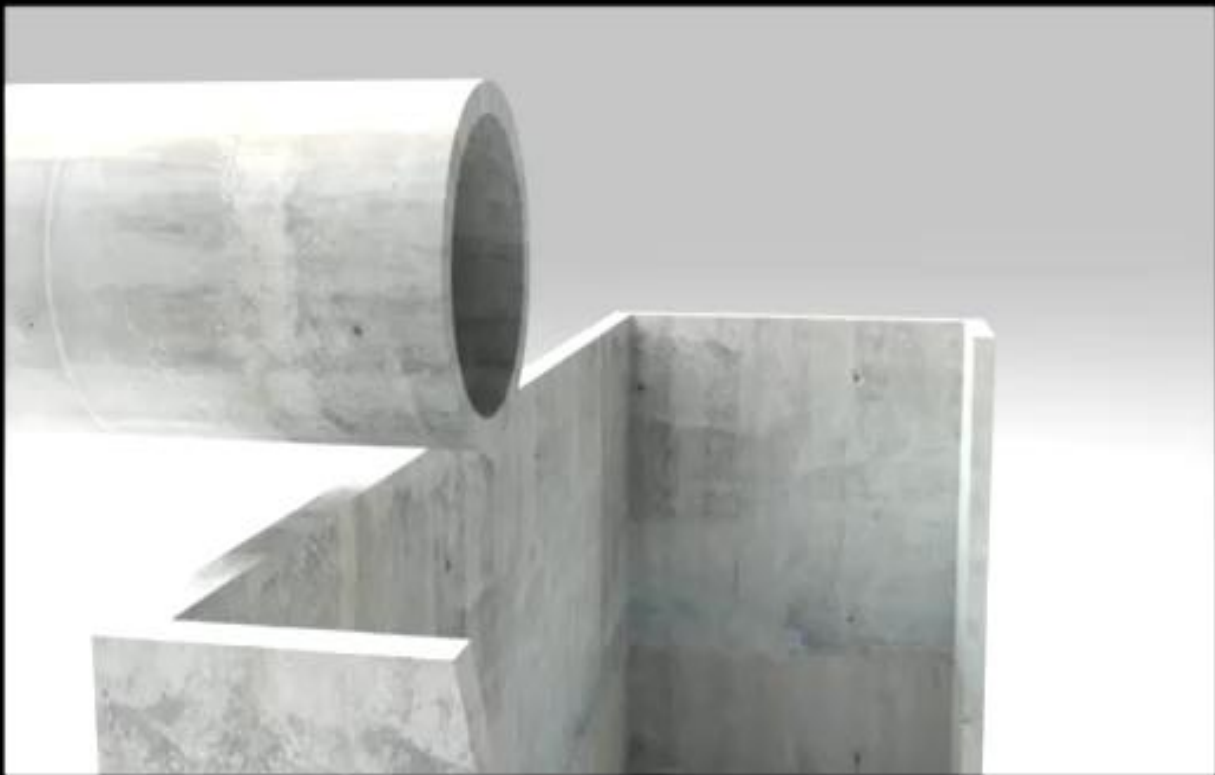
根据预估和实际情况,将以上取样获得的浸泡液及时用无菌蒸馏水连续稀释后,取 200 uL 稀释液均匀涂布培养皿,每天涂布 6 个 PDA 培养皿和 6 个 LB 培养皿。用封口膜密封后,在 20°C 和 37°C 恒温箱内分别放置 3 个 PDA 培养皿和 3 个 LB 培养皿,倒置培养。待菌落生长明显时,逐一记录各培养皿的菌落数并取平均值进行浓度计算。菌落数量统计结果如下表。

表. Biocleaner 载体微生物培养浓度测定结果

取样时间	浸泡培养液中菌体浓度（个/升）				
	20℃培养		37℃培养		平均菌体浓度
	PDA	LB	PDA	LB	
第 1 天	4.47E+06	3.22E+06	5.86E+06	1.11E+07	6.17E+06
第 2 天	2.58E+10	2.44E+10	2.44E+10	2.48E+10	2.49E+10
第 3 天	2.52E+10	2.19E+10	2.34E+10	2.27E+10	2.33E+10

BioCleaner

四、相关工程案例与数据



- 1、简化污水处理生化流程
- 2、不产污泥
- 3、减少人工
- 4、减少药剂投入
- 5、降低能耗
- 6、长期持续有效，无需添加更换

BioCleaner

BioCleaner生化池工作视频



BioCleaner

盐城印染废水，污泥每天有20吨污泥减少至2吨



BioCleaner

盐城工业区某医药厂，使用载体固化微生物菌管无有机污泥产生



BioCleaner

思茅区南屏镇碳房小组咖啡废水处理项目—生化不产泥



检测报 告天簌环字[2020]3113号							
样品编号	进水口	调节池	厌氧出水	Chem1	Chem2	BiO	出水口
检测项目	S20311301	S20311302	S20311303	S20311304	S20311305	S20311306	S20311307
pH (无量纲)	3.46	3.7	5.5	6.98	7.5	7.86	8.1
COD (mg/L)	1680	1040	472	176	52	44	20
氨氮 (mg/L)	54.5	21.1	3.65	2.22	1.83	1.1	0.908
总磷 (mg/L)	8.39	3.86	1.33	0.86	0.65	1.04	0.25

BioCleaner

北京大兴安定镇污水处理站—不产生污泥



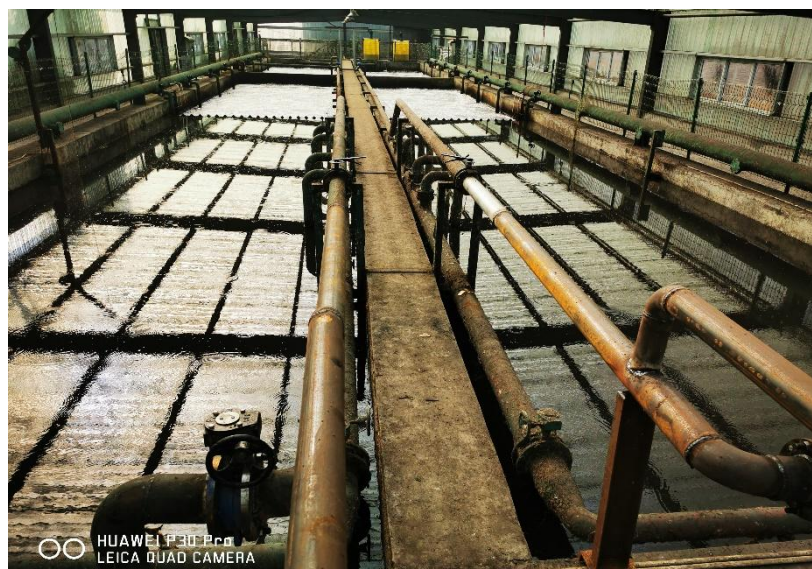
日处理量：1500立方—无污泥生化

进水数据COD300, 氨氮35

出水数据COD23.5 氨氮1.5

BioCleaner

太原煤气化公司炉峪口煤矿4千吨/日污水厂提标改造



数据一览 2019-11-23 02:04:08

监测因子	数值	单位	状态	通道
氨氮	1.294	mg/l	4.26 mA	模拟通道1
COD	20.200	mg/l	正常	串口通道8
废水流量	55.760	l/s	正常	串口通道3
总磷	0.170	mg/l	正常	串口通道5
总氮	4.661	mg/l	正常	串口通道6
PH值	8.140	-	正常	串口通道4
水温	8.300	°C	正常	串口通道4

上一页 1/1 下一页 返回

出水数据:

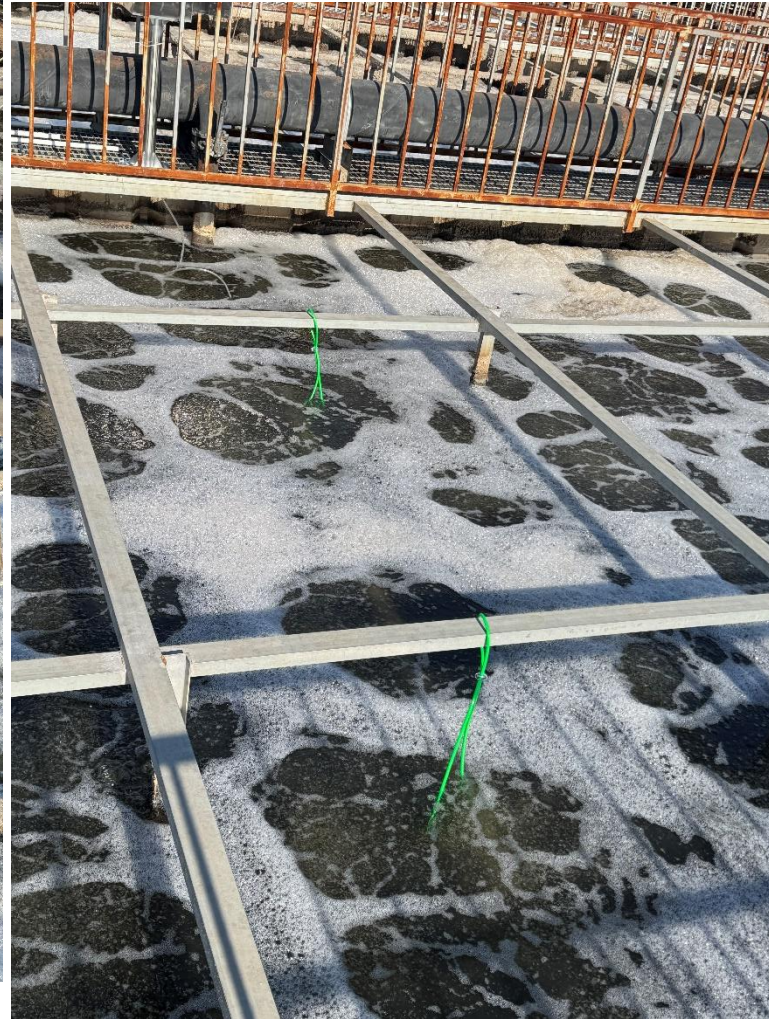
COD: 20

氨氮: 1.29

总氮: 4.66

BioCleaner

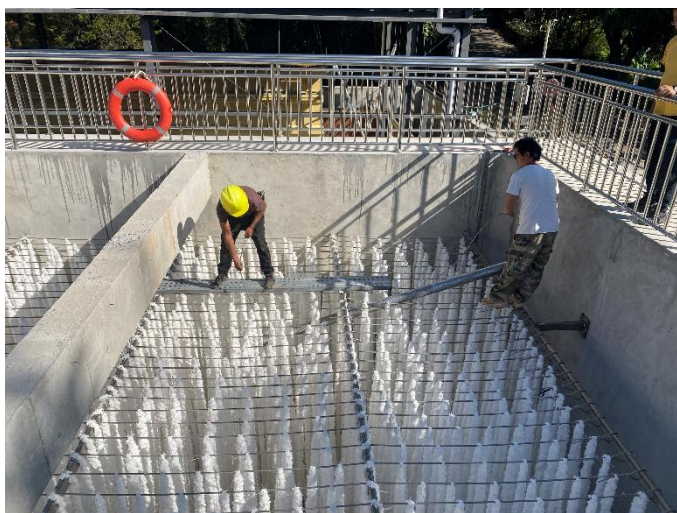
10000吨市政污水处理项目改造实现“三不、四原位”



“三不、四原位”：不减产，不停产，不断水；原位增产，原位体质，原位增效，原位降碳

BioCleaner

普洱250吨垃圾渗滤液项目



- 1, 减少了占地
- 2, 没有生化污泥
- 3, 减少后端膜压力
- 4, 减少洗膜频次
- 5, 减少药剂使用
- 6, 出水稳定达标

2022 年 12 月 13 日垃圾填埋场废水检测结果

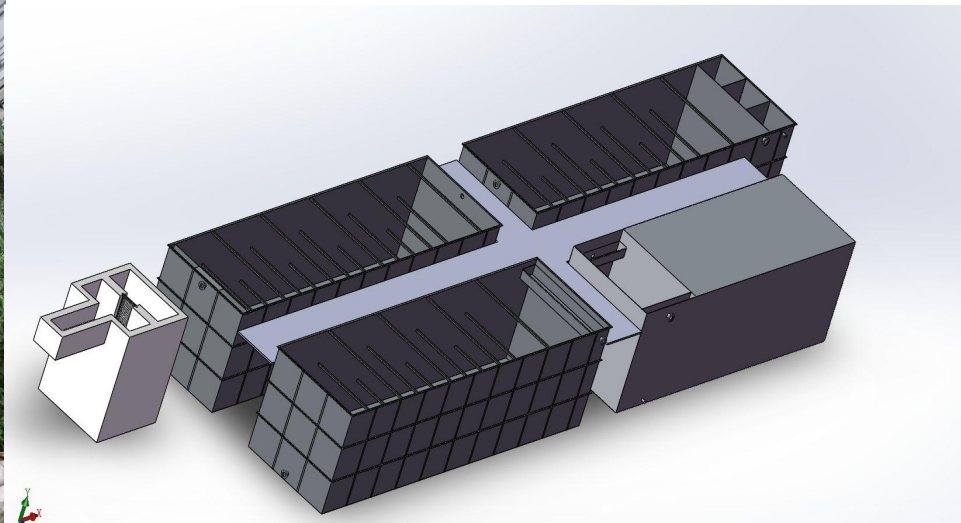
序号	点位名称	化学需氧量 (mg/l)	氨氮 (mg/l)
1	渗滤液	1560	1029

2022 年 12 月 16 日废水检测结果

序号	点位名称	化学需氧量 (mg/l)	氨氮(mg/l)	总磷(mg/l)
1	废水	280	11.88	1.94

BioCleaner

江阴污水处理设备——500吨一天，不产污泥



经度: 120.387395
纬度: 31.797569
地址: 无锡市河马塑胶
时间: 2022-09-06 14:49:49

今日水印
相机
真实时间
防伪DR19AABIC4TXUD

12:57 | 2024-04-06
星期六 晴 17°C
无锡市·江阴市宇雅电子有限公司

今日水印
相机
真实时间
防伪MLKGG3NEU3AG9X5



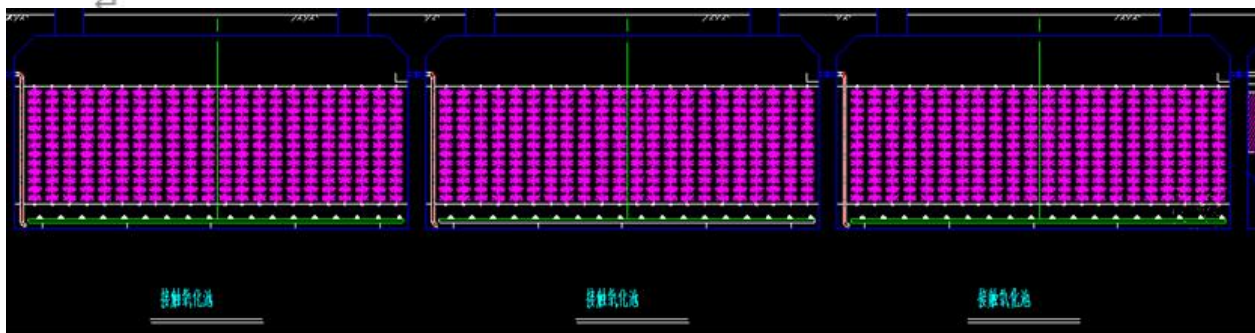
指标 ^①	COD _{Cr} (mg/L) ^②	NH ₃ -N (mg/L) ^③	TP (mg/L) ^④	pH ^⑤
设计进水 ^⑥	250 ^⑦	30 ^⑧	3 ^⑨	6~9 ^⑩

3、出水水质

一体化设备处理后的污水水质指定污染物项目需本项目出水水质按照《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)的 IV 类标准(总氮除外),主要考核指标为:COD_{Cr}、NH₃-N、TP、pH。出水水质要求如下表:(1-4)

指标 ^①	<u>COD_{cr}</u> (mg/L) ^②	NH ₃ -N (mg/L) ^③	<u>TP</u> (mg/L) ^④	pH ^⑤
出水水质 ^⑥	30 ^⑦	1.5 ^⑧	0.3 ^⑨	6~9 ^⑩

六、工艺流程

[illegible]

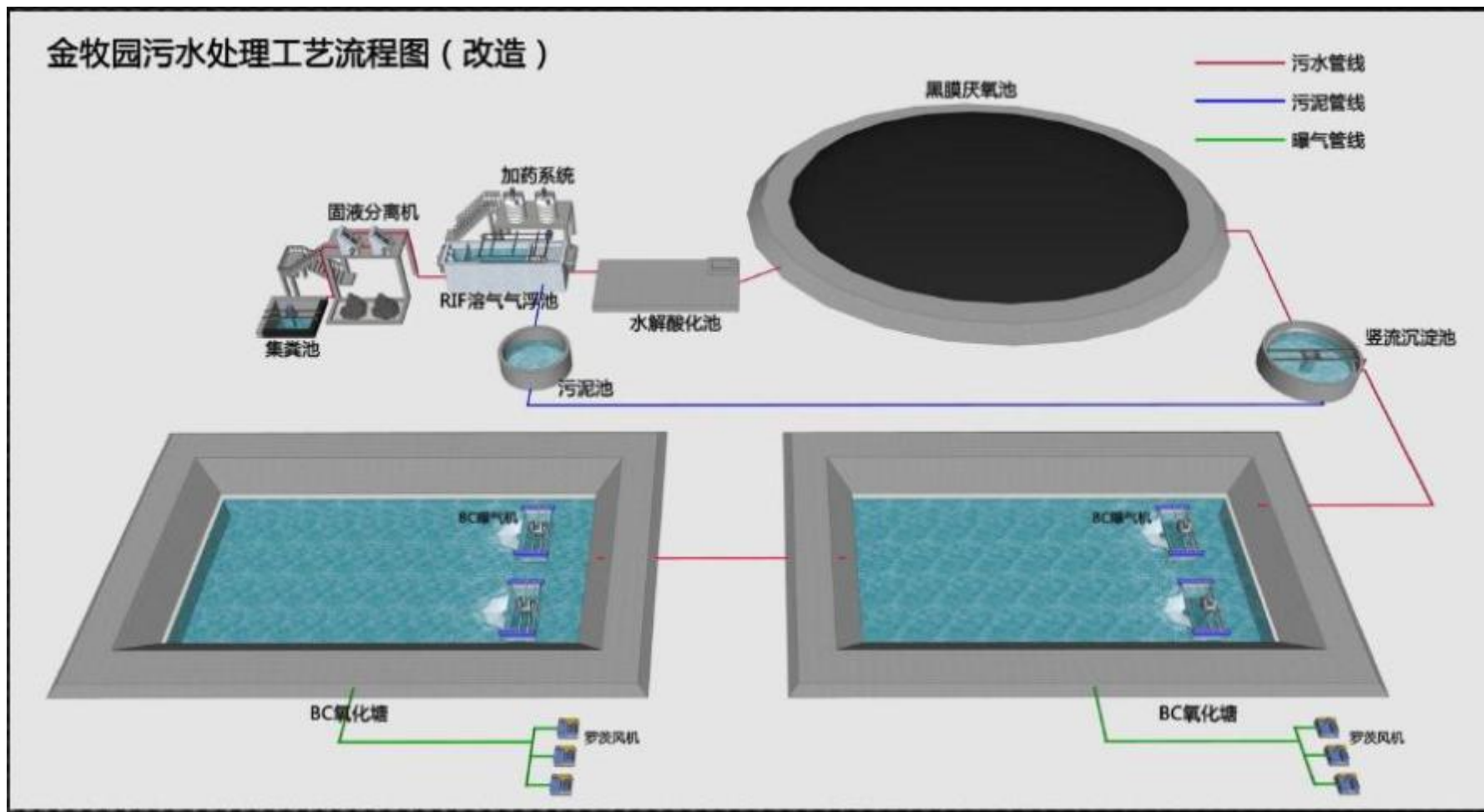
BioCleaner

载体固化微生物技术养殖领域应用

——养猪场废水

2008年我们在中国的第一个项目就是养猪废水项目，获得了很多业主，以及地方电视台的认可，随后BioCleaner中国团队一直和中国养猪业协会保持着良好的合作关系。

BioCleaner在中国的第一个养猪场项目一直稳定运营至今，无需添加，无需人工。

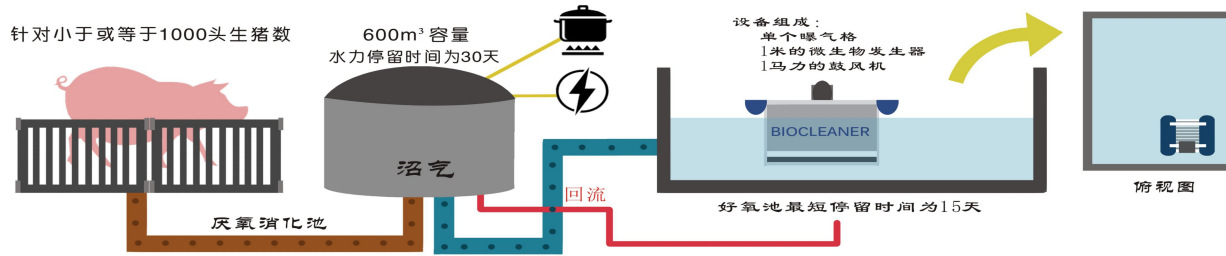


BioCleaner

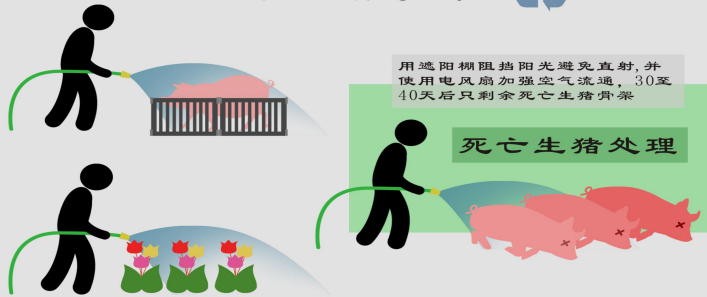
猪场废水工艺设计

生猪养殖场处理方案

BioCleaner



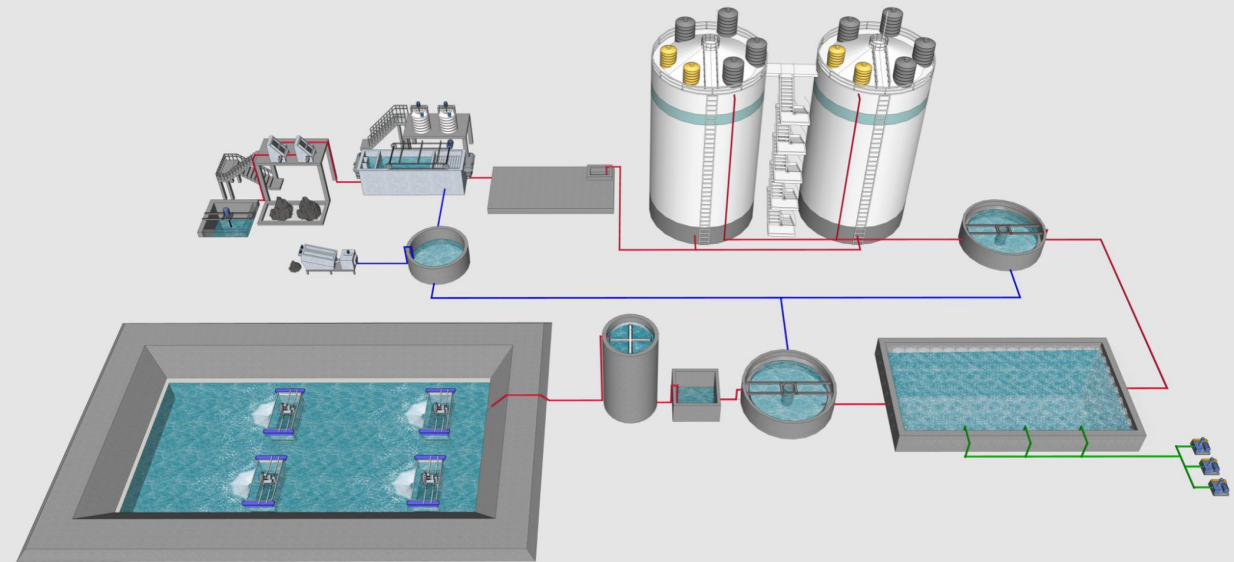
污水回用方式



无需污泥处理
没有臭气困扰
不影响土壤
无需加氧处理
对生猪没有生物安全性危害
维护成本低
零排放

小型养猪场工艺方案

大型养猪场工艺方案



BioCleaner

海南罗牛山南吕猪场



处理前:

COD - 2000mg/L

氨氮 - 800mg/L

TSS - 5000mg/L



处理后:

COD - 25mg/L

氨氮 - 2.13mg/L

SS - 10 mg/L



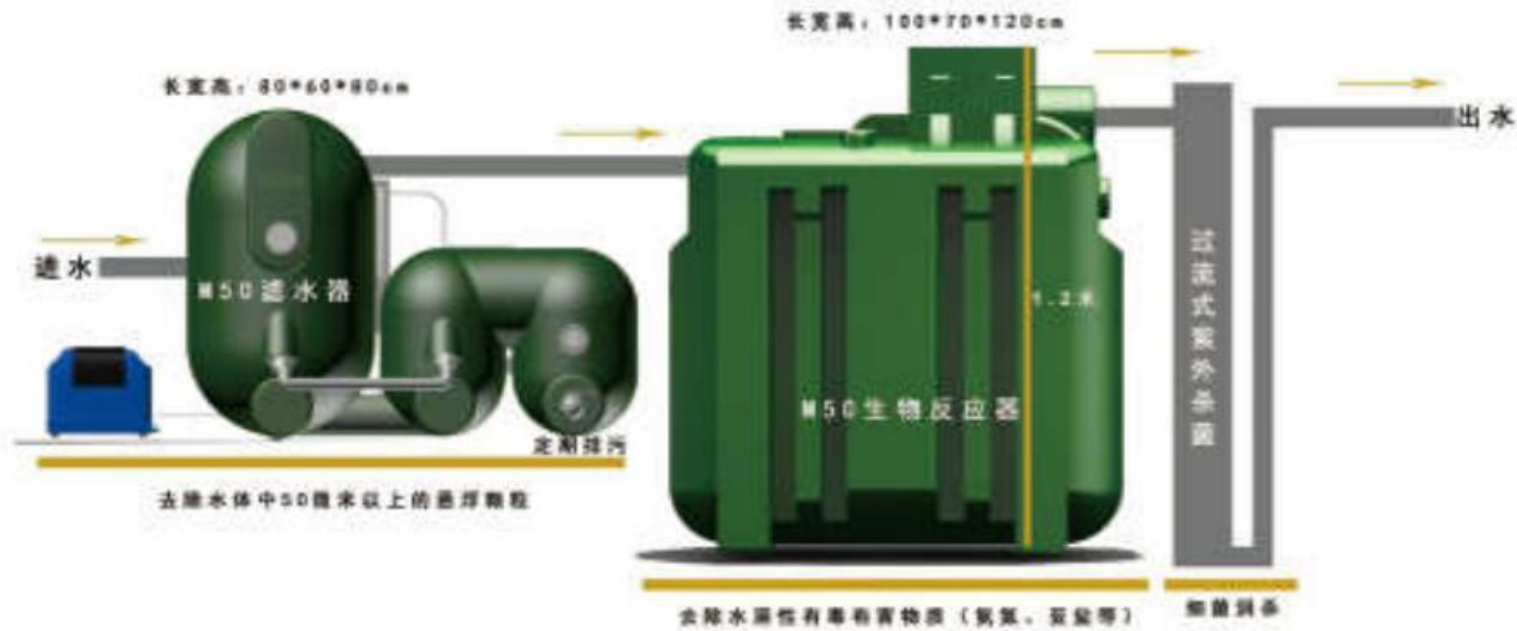
BioCleaner

养殖行业协会美国行考察交流公司技术

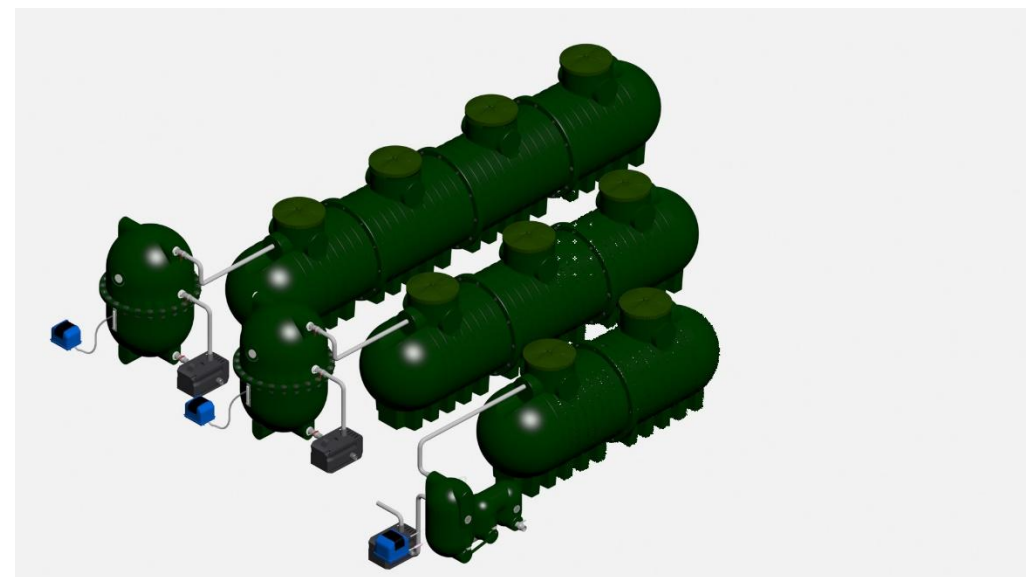


BioCleaner

BioCleaner载体固化微生物在水产养殖方面的应用



BioCleaner



BioCleaner固化微生物一次投入无需添加更换，健康水质体系，确保更经济养殖，更高产量

滇池入湖口 小清河蓝藻



项目	一号点	2号点
原始数据		
COD	57	55
氨氮	3.49	4.65
验收数据		
COD	24	22
氨氮	0.42	1.17

BioCleaner

蓝藻治理项目应用



BioCleaner

云南2万吨污水处理站末端湿地水质提标



项目位于云南石屏2万吨污水处理末端湿地水质提升项目，水体从1级B提升到地标三类水， BioCleaner载体固化微生物通过释放高浓度微生物，迅速结膜水体稳定达标。

BioCleaner

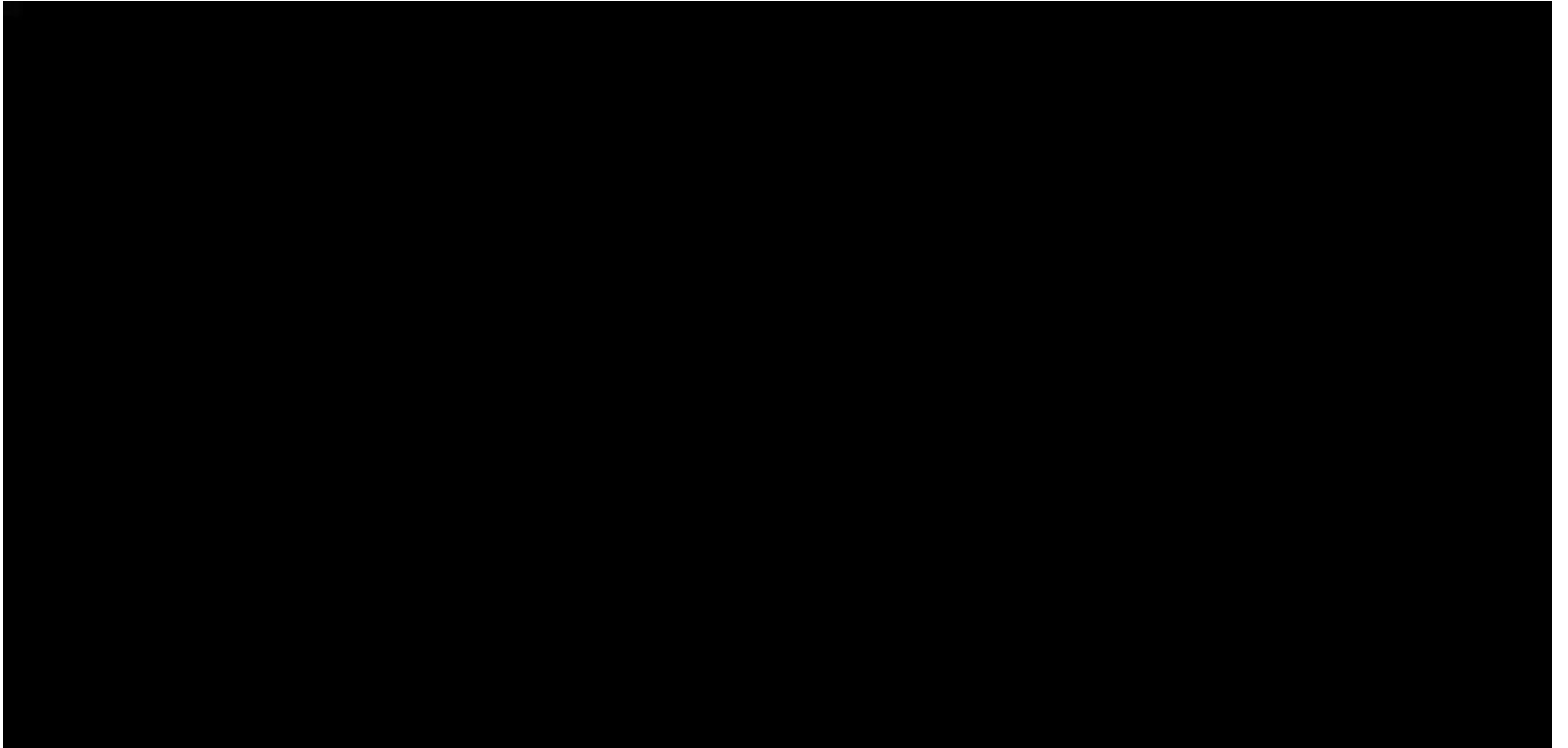
常州京杭运河支流水体净化项目



主要运用在末端暗管出水口，不能截污的地方，水质提升，设备下水一个月内解决了黑臭并达标地标五类水。

BioCleaner

BioCleaner-英文视频



BioCleaner

*The most revolutionary **waste-water treatment system** in the world.*

谢谢观看！

BioCleaner中国——厦门美华敬良环保设备有限公司
中国区负责人：朱扣